

и гипероны и др. Широко исследуются возможные новые формы ядерной материи: пионная конденсация, кварковая материя, быстро вращающиеся ядра. Появились новые механизмы ядерных реакций, новые симметрии.

На основании материалов конференции можно сделать следующие выводы:

1. Наблюдается прогресс в изучении строения атомного ядра и механизмов ядерных реакций. Значительно расширены экспериментальные возможности таких исследований — появились пучки тяжелых ионов в широком интервале энергии от нескольких МэВ до нескольких ГэВ на нуклон, широко применяются интенсивные пучки протонов, электронов и пионов, используются лазерные методы. Значительно вырос уровень детектирующей аппаратуры и использование ЭВМ.

2. Многие доклады базировались на фундаментальных теориях, созданных советскими физиками-теоретиками

В. А. Фоком, Н. Н. Боголюбовым, а также Л. Д. Ландау и А. Б. Migdalом. Получили дальнейшее развитие экспериментальные направления, основополагающий вклад в которые внесли советские ученые: спонтанно-делящиеся изотопы, глубококонечные столкновения, фотоядерные реакции и др.

3. Наряду с углублением исследований по традиционным направлениям ядерной физики наблюдается смещение интереса физиков в область таких новых направлений, как мезонные и кварковые степени свободы в ядрах, поведение ядерных систем в экстремальных условиях, фазовые переходы в ядерной материи.

4. В связи с усложнением физических экспериментов высокого класса и их удорожанием расширяется международное сотрудничество ученых для решения определенных проблем.

СОЛОВЬЕВ В. Г.

Международная конференция «Структура адронов-80»

Конференция, организованная Физическим институтом Словацкой Академии наук, проходила 22—26 сентября 1980 г. в Смоленце (Чехословакия). В ней участвовали около 70 специалистов.

Среди рассмотренных на конференции проблем динамики сильных взаимодействий и описания свойств адронов можно выделить следующие основные направления: детальное изучение экспериментальных следствий квантовой хромодинамики (КХД), являющейся в настоящее время наиболее вероятным кандидатом на роль последовательной теории сильных взаимодействий; анализ теоретических проблем КХД; развитие моделей «великого объединения»; мультитарбитронные состояния и взаимодействие адронов в ядерной материи.

Для современной стадии развития КХД характерны известные трудности создания последовательной схемы описания явлений на больших (сравнимых с размерами адронов) расстояниях между кварками. Экспериментальное подтверждение основ теории следует ожидать прежде всего в процессах с большими передачами импульса, где асимптотическая свобода КХД допускает эффективное использование теории возмущений. В докладах Е. Калиновски и В. Фурмански (Польша) обсуждалось развитие техники теории возмущений для исследования эволюции адронных струй, образующихся при фрагментации жестких партонов (как кварков, так и цветных глюонов). Оживленную дискуссию вызвало сообщение В. Фурмански о возможности проверки неабелевой структуры калибровочной группы КХД посредством выделения эффектов взаимодействия трех глюонов в структурных функциях глубококонечного e^+e^- -рассеяния. Различные схемы вычисления поправок высших порядков теории возмущения в расчетах сечения образования струй с большими поперечными импульсами в e^+e^- -аннигиляции были рассмотрены З. Кустом (Венгрия), отметившим важность изучения трехструйной структуры как чувствительного теста КХД. Подробный анализ степенных поправок, приводящих к нарушению скейлинга в электромагнитных взаимодействиях адронов, был представлен в докладах Д. Политцера (США) и Э. В. Шурыка (ИЯФ СО АН СССР). Значительный прогресс в описании «жестких» реакций с участием адронов связан с установлением факторизационных теорем, представляющих амплитуды в виде степеней $1/Q^2$ с единым масштабом больших переданных импульсов. И. М. Дремин (ФИАН) предложил новый механизм генерации глюонных струй при сверхвысокой энергии (≥ 10 ТэВ), основанный на эффекте Вавилова — Черенкова в адронной материи. В докладе М. А. Шифмана (ИТЭФ) был рассмотрен подход к описанию мезонных резонансов и гипотетической частицы — глюония в рамках дисперсионных правил суммы. Выдвинутая гипотеза об

отождествлении глюония с η' (960)-мезоном представляется весьма существенной для классификации псевдоскалярных адронов.

