Заглядывая за горизонты. К 85-летию со дня рождения Л. Н. Липатова

02.05.1940–04.09.2017

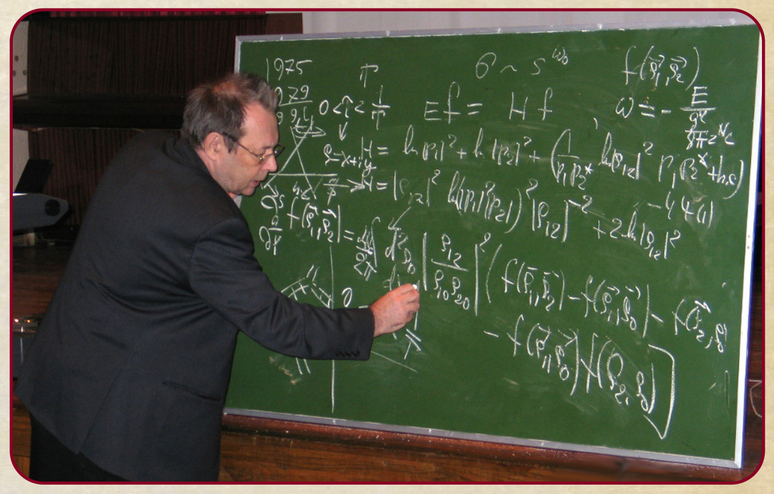
Лев Николаевич Липатов – крупнейший специалист в области теоретической физики, квантовой теории поля и калибровочных теорий суперсимметрии, член-корреспондент РАН (1997), академик РАН (2011), руководитель Отделения теоретической физики ПИЯФ (1997–2017).

Лев Николаевич Липатов родился в Ленинграде 2 мая 1940 г. В конце августа 1941-го он был эвакуирован в Тамбовскую область, откуда вернулся в Ленинград в 1944 г. В 1962 г. окончил физический факультет Ленинградского государственного университета, а в 1963-м поступил в аспирантуру возглавляемого В. Н. Грибовым Теоретического отдела Физико-технического института им. А. Ф. Иоффе АН СССР.

Конец 1950-х – начало 1960-х гг. было временем неверия в применимость квантовой теории поля к описанию сильных взаимодействий и поисков альтернативных подходов. Популярной была теория полюсов Редже, которая большей частью усилиями В. Н. Грибова превращалась в релятивистскую теорию комплексных угловых моментов – теорию Редже – Грибова. Однако квантовая теория поля не была отброшена группой Грибова – она активно использовалась для сверки с идеями реджезации и построения реджеонной диаграммной техники. К этому направлению относятся первые работы Л. Н. Липатова, выполненные совместно с В. Н. Грибовым, В. Г. Горшковым и Г. В. Фроловым в 1966–1970 гг. В этих работах, ставших классическими, были найдены высокоэнергетические асимптотики процессов рассеяния в квантовой электродинамике в лидирующих логарифмических приближениях. В амплитудах процессов с падающими с энергией сечениями были обнаружены отличные от известных (так называемых судаковских) дважды-логарифмы и разработана методика их суммирования. Позднее Лев Николаевич кардинально усовершенствовал эту методику с помощью открытого им инфракрасного уравнения эволюции. Для процессов с неубывающими сечениями были просуммированы главные однологарифмические вклады и найдена асимптотика сечений этих процессов при большой энергии. На языке теории Редже – Грибова был найден интерсепт померона (положение крайне правой особенности в плоскости комплексных угловых моментов) в квантовой электродинамике, и показано, что померон является неподвижной точкой ветвления.

Уже при выполнении этих работ Лев Николаевич показал поразительную способность находить элегантные и математически строгие решения чрезвычайно трудных задач, пробиться там, где это считалось невозможным. Всю свою творческую жизнь Лев Николаевич находился на передовых рубежах физики высоких энергий, и эти рубежи продвигались во многом благодаря его усилиям. В 1971–1972 гг., вскоре после экспериментального обнаружения бьеркеновского скейлинга в глубоко неупругом рассеянии электронов на протонах, в работах В. Н. Грибова и Л. Н. Липатова путем суммирования главных логарифмических вкладов в сечения глубоко неупругого рассеяния и инклюзивной аннигиляции в двух моделях теории поля было продемонстрировано нарушение скейлинга и получено знаменитое «соотношение взаимности», связывающее структурные функции двух процессов. В этих работах показано, что в квантовой теории поля партонные распределения не являются постоянными, как в наивных партонных моделях, обеспечивающих бьеркеновский скейлинг, а логарифмически зависят от переданного импульса. Чуть позже (в 1974 г.) Лев Николаевич переформулировал полученные результаты на «партонном языке» и вывел уравнения эволюции партонных распределений с переданным импульсом в перенормируемых теориях поля. По существу, уравнения представляют собой уравнения ренормгруппы и имеют универсальный характер: от вида теории зависят только ядра уравнений. В квантовой хромодинамике (КХД) эти ядра были посчитаны в 1977 г., и теперь уравнения носят название ДГЛАП (Докшицера – Грибова – Липатова – Альтарелли – Паризи). Полученные с их помощью партонные распределения являются неотъемлемой частью теоретического описания процессов с участием адронов высокой энергии. Позже (в 1985 г.) Лев Николаевич с соавторами вывел более общие уравнения эволюции для квазипартонных операторов, дающие основу для описания поляризационных явлений и вычисления степенных поправок к сечениям жестких адронных процессов.

