

СОВЕЩАНИЯ И КОНФЕРЕНЦИИ

539.171.017(063)

**VII ВСЕСОЮЗНАЯ ШКОЛА ПО НЕУПРУГИМ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯМ  
ПРИ ВЫСОКИХ ЭНЕРГИЯХ**

(Бакуриани, Груз. ССР, 17—26 января 1980 г.)

С 17 по 26 января 1980 г., после годичного перерыва, в Бакуриани проходила очередная VII Всесоюзная школа по неупругим взаимодействиям при высоких энергиях. Школа была организована Институтом физики АН Груз. ССР на бакурианской базе Высокогорной космической станции Цхра-Цкаро. Бакурианская школа занимает исключительное место в ряду других школ, будучи единственной общесоюзной школой, на которой собираются вместе физики, работающие в области космических лучей и на ускорителях. Несмотря на постепенный рост энергий ускорителей, физика космических лучей не сдает своих позиций, и возможность обсудить единые проблемы и перспективы развития физики неупругих процессов делает Бакурианскую школу одинаково интересной и для «космиков», и для физиков из ускорительных центров.

Традиционным для Бакурианской школы было широкое представительство всех основных научных центров и научных школ: Институт физики АН Груз. ССР, Тбилисский университет, ФИАН СССР, ИТЭФ, ИФВЭ, ОИЯИ, ЛИЯФ АН СССР, ИЯФ СО АН СССР, ИТФ им. Ландау АН СССР, ФТИ АН Узб. ССР, ЕрФИ и ряд других научных учреждений.

Всего на школе было прочитано 28 лекций и проведено семь теоретических семинаров и 10 семинаров по экспериментальной физике.

В соответствии с тематикой школы основное внимание уделялось адронным взаимодействиям при высоких энергиях. Однако традиционно круг вопросов, обсуждаемых на школе, весьма широк. Ряд лекций и большое число семинаров были посвящены физике слабых взаимодействий, квантовой механике и квантовой теории поля, дуальным моделям, физике ядра и ядро-ядерным столкновениям, вопросам методики экспериментов на ускорителях и в космических лучах, астрофизике и космологии.

Адронная физика экстремально высоких энергий была представлена на школе лекциями об экспериментах в космических лучах (Г. Б. Жданов, Н. Н. Ройнишвили, Д. М. Котляревский). Н. Н. Ройнишвили рассказала о результатах эксперимента «Памир». Изучались свойства широких (ШАЛ) и молодых (МАЛ) атмосферных ливней. Основной вывод анализа этих данных: стандартная скейлинговая картина конечных состояний к адрон-ядерным взаимодействиям при энергиях выше  $10^{15}$  эв неприменима. Именно: а) ШАЛ развивается в атмосфере значительно быстрее, чем следует из скейлинговых моделей, б) при данном числе электронов  $N_e$  мюонов гораздо больше, а адронов гораздо меньше, чем дают расчеты по скейлинговым моделям. Возможные объяснения: а) в этой области энергий космические лучи обогащены тяжелыми ядрами, б) полные сечения растут быстрее, чем можно ожидать экстраполяцией ускорительных данных, в) скорость диссиляции энергии во вторичные частицы выше, чем дают скейлинговые оценки — исчезает эффект лидирующих частиц, растет высота центрального плато. Другое указание на нарушение скейлинга — рост поперечных импульсов вторичных частиц, обсуждалось в докладе Г. Б. Жданова о структуре  $\gamma$ -семейств по данным установки «Памир».

В лекции Д. М. Котляревского был дан обстоятельный обзор физики взаимодействия космических лучей высоких энергий с ядрами. Следует подчеркнуть, что наиболее полные данные при энергиях выше ускорительных были получены именно грузинскими физиками на установке Цхра-Цкаро. Из наиболее интересных результатов отметим постоянство или даже слабое убывание с ростом энергии нормированной множественности  $R_A = \langle n_S \rangle_A / \langle n_S \rangle_N$ . Получены также указания на постоянство

полных сечений взаимодействия с тяжелыми ядрами при росте сечений для легких ядер.

