

PERSONALIA

Памяти Александра Евгеньевича Чудакова

Академик Александр Евгеньевич Чудаков, выдающийся ученый, специалист в области физики космических лучей и элементарных частиц, скончался 25 января 2001 г. на восьмидесятом году жизни.

Он родился 16 июня 1921 г. в Москве в семье известного инженера и ученого, основоположника автомобильного дела в СССР академика Е.А. Чудакова. После окончания средней школы в 1939 г. Александр Евгеньевич поступил на физический факультет Московского государственного университета (МГУ), который закончил с отличием в 1948 г. (из-за перерыва в занятиях вследствие военного времени).

В 1946 г., еще будучи студентом МГУ, Е.А. Чудаков начал работать в Физическом институте Академии наук (ФИАН) в группе, перед которой была поставлена задача изучения космических лучей с помощью ракет. В этих работах была измерена интенсивность космических лучей за пределами атмосферы и получены первые ограничения на поток γ -квантов с энергиями 1 МэВ и 100 МэВ. Методом измерения так называемого переходного эффекта в тонких слоях свинца было обнаружено образование электронно-фотонной компоненты первичными частицами (протонами) в плотном веществе. Отсюда, за два года до открытия на ускорителях π^0 -мезона, был сделан вывод о том, что мезон, ответственный за образование фотонов и электронов, имеет время жизни менее 10^{-9} с.

В 1949 г. Александр Евгеньевич обратил внимание на то, что при высоких энергиях для узких электрон-позитронных пар должно наблюдаться ослабление ионизации за счет взаимного экранирования полей электрона и позитрона. Это явление стало впоследствии известно как "эффект Чудакова" и использовалось в свое время для измерения энергии электронно-позитронных пар при изучении ядерных взаимодействий методом фотоэмульсий. Много позже выяснилось, что эффект, в сущности, имеет универсальный характер и проявляется в квантовой хромодинамике в виде экранировки цветных зарядов двух близкорелятирующих кварков или глюонов. Интересно, что статью об этом эффекте Александр Евгеньевич опубликовал лишь в 1955 г.

В 1953 г. А.Е. Чудаков приступил к изучению излучения Вавилова–Черенкова широких атмосферных ливней (ШАЛ).

В качестве попутной работы при подготовке этого эксперимента изучалось "ионизационное свечение" — люминесценция воздуха под действием ионизирующего излучения. Эффект исследовался при различных давлениях, и неожиданно было обнаружено, что и при полной откачке сосуда наблюдается слабое свечение. Исследуя его природу, А. Е. Чудаков устанавливает дополнительные металлические фольги на пути электронов и приходит к выводу, что обнаруженное им явление представляет собой переходное излучение, возникающее при пересечении элект-



Александр Евгеньевич Чудаков
(16.06.1921 – 25.01.2001)

рическим зарядом границы раздела двух сред. Это явилось первым экспериментальным подтверждением существования эффекта переходного излучения, предсказанного в 1945 г. в работе В.Л. Гинзбурга и И.М. Франка. Само "ионизационное свечение" воздуха оказалось достаточно малым и практически не служит помехой для "черенковских" экспериментов, однако его изотропия позволяет, в принципе, регистрировать гигантские ШАЛ на очень больших (порядка десятков километров) расстояниях. Такое предложение было высказано А.Е. Чудаковым, впервые реализовано в детекторе Fly's Eye (США), а в настоящее время еще в нескольких установках.

Продолжением "черенковской" темы в работах А.Е. Чудакова явилось создание в 1957–1960 гг. первого водного черенковского калориметра. Содержавший

100 тонн воды, — это был также наибольший детектор своего времени. Здесь, как и почти всегда, Александр Евгеньевич оказался предтечей идей и методов, которым были суждены долгая жизнь и плодотворное развитие. Современные гигантские подземные водно-черенковские детекторы вроде Суперкамиоканде в Японии должны вести свою родословную от этого детектора.

В 1960 г. совместно с Г.Т. Зацепиным Александр Евгеньевич предложил использовать черенковское свечение ливней в атмосфере для поиска локальных источников жестких γ -квантов (с энергией $\sim 10^{12}$ эВ) космического происхождения. Почти сразу же Александр Евгеньевич начинает пионерский эксперимент в области гамма-астрономии, и создает в Крыму первый черенковский гамма-телескоп, который работал в 1960–1963 гг. Этот эксперимент намного опередил свое время. Телескопы со сравнимыми параметрами стали создаваться за рубежом спустя более чем десятилетие. При этом эксперимент проводился в то время, когда еще не были открыты объекты, являющиеся источниками гамма-излучения в этой области энергий (пульсары и блазары). Наблюдались, в основном, радиогалактики и гамма-источников обнаружено не было. Однако этот отрицательный результат оказался очень важен в случае Крабовидной туманности, так как полученный при этом верхний предел явился доказательством прямого ускорения электронов в этом объекте.

