



ГЕОРГИЙ ТИМОФЕЕВИЧ  
ЗАЦЕПИН

**PERSONALIA**

53(092)

**ГЕОРГИЙ ТИМОФЕЕВИЧ ЗАЦЕПИН  
(К семидесятилетию со дня рождения)**

Выдающемуся советскому физику, лауреату Ленинской и Государственной премий, академику Георгию Тимофеевичу Зацепину исполняется 70 лет.

Георгий Тимофеевич родился 28 мая 1917 г. в семье известного хирурга. В 1941 г. он окончил физический факультет МГУ и с 1944 г. начал работать в ФИАНе. Под руководством своего учителя Д. В. Скобельцына он необычайно быстро прошел путь от молодого аспиранта до одного из самых глубоких специалистов в физике космических лучей. Темой экспериментального исследования молодого физика становятся широкие атмосферные ливни (ШАЛ). В суровых условиях высокогорной станции ФИАНа на Памире он проводит свои основные эксперименты. Он открывает ядерный каскад в ШАЛ и, изучая его развитие, уже в 1949 г. получает характеристики элементарного акта взаимодействия, которые окончательно формулирует в течение нескольких последующих лет: 1) сечение взаимодействия протонов с ядрами воздуха приблизительно постоянно вплоть до энергии  $E \sim 10^{15}$  эВ; 2) нуклон высокой энергии сохраняет в ядерном взаимодействии около половины своей первоначальной энергии; 3) наиболее энергичный из рожденных пионов уносит в среднем 15% энергии первичного нуклона. Это было поразительным открытием для теории тех лет, когда господствовало убеждение, что все сечения падают при больших энергиях, а протон теряет свою энергию в соударении катастрофическим образом. Почти четверть века потребовалось ускорительной физике, чтобы увидеть эту картину взаимодействия при высокой энергии.

Несколько позже Г. Т. Зацепин (и независимо Н. Л. Григоров) обнаружили, что энергетическое распределение наиболее энергичных вторичных пионов является функцией только отношения энергии пиона к энергии первичного нуклона. Более чем через 10 лет эта закономерность была обнаружена в ускорительных экспериментах и получила название «скейлинг».

Характерным для Г. Т. Зацепина стилем является переплетение экспериментальных и теоретических идей. Судьба одной из них оказалась весьма интересной. В 1955 г. Г. Т. Зацепин заметил, что ультррелятивистские ядра космических лучей могут расщепляться под действием фотонов солнечного света. Эта идея о том, что фотоны низких энергий могут вызывать реакции вследствие релятивистского преобразования энергии при переходе в систему покоя налетающей частицы, получила широкое применение в 60-х годах, когда было открыто реликтовое излучение. В частности, в 1968 г. Г. Т. Зацепин показал, что протоны с энергией выше  $3 \cdot 10^{19}$  эВ испытывают сильное торможение в межгалактической среде вследствие рождения пионов при столкновениях с реликтовыми фотонами. Это явление получило в литературе название «эффект Грейзена—Зацепина».

С начала 60-х годов основной областью научной деятельности Г. Т. Зацепина становится мюонная и нейтринная физика в космических лучах. Он выдвигает проекты крупномасштабных подземных экспериментов, на 15–20 лет опережая появление аналогичных проектов за рубежом. Масштабы предлагаемых детекторов не имели прецедента в физике тех лет. Для развертывания работ по этим проектам в 1963 г. создается специальная лаборатория (в 1971 г. она переходит в состав ИЯИ АН СССР). Начинается работа по созданию комплекса подземных лабораторий Баксанской нейтринной обсерватории, а также лаборатории в соляной шахте в г. Артемовске.

Задачи подземных детекторов вначале включают детектирование атмосферных нейтрино и детектирование солнечных нейтрино хлор-аргоновым методом. Под руководством Г. Т. Зацепина молодой коллектив лаборатории разрабатывает методику детектирования нейтрино низких энергий, анализирует фон и ищет методы защиты от внешних излучений, ведет поиск новых методов детектирования солнечных нейтрино. В частности, в 1965 г. в лаборатории был предложен галлий-германиевый детектор с низким порогом регистрации нейтрино чувствительный, в отличие от  $Cl - Ag$ -метода, к основной части потока солнечных нейтрино.

В 1965 г. Г. Т. Зацепин находит еще одну важную задачу нейтринной астрономии: он обнаруживает возможность детектирования нейтринного всплеска, возникающего при коллапсе звезд в нашей Галактике. Под руководством Г. Т. Зацепина в лаборатории начинается разработка 100-тонного сцинтилляционного детектора «Коллапс». Обсуждается развертывание мировой сети детекторов для поиска коллапсирующих звезд.

Помимо основного направления своей научной и организационной деятельности, связанной с подготовкой подземных нейтринных экспериментов, Г. Т. Зацепин в 60-х и 70-х годах получил ряд интересных экспериментальных и теоретических результатов в нейтринной и мюонной физике.

