

максимумами ионизации в каждом ряду детекторов, даёт направление результирующего импульса адронов  $p_a$  [5].

Наиб. развития И. к. достигли в экспериментах на ускорителях со встречными пучками (к о л л а й д е а

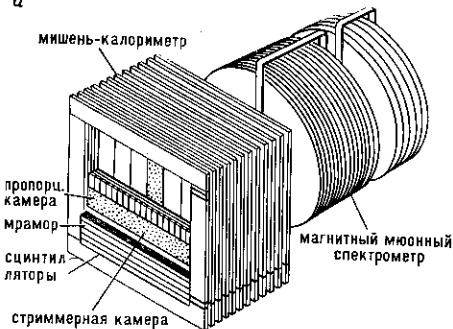
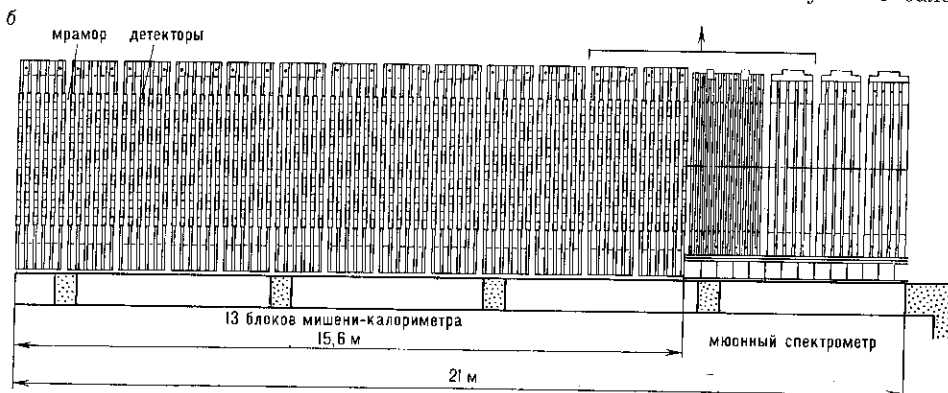


Рис. 3. Установка для исследования слабых взаимодействий (ЦЕРН): а — общий вид; б — сечение.



р а х). Здесь применяются системы И. к. для измерения энергии адронов, электронов и фотонов в пределах всего телесного угла. Одна из таких систем UA-1 (ЦЕРН), предназначенная для изучения взаимодействия протонов  $p$  и антипротонов  $\bar{p}$ , была использована для открытия  $W^\pm$ - и  $Z^0$ -бозонов. Установка содержит 108 И. к.

При столкновении  $p$  и  $\bar{p}$  кварк  $d$  и антикварк  $\bar{u}$ , напр., могут породить  $W^-$ -бозон, к-рый затем распадается на  $e$  и  $\bar{\nu}_e$ . Остальные кварки вместе с антикварковыми парами (рождёнными из вакуума) дают начало

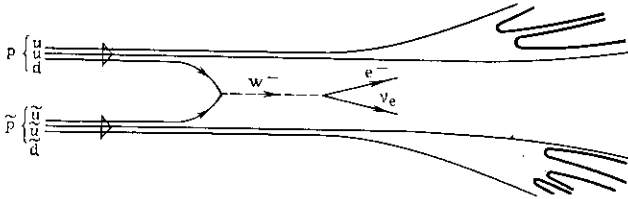


Рис. 4. Рождение  $W$ -бозона при столкновении  $p\bar{p}$ .

струи адронным, летящим вдоль оси столкновений  $p\bar{p}$  (рис. 4). Аналогично рождаются и  $Z^0$ -бозоны.

Центр. часть установки (центр. детектор) представляет собой дрейфовую камеру в магн. поле, к-рая позволяет восстановить траектории частиц, рождающихся при столкновении  $p\bar{p}$ , и определить их импульсы. Центр. детектор вдоль своей длины (6 м) окружён 48 полудцилиндрич. электронно-фотонными И. к., в к-рых поглощаются электроны, позитроны и фотоны и к-рые измеряют энергию этих частиц. Они состоят из слоёв сцинтиллятора и Pb. Энергичные адроны проникают через них в адронный калориметр, к-рым слу-

жит железное ядро магнита, прослойное 16 слоями сцинтилляторов. Обе системы И. к. измеряют энергию адронов. Вся установка (UA-1) окружена 8 слоями дрейфовых камер — мюонных детекторов (рис. 5).