Взаимодействия частиц высоких энергий с ядрами были посвящены также две теоретические лекции (Ю. М. Шабельский, Н. Н. Николаев). Основной вывод состоит в том, что множественные процессы на ядрах дают важные указания на аддитивное поведение составляющих кварков в неупругих взаимодействиях. И. М. Дремин рассказал о возможном механизме черенковского излучения пионов в ядерном веществе. Эффект, если и имеется, не может быть доминирующим процессом рождения пионов, так как приводит к большим поперечным импульсам пионов. За докладом последовала оживленная дискуссия. Г. А. Лексин привел обстоятельный обзор данных по фрагментации ядер. Результаты первых экспериментов по ядро-ядерным столкновениям в ОИЯИ обсуждались на семинаре, проведенном Г. А. Варденгой. Полученные до сих пор данные по множественному рождению пионов можно описать независимыми столкновениями нуклонов.

Кварковая модель, особенно новейшее ее развитие, связанное с квантовой хромодинамикой, широко обсуждалась на школе. П. Э. Волковицкий рассказал о традиционных приложениях аддитивной кварковой модели к периферическим адрон-адронным столкновениям. В лекции В. В. Анисовича обсуждались следствия кварковой комбинаторики для процессов множественного рождения. Большим успехом модели является подтверждение на опыте предсказанной доминантности рождения вторичных частиц через векторные резонансы. В лекции А. Б. Кайдалова было показано, что рождение вторичных частиц механизмом обесцвечивания возникающих при обмене глюонами цветных состояний приводит к такой же структуре конечных состояний, что и даваемое дуальным топологическим разложением. Естественные предположения о механизме обесцвечивания приводят к факторизации в  $s$ -канале. Для линейных траекторий эти соотношения факторизации дают многочисленные правила сумм для масс частиц, превосходно выполняющиеся на опыте. Обсуждалось также обобщение этой картины взаимодействия на жесткие процессы и ее связи с хромодинамической теорией возможностей. Конкретный механизм обесцвечивания и рождения адронов был рассмотрен на семинаре Е. Г. Гурвича. В лекции И. М. Дремина были рассмотрены модификации уравнений эволюции жестких струй, имитирующие эффекты пионизации — рождения медленных частиц при разлете цветных объектов.

Более абстрактный подход к связи теории дуальных струн с квантовой хромодинамикой был предметом лекции Г. С. Ирошикова и семинара, проведенного М. В. Иоффе. Уравнения для контуров в квантовой хромодинамике получаются подобными уравнениям для дуальных струн, причем параметры хромодинамического вакуума удается связать с наклонами реджевских траекторий. Большой интерес вызывала лекция А. Б. Кайдалова об экзотических барионах. Существование таких резонансов с изоспином  $I$ , равным спину  $J$ , и большим  $5/2$ , следует из сверхходящихся правил сумм для рассеяния реджеонов на частицах. Было рассказано об экспериментах, дающих указания (хотя и слабые) на существование таких резонансов.

Традиционным приложениям квантовой хромодинамики к жестким процессам были посвящены лекции А. И. Вайнштейна, где обсуждалась преимущественно  $e^+e^-$ -аннигиляция, и М. Г. Рыскина. Пригодность квантовой хромодинамики к описанию рождения частиц с очень большими  $p_t > 6 \text{ ГэВ}/c$  уже не вызывает прежних сомнений. Тем не менее остаются большие трудности с количественным описанием области  $p_t < 6 \text{ ГэВ}/c$ , где, скорее всего, важны поправки к борновскому приближению. Указания на большие поправки получены, в частности, в экспериментах ЦЕРНа по рождению тяжелых лептонных пар. Рождение тяжелых частиц в адронных реакциях обсуждалось в лекции А. К. Пиходеда. Рождение тяжелых частиц также является жестким процессом, и для оценки сечений можно использовать квантовую хромодинамику.