Он стал организатором и активным участником большого эксперимента МГУ по детектированию мюонов с помощью рентгено-эмульсионных камер. Эксперимент был поставлен для измерения спектра мюонов при очень высоких энергиях.

Из теоретических работ Г. Т. Зацепина в эти годы можно отметить ставшие классическими расчеты спектров атмосферных мюонов и нейтрино с учетом генерации и распада  $\mu$ - и  $K$ -мезонов, а позже — чармированных адронов. Впервые была решена задача о поглощении мюонов в грунте с учетом флуктуации в энергетических потерях.

В 1959 г. Георгий Тимофеевич впервые обратил внимание на возможность измерения энергии мюонов высоких энергий по ливням, создаваемым электрон-позитронными парами. Этот метод стал в настоящее время наиболее перспективным для измерения энергии мюонов сверхвысоких энергий.

С именем Г. Т. Зацепина неразрывно связано рождение гамма-астрономии высокой энергии. Появление в 1961 г. статьи о возможности поиска локальных гамма-источников по черенковскому излучению ливней, вызываемых гамма-квантами в атмосфере, привело к созданию черепковских гамма-телескопов.

80-е годы жизни Георгия Тимофеевича и возглавляемого им отдела знаменуются завершением работ по созданию нейтринных детекторов. Это касается прежде всего 60-тонного галлий-германиевого детектора для регистрации солнечных нейтрино. Его технический запуск будет осуществлен в конце 1987 г. Позади громадная работа и не только над детектором, и не только по строительству низкофоновой лаборатории, в которой он успешно установлен, но и по воспитанию коллектива экспериментаторов, пришедших в лабораторию студентами. Найдена оптимальная химическая процедура извлечения единичных атомов германия, образующихся под воздействием солнечных нейтрино, из металлического галлия с эффективностью не ниже 95%. Галлий-германиевый детектор — это лишь первый шаг на пути запланированной Г. Т. Зацепиным программы нейтринной спектроскопии Солнца. В лаборатории ведется работа по созданию литий-бериллиевого нейтринного детектора и подготовлен хлор-аргоновый эксперимент с массой детектирующего вещества 3000 тонн, т. е. в пять раз большей, чем в уникальном эксперименте Дэвиса. Его запуск намечен на конец текущей пятилетки.

В 1977 г. начал работать одномодульный 100-тонный сцинтилляционный детектор «Коллапс» в соляной шахте г. Артемовска. Помимо регулярной службы слежения за коллапсами звезд, с помощью этого детектора в 80-е годы было измерено сечение генерации адронов во взаимодействии мюонов с ядрами и показано, что извлекаемое отсюда сечение фоторождения адронов на ядрах остается постоянным вплоть до энергии  $3 \cdot 10^{12}$  эВ. Спектр мюонов на этой установке был измерен до энергии  $1 \cdot 10^{13}$  эВ. До еще более высоких энергий, превышающих  $3 \cdot 10^{13}$  эВ, спектр мюонов был измерен с помощью рентгено-эмульсионных камер установки МГУ.

В 1985 г. под руководством Г. Т. Зацепина была закончена работа по созданию системы сцинтилляционных детекторов, завершившихся запуском 90-тонного советско-итальянского телескопа под Монбланом. С его пуском вошел в строй третий телескоп по наблюдению нейтринных всплесков от коллапсов звезд. Низкий уровень фона в центральных детекторах позволяет ставить вопрос о регистрации в них солнечных нейтрино по эффекту нейтрино-электронного рассеяния. Дальнейшее развитие эта возможность получит в совместном советско-итальянском детекторе, который будет сооружен в лаборатории Грен Сассо.

Г. Т. Зацепин стал одним из инициаторов и участников крупномасштабного эксперимента «Памир» по изучению взаимодействий при энергии до  $10^6$  эВ с помощью рентгено-эмульсионных камер. В этом эксперименте обнаружено изменение характеристик элементарного акта взаимодействия адронов при энергиях налетающих частиц до  $10^6$  эВ, значительно превышающих энергии в ускорительных экспериментах.

Работы Г. Т. Зацепина в области нейтринной астрофизики и космических лучей получили заслуженное международное признание, а для ряда проблем определили развитие мировой физики.

Г. Т. Зацепин создал школу специалистов, работающих как в его лаборатории, так и во многих других научных центрах СССР. Среди них и молодые физики, и известные ученые. Георгий Тимофеевич ведет работу и со студентами, возглавляя кафедру космических лучей МГУ.

Поздравляя Георгия Тимофеевича Зацепина с семидесятилетием, мы желаем ему здоровья и дальнейших успехов в его многогранной научной деятельности.

*В. Л. Гинзбург, М. А. Марков, Б. М. Понтекорво,  
Д. В. Скобельцын, Е. Л. Фейнберг, А. Е. Чудаков*