Сразу после открытия асимптотической свободы в неабелевых калибровочных теориях Лев Николаевич приступил к исследованию высокоэнергетических асимптотик в таких теориях и обнаружил свойство реджезации векторного бозона. На этой основе им (с соавторами) в 1975 г. было выведено в главном логарифмическом приближении уравнение эволюции с энергией для амплитуд в теориях со спонтанным нарушением симметрии, дающим массу всем калибровочным бозонам. В 1978 г. Львом Николаевичем с учеником было показано, что это уравнение может быть использовано в КХД, где оно получило широкую известность как уравнение БФКЛ (Балицкого – Фадина – Кураева –



Липатова). Это уравнение определяет асимптотику амплитуд процессов с обменом двумя реджезованными глюонами в любом цветовом состоянии. В БФКЛ-теории померон, определяющий асимптотику амплитуд наблюдаемых процессов, является связанным состоянием двух реджезованных глюонов в бесцветном состоянии. В 1998 г., после многолетней работы Льва Николаевича с соавторами, уравнение БФКЛ было получено в следующем за главным логарифмическом приближении. В настоящее время БФКЛ-теория является одним из основных инструментов теоретического описания экспериментальных данных, полученных на современных ускорителях.

Впечатляющий пример виртуозной техники Лев Николаевич показал при вычислении коэффициентов высоких порядков рядов теории возмущений в квантовой теории поля, используя для вычисления решения классических уравнений поля и квантовые флуктуации вокруг них. О высочайшем уровне мастерства говорит тот факт, что, хотя аргументы в пользу асимптотического характера ряда были выдвинуты еще в 1950-х гг., до работ Льва Николаевича не существовало даже надежных оценок этих коэффициентов. Развитый им метод вычислений сразу был высоко оценен специалистами и стал классическим. Он широко применяется не только в физике элементарных частиц, но и в физике твердого тела, и в статистической физике. Другими примерами непревзойденного мастерства Льва Николаевича является доказательство конформной инвариантности в пространстве прицельных параметров ядра уравнения БФКЛ для бесцветных состояний (1986), голоморфной сепарабельности гамильтониана парного взаимодействия реджезованных глюонов в пределе большого числа цветов (1990), эквивалентности гамильтониана взаимодействия n реджеонов и гамильтониана спиновой модели Гейзенберга, в которой спинами являются генераторы группы Мёбиуса, и полной интегрируемости реджеонной динамики в многоцветной КХД (1994).

Возникшее еще во время учебы увлечение проблемами реджезации и взаимодействия реджеонов Лев Николаевич пронес через всю жизнь. В 1982 г. он показал, что гравитон так же, как и глюон, лежит на реджевской траектории, а в 2007 г. исследовал реджезацию в электрослабом секторе Стандартной модели. На протяжении ряда лет он занимался построением реджеонной теории для КХД и квантовой теории гравитации. В 1995 г. им было построено основанное на реджезованных глюонах эффективное действие для высокоэнергетических процессов в КХД; в 2001-м в него были включены реджезованные кварки; в 2011-м построено эффективное действие в гравитации. Развитая (совместно с соавторами) на этой основе диаграммная техника с успехом применяется в настоящее время как в теории, так и в феноменологии.

Ряд замечательных результатов Лев Николаевич получил в максимально расширенной суперсимметричной теории Янга – Миллса. В частности, им с соавторами была обнаружена интегрируемость уравнений для аномальных размерностей (1997), вычислены двухпетлевые поправки к уравнению БФКЛ в этой теории (2000), вычислены четырехпетлевые аномальные размерности (2004–2007), обнаружена полная интегрируемость амплитуд рассеяния (2009), показана неполнота BDS-анзаца и вычислена поправочная функция к нему (2009–2012). Предложенный им принцип максимальной трансцендентальности (2003), появившийся как гениальная догадка, сейчас получил множество подтверждений и широко используется в теоретических изысканиях. Гипотеза о дуальности померона и гравитона выглядит все более и более обоснованной.

Результаты Л. Н. Липатова широко известны в мире. Созданная им научная школа объединила теоретиков многих стран, включая Россию, Германию, Францию, США, Испанию, Израиль, Польшу и др. Он удостоен множества научных наград, среди которых премии им. Александра фон Гумбольдта (1995), им. И. Я. Померанчука (2001), им. Марии Склодовской-Кюри (2006) и премия Европейского физического общества в области физики частиц и физики высоких энергий (2015). Значение результатов, полученных Л. Н. Липатовым, подтверждается огромным числом (более 30 000) ссылок на его работы.

Вручение премии им. И. Я Померанчука

Помимо исследовательской работы Лев Николаевич вел активную педагогическую деятельность в Санкт-Петербургском государственном университете, находил время для создания оригинальных учебных пособий. Кроме этого, он участвовал в организации множества школ и конференций как в России, так и за рубежом. Особенно широко известны организованные им Зимние школы по теоретической физике и конференции «Структура адронов и квантовая хромодинамика».

Открытие конференции HSQCD (2005)

HSQCD (2008)

На конференции HS-13 (2013)

Лев Николаевич бесконечно любил науку. Он был так погружен в нее, что не замечал жизненных проблем. Наука занимала почти все его мысли. Он был готов говорить о ней в любое время и в любом состоянии. Страсть к науке совмещалась в нем с прекрасными человеческими качествами – он был очень добрым человеком.

Л. Н. Липатов скоропостижно скончался 4 сентября 2017 года в Дубне, в день открытия Четвертого российско-испанского конгресса по ядерной физике, на котором должен был выступить с докладом...

Стенд подготовлен Музейным советом, Музейно-библиотечным центром и Издательско-полиграфическим отделом