

PERSONALIA

Памяти Ефима Самойловича Фрадкина

25 мая 1999 года после тяжелой болезни скончался выдающийся физик-теоретик, академик Ефим Самойлович Фрадкин.

Е.С. Фрадкин родился 30 ноября 1924 г. в Белоруссии в местечке Щедрин в бедной многодетной семье. Он успел проучиться год в Минском университете, когда началась война. Почти вся его семья была уничтожена нацистами. Ефим Самойлович смог выбраться из Минска. С 1942 г. он на фронте — сначала рядовым, а после тяжелого ранения под Сталинградом и краткосрочного обучения в артиллерийском училище — офицером. С 1945 г. Е.С. Фрадкин, продолжая служить в армии, проходил курс Львовского университета, на очное отделение которого перешел после демобилизации в 1946 г. Заканчивая университет в 1948 г., Е.С. Фрадкин написал две дипломных работы, в одной из которых он обобщил на случай спина $5/2$ статью В.Л. Гинзбурга о спине $3/2$. Львовские профессора отказались судить об этой работе, и Фрадкин, пользуясь правом офицера, награжденного боевыми орденами, поехал в Москву. Тамм и Гинзбург сразу оценили его талант и добились зачисления его в аспирантуру Теоретического отдела ФИАНа. Помимо чисто теоретической работы Е.С. был занят в группе, занимавшейся расчетами, связанными с созданием термоядерного оружия. Эти расчеты были отмечены в 1953 г. Государственной премией СССР.

С Теоретическим отделом ФИАНа неразрывно связаны 50 лет жизни Е.С. Фрадкина. Здесь он более 30 лет возглавлял сектор квантовой теории поля и квантовой статистики.

Е.С. Фрадкин всегда тяготел к разработке наиболее актуальных и принципиальных вопросов теории элементарных частиц и квантовой статистики.

На основе работ Е.С. Фрадкина по функциональной формулировке квантовой теории поля (КТП) и квантовой статистики как нерелятивистской, так и релятивистской, были развиты вычислительные методы, позволяющие существенно выйти за рамки традиционной теории возмущений. Среди них — метод суперпропагатора, известный как теория Фрадкина–Ефимова, позволяющий работать с существенно неполиномиальным взаимодействием. В релятивистской квантовой статистике Е.С. Фрадкиным получена система функциональных уравнений для производящего функционала функций Грина, развита диаграммная техника. Он показал в 1959 г., что в пределе нулевых температуры и химических потенциалов из этих уравнений возникает евклидова формулировка КТП. Им впервые была получена полностью перенормированная система уравнений для функ-



Ефим Самойлович Фрадкин
(30.11.1924 – 25.05.1999)

ций Грина. Изучение высокоэнергетического режима этой системы привело его к обнаружению конформного решения.

Цикл работ Е.С. Фрадкина по конформной квантовой теории внес важный вклад в становление этого направления. В частности, им получена конформная формулировка калибровочной теории, построен класс точно решаемых моделей в D -мерии, получена полная классификация суперконформных алгебр, развита конформная калибровочная теория высших спинов. Конформная теория поля оставалась любимым делом Ефима Самойловича, он продолжал ею заниматься вплоть до послед-

них дней, в его планах было издание второго тома книги "Конформная теория поля в D измерениях".

В 1955 г. Е.С. Фрадкин (одновременно с Л.Д. Ландау и И.Я. Померанчуком) указал на внутреннюю противоречивость квантовой электродинамики — на трудность "нуль-заряда". Фундаментальное значение этого открытия было глубоко осознано в связи с обнаружением асимптотической свободы в квантовой теории неабелевых калибровочных полей. Е.С. Фрадкин сформулировал требование асимптотической свободы как руководящее для построения моделей большого объединения. Им построены реалистические асимптотически свободные модели объединения сильного, слабого и электромагнитного взаимодействий.

Крупным достижением Е.С. Фрадкина явился вывод в квантовой электродинамике тождеств Уорда–Фрадкина–Такахаши. Обобщенные Славновым и Тейлором на неабелевы калибровочные теории эти соотношения являются важнейшим инструментом исследования свойств калибровочных теорий. Эти тождества были получены Е.С. Фрадким также в квантовой гравитации, где им впервые была высказана идея об асимптотической свободе гравитационного взаимодействия на малых расстояниях.