Большой интерес вызвал доклад А. Н. Тавхелидзе (ИЯИ АН СССР), посвященный построению калибровочной модели с целочисленными зарядами кварков и нарушенной цветовой симметрией, альтернативной обычной квантовой хромодинамике. Модель предсказывает новые явления на больших расстояниях и эквивалентна стандартной теории в области асимптотической свободы.

Наиболее важным в КХД остается анализ возможных механизмов удержания цветных кварков и глюонов, требующий выхода за рамки теории возмущений. Эта проблема обсуждалась в докладах Р. Крютера (ЦЕРН) и Р. Джакива (США), сделавшего обзор квазиклассических моделей с цветной $Su(N)$ -симметрией, которые допускают решение в виде разложений по малому параметру $1/N$. С интересом было выслушано сообщение группы венгерских теоретиков о существовании новых автодвальных конфигураций классического поля Янга — Миллса, характеризующихся в отличие от широко известных инстантонов дробным топологическим зарядом и имеющих важное значение для понимания структуры вакуума КХД.

Часть докладов была посвящена калибровочным моделям электрослабого взаимодействия адронов. Общая тенденция, наблюдающаяся в последнее время, — стремление максимально уменьшить число хиггсовских полей. В обзорном докладе Д. Политцера обсуждались перспективы гипотезы «техникварков» — фермионов, участвующих в сверхсильных взаимодействиях. Отсутствие фундаментальных скалярных полей делает эту гипотезу весьма привлекательной; предсказываемые низколежащие состояния семейства техиадронов массой ≥ 250 ГэВ, возможно, будут обнаружены в опытах на ускорителях следующего поколения. Г. Эккер (Австрия) рассмотрел модели с горизонтальной симметрией, для которых требование минимальности хиггсовского сектора позволяет связать углы смешивания и эффекты нарушения СР-инвариантности с отношениями массы и кварков. В докладе Г. Ранфт (ГДР) были представлены оценки сечений образования W , Z -бозонов во встречных pp , pp -пучках. Отмечена важность явления интерференции различных механизмов рождения. С экспериментальной точки зрения наиболее перспективным является поиск эффектов, обусловленных W -бозонами, в поляризованных протон-антипротонных пучках на ускорителе SPS (ЦЕРН).

Тесная связь ядерной физики высоких энергий с теорией элементарных частиц была показана в докладе А. Биалаша (Польша). Рассмотренные им эффекты ослабления глубококонечных процессов рождения адронов на

ядрах дают возможность оценить пространственно-временные масштабы процесса «адронизации» кварков и сечения рассеяния кварков в ядерной материи (≤ 20 мб).

Доклады М. Лохера (Швейцария) и Б. А. Шахбазяна (ОИЯИ) были посвящены экспериментальному статусу шестикварковых состояний — дибарионов, предсказываемых моделью кварковых мешков. Сейчас сравнительно узкие пики обнаружены лишь в спектре эффективной массы Λp , $\Lambda\Lambda$ -систем, их отсутствие в pp -, pn -каналах, возможно, указывает на существование новых правил

отбора, пока не объясненных теорией. Докладчики отметили необходимость дальнейшего экспериментального изучения экзотических мультикварковых объектов.

Несколько оригинальных сообщений представили молодые физики, для которых весьма полезными были активные дискуссии по современным проблемам физики адронов и квантовой теории поля с участием ведущих ученых.

Доклады и часть кратких сообщений предполагается опубликовать в сборнике трудов конференции.

ИНОЗЕМЦЕВ В. И.

XX Международная конференция по физике высоких энергий

Конференция состоялась в Мэдисоне в университете шт. Висконсин (США) 17—23 июля 1980 г. На нее прибыли около 1200 физиков, что, по оценкам организаторов, составляет примерно 10% общего числа ученых, работающих над проблемами физики высоких энергий. Примерно 45% участников представляли США, остальные — практически все крупные лаборатории, в которых проводятся исследования по физике элементарных частиц. В работе конференции приняла участие и советская делегация в составе 10 человек во главе с директором ИФВЭ Л. Д. Соловьевым.

Основное внимание на таких конференциях уделяется своеобразному подведению итогов работы за последние два года, которые можно продемонстрировать с помощью точных данных или формул. Вместе с тем всех волнуют дальнейшие перспективы развития, надежды, которые связываются с тем или иным направлением. Чтобы стимулировать обсуждения такого рода, вниманию участников был предложен обзорный доклад Л. Саскинда о новых идеях в теоретической физике и специальная вечерняя сессия, на которой в менее формальной обстановке поделились своими мыслями о дальнейшем развитии физики высоких энергий такие известные физики, как Гелл-Манн и Салам.

