

УСПЕХИ ФИЗИЧЕСКИХ НАУКИЗ ТЕКУЩЕЙ ЛИТЕРАТУРЫ

539 12

**ОБ ОТКРЫТИИ ПРОМЕЖУТОЧНЫХ БОЗОНОВ**

20 января 1983 г. на семинаре Европейской организации ядерных исследований (ЦЕРН) проф. Карло Руббиа сообщил об одном из самых значительных открытий физики XX века — открытии промежуточных векторных бозонов. Как известно, существование промежуточных векторных бозонов  $W^+$ ,  $W^-$  и  $Z^0$  было предсказано теорией электрослабого взаимодействия. За решающий вклад в создание этой теории Ш. Глэшоу, С. Вайнберг и А. Салам получили в 1979 г. Нобелевскую премию (см. их Нобелевские лекции в УФН, 1979, т. 132, с. 204).

О существовании промежуточных бозонов — переносчиков слабого взаимодействия — физики-теоретики говорили уже давно, начиная с известной работы Юкавы, опубликованной в 1935 г., — той самой, в которой было предсказано существование  $\pi$ -мезона. Но только после создания единой теории электромагнитного и слабого взаимодействий появилась возможность надежно предсказать свойства этих частиц и, в первую очередь, их массы:  $m_W \approx 80$  ГэВ,  $m_{Z^0} \approx 90$  ГэВ. Ни на одном из существовавших ранее ускорителей сталкивающиеся частицы не обладали энергией, достаточной для того, чтобы преодолеть порог рождения  $W$ - и  $Z$ -бозонов. В начале 1976 г. К. Руббиа, Д. Клайн и Мак-Интайр предложили построить на базе двух крупнейших ускорителей протонов, в ЦЕРН и в Фермиевской национальной лаборатории (США) протон-антипротонные коллайдеры. В 1978 г. в ЦЕРН было принято решение осуществить строительство такой машины.

Летом 1981 г. в коллайдере уже наблюдались первые столкновения протонов и антипротонов с энергиями 270 ГэВ (см. статью Д. Б. Клайна, К. Руббиа, С. ван дер Меера в УФН, 1983, т. 139, с. 135). Но понадобилось еще полтора года, прежде чем светимость коллайдера поднялась настолько, что стало возможным наблюдать рождение и распад  $W$ -бозонов. Дело в том, что сечение рождения  $W$ -бозонов очень мало по сравнению с полным сечением столкновения протона с антипротоном: несколько зарегистрированных  $W$ -бозонов было извлечено из примерно  $10^9$  столкновений.

Эксперимент в ЦЕРН является уникальным в целом ряде отношений. Поражают его масштабы: 138 авторов, детектор, весящий 2000 тонн; поражает быстрота математической обработки событий (около месяца). Но основным, пожалуй, является то, насколько гармонично в этом открытии слились усилия физиков-экспериментаторов, физиков-ускорительщиков и физиков-теоретиков. (Кстати, брошюра об антипротонном проекте ЦЕРН, выпущенная в ЦЕРН, начинается историю этого проекта так: в 1967 г. в Институте ядерной физики, в Новосибирске (СССР), изобретена техника электронного охлаждения с целью получения интенсивных антипротонных пучков для физики сталкивающихся протон-антипротонных пучков при энергии 25 ГэВ.)

Учитывая важность открытия  $W$ -бозонов, редакция УФН печатает ниже перевод первой статьи, в которой сообщается об этом открытии (Arnsion G. et al. — Phys. Letts. Ser. B, 1983, v. 122, p. 103.) Вскоре после публикации этой статьи появилась статья другой группы, работающей на  $pp$ -коллайдере ЦЕРН, которая сообщила о наблюдении и еще четырех  $W$ -бозонов (Bannier M. et al. — Phys. Letts. Ser. B, 1983, v. 122, p. 476).

В июне 1983 г. группа UA1 сообщила (Arnsion G. et al. Preprint CERN-EP/83-73, Phys. Letts. Ser. B, 1983, v. 126, p. 398) о наблюдении первых 5 случаев рождения и распада  $Z$ -бозонов: 4 случая распада на пару  $e^+e^-$  и 1 случай — на пару  $\mu^+\mu^-$ . Масса  $Z$ -бозона оказалась порядка 95 ГэВ.

В августе 1983 г. группа UA2 сообщила (Bagniaia P. et al. Preprint CERN-EP/83-112) о наблюдении еще 8 случаев распада  $Z^0 \rightarrow e^+e^-$  ( $m_Z \approx 92$  ГэВ). В августе же 1983 г. группа UA1 опубликовала (Arnsion G. et al. Preprint CERN-EP/83-111) результаты обработки 52 случаев рождения и распада  $W^\pm$ -бозонов на  $e^- \bar{\nu}_e$  и  $e^+ \nu_e$ . Как

сечение рождения, так и данные по угловому распределению электронов и позитронов находятся в согласии с теоретическими предсказаниями.

Максимальная светимость  $p\bar{p}$ -коллайдера ЦЕРН превысила летом 1983 г.  $10^{29}$   $\text{см}^{-2}\text{с}^{-1}$ .

Намечена широкая программа изучения  $W$ - и  $Z$ -бозонов на Тэватроне  $p\bar{p}$ -коллайдере в Батавии, где должны сталкиваться пучки  $p$  и  $\bar{p}$  с энергией частиц в каждом из пучков, равной 1 ТэВ. Специально для рождения  $Z$ -бозонов в столкновениях электронов и позитронов в ЦЕРН строится электрон-позитронный коллайдер ЛЭП. Эта машина, расположенная в кольцевом тоннеле длиной 27 км, должна вступить в строй в 1988 г. Возможно, что несколько раньше заработает  $e^+e^-$ -коллайдер, который предполагается создать на базе линейного ускорителя в Стэнфорде (США).

В следующем десятилетии предполагается начало работы большого протонного накопительно-ускорительного комплекса в ИВФЭ (Серпухов), где энергии сталкивающихся частиц будут достигать 3 ТэВ.

Открытие промежуточных векторных бозонов подтвердило правильность основных идей теории электрослабого взаимодействия. Но о всесторонней проверке этой теории можно будет говорить лишь после того, как будут открыты так называемые хиггсовы скалярные бозоны, обладающие нулевым спином. В рамках современной теории скалярные бозоны ответственны за появление масс у всех элементарных частиц (промежуточных векторных бозонов, лептонов, кварков). К сожалению, теория сегодня не может однозначно предсказать, каковы должны быть массы самих скалярных бозонов. Так что поиски этих частиц приходится вести в самом широком диапазоне энергий.

*Л. Б. Окунь*