Вероятности рождения  $W^\pm$  и  $Z^0$ -бозонов очень мала: доля процесса  $p+p \rightarrow W^\pm + \text{адроны}$  порядка  $10^{-8}$ , а  $\rightarrow e^\pm + \nu_e (\bar{\nu}_e)$  доля процесса  $p+p \rightarrow Z^0 + \text{адроны}$  порядка  $10^{-9}$  от  $\rightarrow e^+ + e^-$

полного числа процессов, идущих при столкновении  $p$  и  $\bar{p}$ . При идентификации  $W^\pm$ -бозонов рассматривались события, в к-рых возникал электрон (позитрон) с большим поперечным импульсом. Электроном считалась одиночная заряж. частица, зарегистрированная центр. детектором, энергии к-рой ( $\sim 40$  ГэВ) полностью поглотилась в электронно-фотонном И. к., а профиль каскада соответствовал ЭФК. При этом энергии, выделенная в И. к., совпадает с измеренной в центр. детекторе.

Др. характерным признаком распада  $W^\pm \rightarrow e + \nu_e (\bar{\nu}_e)$  является отсутствие баланса поперечной энергии, что указывает на вылет нейтрино в направлении, противоположном направлению вылета электрона. Из установки нейтрино исчезает бесследно, все остальные частицы либо останавливаются в И. к. (электроны, фотоны, адроны), либо оставляют в ней след (мюоны). Оба признака в сочетании с оценкой массы системы электрон-нейтрино указывали на существование  $W^\pm$ -бозона.

$Z^0$ -бозон обнаружен по измеренной инвариантной массе двух наблюдаемых пар  $\mu^+ \mu^-$  или  $e^+ e^-$ . В последнем случае для определения массы  $Z^0$ -бозона используются калориметрич. данные об энергии электрона и позитрона [6].

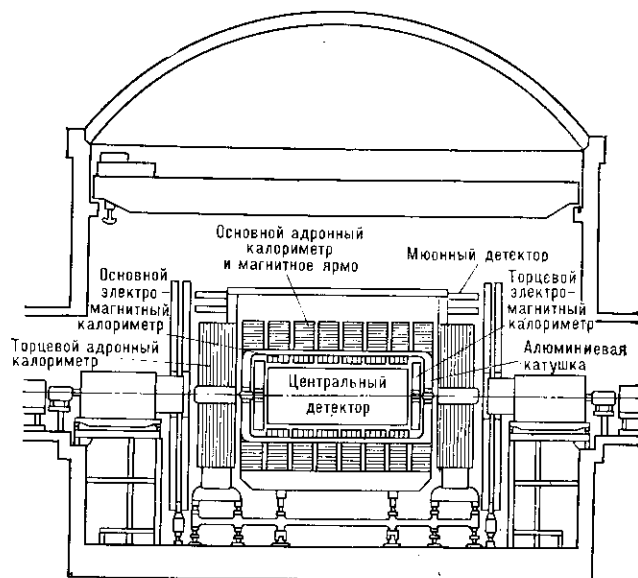


Рис. 5. Установка UA-1 на коллайдере.

Лит.: 1) Murzin V. S., Principles and application of the ionization calorimeter, в кн.: Progress in elementary particle and cosmic ray physics, v. 9, Amst., 1967; 2) Демьянов А. И., Мурзин В. С., Сарычева Т. И., Ядерно-каскадный процесс в плотном веществе, М., 1977; 3) Григоров Н. Л., Мурзин В. С., Райпорт И. Д., Метод измерения энергии частиц в области выше  $10^{11}$  эВ, «ЖЭТФ», 1958, т. 34,