Подобные обсуждения тем более необходимы, что сейчас, видимо, можно говорить о некотором переломном моменте: подтверждены основные идеи, разрабатывавшиеся на протяжении последних лет, остались нерешенными некоторые фундаментальные проблемы, не вполне ясно направление дальнейшего развития.

В частности, сейчас не вызывает сомнений кварковая структура элементарных частиц. Последний пример успешного применения кварковых моделей — спектроскопия так называемых Y -мезонов, которые построены из пары ($b\bar{b}$), где b — новый кварк с массой около 5 ГэВ. Свойства Y -мезонов наиболее подробно исследованы на недавно вступившем в строй ускорителе в Корнелле (США). На конференцию были представлены данные о существовании нового резонанса в Y -серии: $M(Y^{IV}) \approx 10,54$ ГэВ, $\Gamma(Y^{IV}) \approx 20$ МэВ. Важно, что резонанс относительно широк. Это означает, что Y^{IV} распадается в основном на частицы с новым квантовым числом («красотой»), которые состоят из одного тяжелого и одного легкого кварков. Существование новых адронов подтверждено наблюдением их лептонных распадов.

Согласно теоретическим предположениям должен существовать по крайней мере еще один кварк — t -кварк с массой не выше 76 ГэВ. Этот кварк искали экспериментально, но пока не обнаружили ($m_t > 48$ ГэВ).

Взаимодействие кварков описывается квантовой хромодинамикой, в которой, помимо частиц со спином $1/2$, вводится векторный глюон G^a ($a = 1, \dots, 8$). Предсказания квантовой хромодинамики проверяли в многочисленных опытах, и сейчас можно быть уверенным в правильности

этой теории сильных взаимодействий. Наиболее наглядным доказательством существования векторного глюона является наблюдение так называемых трехструйных событий на установке PETRA (ФРГ), которые связаны с переходом $e^+e^- \rightarrow q\bar{q}G$, где q ; $\bar{q}$; G — кварк, антикварк и глюон соответственно. Каждый кварк или глюон при высокой энергии реализуется в виде группы адронов, летящих примерно в одном направлении (струи). Свойства наблюдаемых на опыте струй отражают динамику элементарного процесса.

Результаты указанных опытов были предсказаны теоретически заранее, и установки рассчитывались на наблюдение предсказанных эффектов. Однако, как часто случается в физике, наиболее важные открытия появляются неожиданным образом. В данном случае речь идет о физике нейтрино, получившей новое и весьма интересное развитие. В Институте теоретической и экспериментальной физики (Москва) была измерена масса покоя электронного нейтрино. Согласно результатам группы В. А. Любимова и Е. Ф. Третьякова $m_{\nu_e} \approx 30$ эВ.

Результат получен при изучении β -распада трития по методике, которая развивалась в Институте более 20 лет. Если учесть, что многие годы нейтрино явно или молчаливо подразумевалось безмассовым, то можно говорить о рождении новой области физики.

Интерес к этой области в значительной степени вызван также опытами по поискам осцилляций нейтрино, которые возможны только для массивных нейтрино. Эти эксперименты во многом были стимулированы работами акад. Б. М. Понтекорво. Несколько результатов указывают на существование таких осцилляций. В частности, число электронных нейтрино, доходящих до Земли от Солнца, оказывается меньше, чем предсказывает теория. Возможно, что они переходят в другие типы нейтрино и поэтому не регистрируются. Со всей определенностью о наблюдении осцилляций нейтрино говорит группа Райнеса-Собеля (США), которая работала с реакторными нейтрино. Близкий эксперимент на реакторе в Гренобле (Франция) скорее приводит к отрицательному результату. Свидетельства в пользу осцилляций, хотя еще не окончательные, были получены в опытах на ускорителе в ЦЕРН (Швейцария), в которых участвуют и советские физики.

В настоящее время планируется ряд экспериментов по изучению осцилляций и определению массы нейтрино. Можно надеяться, что к следующей, Рочестерской, конференции ситуация в значительной степени прояснится.

Как уже отмечалось, сейчас можно говорить о том, что нам известен лагранжиан, описывающий все явления в доступной области энергий. Это не означает, конечно, что результат каждого опыта можно вычислить, поскольку часто опыты относятся к области, где соответствующие методы расчета не разработаны. Фундаментальной нерешенной проблемой остается проблема невыведения кварков в виде свободных частиц. Считается, что с увеличением расстояния между кварками они связываются своего рода