Физика множественных процессов обсуждалась в лекциях И. Д. Манджавидзе, В. Р. Гарсеванишвили, И. И. Ройзена, на семинарах, проведенных А. И. Голохастовым, Г. А. Варденгой. В лекции И. Д. Манджавидзе обсуждались процессы с предельно высокими множественностями и возможности выбора между обычными мультипериферическими и жесткими партонными механизмами этих процессов.

О новом подходе к проблеме спектра в нерелятивистской квантовой механике, в котором для нахождения поправок к данному уровню не требуется знать весь спектр невозмущенной задачи, рассказал на семинаре А. В. Турбинер. В лекциях С. М. Биленского (теоретическая часть) и И. С. Цукермана (обзор экспериментальных данных по нейтральным токам) было продемонстрировано, что в настоящее время модель Вайнберга — Салама в своих основах полностью подтверждена опытом и действительно может быть названа стандартной теорией единого электрослабого взаимодействия. В докладе И. Б. Хрицловича были описаны исследования эффектов несохранения четности в тяжелых атомах, которые привели к открытию в Новосибирске слабого взаимодействия электронов с нуклонами.

Различные механизмы нарушения СР-инвариантности и их возможные проявления обсуждались в выступлении Е. П. Шабалина. Измерение электрического дипольного момента нейтрона (э. д. м.) с точностью лучшей, чем  $10^{-26} \text{ е.с.м.}$ , позволит ответить на

вопрос, происходит ли СР-нарушение вследствие спонтанного нарушения симметрии в секторе хиггсовских полей (э. д. м.  $\sim (1-3) \cdot 10^{-25}$  е·см) или за счет механизма Ко-баяши — Маскавы (э. д. м.  $\sim 10^{-34}$  е·см).

Различные ограничения на массы «истинно элементарных», на сегодняшний день, частиц, рассмотрел в своей лекции А. А. Аксельм. Он подчеркнул, что сейчас массы еще не открытых промежуточных бозонов предсказываются точно:  $M_W = 80$  ГэВ,  $M_Z = 90$  ГэВ; и указал на возможный механизм спонтанного нарушения симметрии в слабом взаимодействии, связанный с сильным взаимодействием кварков. Если этот механизм имеет место, масса самого тяжелого кварка  $M_q = 50-60$  ГэВ.

Несколько лекций было посвящено проблемам астрофизики и космологии. Е. М. Алексеев рассказал о работах, проводимых в нейтринной обсерватории в Баксанском ущелье. При гравитационном коллапсе звезды возникает короткая ( $\sim 20$  сек) и интенсивная вспышка нейтринного излучения. По оценкам, обсерватория в Баксане может регистрировать такие вспышки примерно раз в 5 лет. В докладе А. Д. Долгова обсуждались ограничения на свойства элементарных частиц, которые следуют из современных астрономических наблюдений. В частности, масса стабильного нейтрального лептона либо  $< 40$  эВ, либо  $> 3$  ГэВ, а число различных типов нейтрино не больше 4. Более подробно с этими вопросами можно ознакомиться, прочитав напечатанный в УФН 130, 559 (1980) обзор А. Д. Долгова и Я. Б. Зельдовича.

О спектральных особенностях рентгеновского излучения нейтронных звезд говорилось в лекции В. В. Бурдюжа.

Необходимо отметить прекрасную организацию, а главное, чрезвычайно теплую, доброжелательную, дружественную атмосферу, традиционно царящую в Бакурианской школе. Это позволяет участникам школы бесстрашно обсуждать совсем новые, иногда еще сырье работы и идеи.

К сожалению, докладчики последней школы стали иногда злоупотреблять этой уникальной и ценной возможностью, излишне утомляя слушателей.

*H. H. Николаев, M. Г. Рыскин*