После запуска в 1957 г. первого искусственного спутника Земли открываются новые возможности для изучения космических лучей с помощью ракетной техники, и Александр Евгеньевич вновь активно включается в эту работу. За этот цикл исследований А.Е. Чудаков был удостоен (совместно с С.Н. Верновым) Ленинской премии "за открытие и исследование внешнего радиационного пояса Земли" (1960 г.).

В 1963 г. в связи с решением о создании Нейтринной станции ФИАна на Северном Кавказе (теперь Баксанская нейтринная обсерватория Института ядерных исследований РАН) А.Е. Чудаков начинает разрабатывать проект подземного сцинтилляционного телескопа для изучения мюонов и нейтрино в составе космических лучей. Сцинтилляционный телескоп был запущен в 1978 г. Для нашего времени пятнадцать лет, отделяющих первоначальный проект от его исполнения, — это очень большой срок. Тем более он велик, когда речь идет об экспериментальной ядерной физике. И поэтому можно только удивляться тому, до какой степени гибкой и совершенной была разработанная А.Е. Чудаковым первоначальная схема детектора, если, вступив в строй, он не только оказался на уровне современных его пуску задач, но и оказался самым приспособленным в мире устройством для исследования таких проблем, которые вообще не стояли перед экспериментальной ядерной физикой в начале 60-х годов во время проектирования сцинтилляционного телескопа.

Так, в самом конце 60-х годов оживился интерес к гипотезе Б.М. Понтекорво о существовании осцилляций между различными сортами нейтрино. Выполненные на сцинтилляционном телескопе измерения интенсивности потока мюонных нейтрино, образующихся при взаимодействии первичных космических лучей с атмосферой Земли и проходящих через всю толщу земного шара (это были первые в мире измерения вертикального потока нейтрино), позволили сделать вывод, что интенсивность потока этих нейтрино не претерпевает заметных изменений на длине 10 тыс км, и это позволило установить ограничение на

параметры осцилляций, которое довольно долго было наилучшим в мире.

В середине 70-х годов в центре внимания физики элементарных частиц оказалась проблема стабильности протона. Распад протона с нарушением барионного числа оказался единственным предсказанием моделей объединения слабых, электромагнитных и сильных взаимодействий, которое могло быть экспериментально проверено. После небольшой модификации конструкции Баксанского телескопа такой эксперимент был проведен. Полученный предел на время жизни нуклонов относительно безнейтринных каналов распада превысил 10^{30} лет (также в то время наилучшее в мире ограничение, хотя и ненадолго) и вместе с последующими экспериментами позволил отвергнуть так называемую минимальную стандартную модель объединения, которая до этого казалась предпочтительной.

В начале 80-х годов появились теоретические работы о сверхтяжелом магнитном монополе и начались поиски такой частицы. Баксанский телескоп оказался самой подходящей в мире установкой для таких поисков. Полученное ограничение на поток таких монополей являлось наиболее сильным в течение многих лет и остается таковым по сей день (итальянско-американский эксперимент на установке МАКРО, в значительной мере проектировавшейся специально для этой задачи, сумел лишь достичь уровня Баксанского телескопа, но не смог его улучшить). При этом Александр Евгеньевич первым получил ограничения на поток таких магнитных монополей из астрофизических соображений, и встречающееся в литературе понятие "предел Паркера" по справедливости следовало бы заменить на "предел Чудакова–Паркера".

Еще позже, уже в 90-х годах, когда огромный интерес к проблеме темной материи стимулировал поиски различных частиц, которые теоретики выдвигали в качестве кандидатов на эту роль, оказалось, что и здесь данные Баксанского телескопа являются одними из лучших. Их обработка позволила получить наиболее сильные ограничения на поток нейтрино от аннигиляции нейтралينو, гипотетических частиц холодной темной материи.

Работы А. Е. Чудакова получили широкое признание. Он был избран академиком и членом президиума АН СССР (впоследствии РАН), стал лауреатом Ленинской и Государственной премий. В разное время он являлся членом, секретарем и председателем комиссии по космическим лучам Международного союза чистой и прикладной физики. В течение 20 лет он возглавлял Научный совет РАН по комплексной проблеме "Космические лучи". Будучи профессором МГУ, он много лет вел подготовку специалистов в области экспериментальной ядерной физики. Но не только этим определяется роль А.Е. Чудакова как ученого. Он всей своей деятельностью оказывал огромное влияние на формирование склада мышления, научного мировоззрения и стиля работы многих поколений физиков, работающих в области космических лучей. При этом в настоящее, не лучшее для отечественной науки, время, когда сплошь и рядом величайшей доблестью считается быть на уровне мировых тенденций и достижений (что на самом деле означает прозябание в хвосте пелетона), особенно поучителен пример ученого, который практически во всех своих начинаниях был пионером и, как правило, опережал мировой уровень на многие годы.

*Г.В. Домогацкий, Г.Т. Зацепин, А.С. Лидванский,
В.А. Матвеев, Ю.И. Стожков*