Общепризнанным является вклад Е.С. Фрадкина в создание квантовой теории калибровочного поля. Им проведено каноническое квантование в теории Янга–Миллса, доказана калибровочная независимость физических величин, перенормируемость массивного векторного поля в калибровочной теории слабых взаимодействий. Е.С. Фрадким впервые получено корректное выражение для S -матрицы в гравитации в произвольной калибровке. Им решена проблема построения S -матрицы для релятивистских систем со связями наиболее общего вида. Формализм Баталина–Фрадкина–Вилковского является универсальным методом, применимым для квантования динамических систем от калибровочной теории Янга–Миллса, (супер)гравитации и суперструн до моделей конформной теории поля.

Большой интерес вызывала у Фрадкина квантовая гравитация и, в частности, теория струн. Ковариантный сигма-модельный подход Фрадкина–Цейтлина к описанию низкоэнергетической динамики струн, неограниченный разложением S -матрицы по числу полей, позволил выяснить общую структуру дилатонной константы связи в эффективном действии струны и привел к открытию центральной роли действия Борна–Инфельда нелинейной электродинамики в квантовой теории открытых струн. Эти результаты до сих пор находятся в центре внимания современной теории струн.

С первой своей работы, посвященной лагранжевой формулировке свободного поля спина $5/2$, Е.С. Фрадкин на всю жизнь сохранил интерес к теории полей высших спинов. В семидесятые годы им была построена модель

$N = 2$ супергравитации в антидеситтеровском пространстве, содержащая электрически заряженное поле спина $3/2$. Тем самым впервые был получен пример единой теории калибровочных взаимодействий на основе супергравитации и выяснена фундаментальная роль антидеситтеровской геометрии в этой теории. Позднее в работах Е.С. Фрадкина с учениками на основе антидеситтеровской геометрии была разработана теория калибровочных полей высших спинов и найдены бесконечномерные симметрии этой теории.

Всего Е.С. Фрадким опубликовано более 250 статей и 2 монографии. Подробная библиография его работ, выполненных до 1985 года, приведена в двухтомнике, изданном в честь его 60-летия: *Quantum Field Theory and Quantum Statistics* (Essays in Honour of the sixtieth birthday of E.S. Fradkin) (Eds I.A. Batalin, C. Isham, and G.A. Vilkovisky) Vols I and II (Bristol: Adam Hilger, 1987). Показательно, что в этом сборнике приняло участие 93 автора из 16 стран.

Мы остановились на наиболее, с нашей точки зрения, значительных результатах, которые дают хотя и не всестороннее, но достаточно полное представление о том большом вкладе в развитие теоретической физики, который внес Е.С. Фрадкин. Его заслуги неоднократно отмечались: он награжден орденами Красной Звезды, Трудового Красного Знамени, "Знак Почета" и медалями. В 1980 г. ему присуждена премия имени Тамма АН СССР, а в 1996 г. — Золотая медаль имени Сахарова РАН. Он был избран иностранным членом Академии Понтаниана (Италия), удостоен Золотой Дираковской медали Международного центра теоретической физики.

Ефим Самойлович воспитал целую плеяду талантливых физиков-теоретиков, создав тем самым собственную школу. По своим человеческим качествам он являлся достойным представителем школы И.Е. Тамма. Он активно поддерживал А.Д. Сахарова в тяжелые годы горьковской ссылки. Характерной чертой Ефима Самойловича являлась самозабвенная отдача сил и энергии решению стоящих перед ним задач. Его трудоспособности, энергии и широте интересов можно было только поражаться. Он пользовался высоким авторитетом среди советских и зарубежных физиков и всегда был готов к обсуждению любого (не только научного) серьезного вопроса. Он был просто умным, мудрым человеком.

Смерть Е.С. Фрадкина стала тяжелой утратой для всех, кто любил его и восхищался им, для всего международного сообщества физиков-теоретиков.

*И.А. Баталин, М.А. Васильев, Г.А. Вилковский,
В.Л. Гинзбург, А.В. Гуревич, Л.В. Келдыш,
С.Е. Конштейн, В.И. Ритус, И.В. Тютин,
В.Я. Файнберг, Е.Л. Фейнберг, А.А. Цейтлин*