



АНАТОЛИЙ АЛЕКСЕЕВИЧ
ЛОГУНОВ

PERSONALIA

53(092)

АНАТОЛИЙ АЛЕКСЕЕВИЧ ЛОГУНОВ**(К шестидесятилетию со дня рождения)**

30 декабря 1986 г. крупнейшему советскому физику, организатору науки и высшего образования академику Анатолию Алексеевичу Логунову исполнилось шестьдесят лет.

Многогранная научная деятельность Анатолия Алексеевича Логунова посвящена становлению новой области фундаментальных научных исследований, активно развивающейся с начала 50-х годов,— физике элементарных частиц и высоких энергий, а в последние годы — развитию новых представлений о пространстве-времени и гравитации.

Как и многие представители ученых его поколения, Анатолий Алексеевич начинал с физики космических лучей. Первые его научные работы посвящены исследованию диффузии и ускорения космических лучей в межгалактической намагниченной среде.

Глубокое влияние на дальнейшую научную деятельность А. А. Логунова, определившее стиль его работы — выбор наиболее фундаментальных, ключевых проблем и создание адекватных математических методов исследования,— оказало тесное научное общение и совместная работа с Н. Н. Боголюбовым.

А. А. Логунов одним из первых глубоко осознал широкие возможности и мощь методов квантовой теории поля при исследовании принципиальных проблем физики элементарных частиц и высоких энергий. Проблемам квантовой теории поля и выводу на ее основе наиболее общих физических следствий посвящен большой цикл его работ.

А. А. Логуновым впервые было дано обобщение группы конечных мультипликативных перенормировок, а также функциональных и дифференциальных ренормгрупповых уравнений квантовой электродинамики, установленных ранее лишь для поперечной калибровки, на случай произвольной калибровки потенциалов электромагнитного поля. Эти исследования и работы Н. Н. Боголюбова и Д. В. Ширкова, решившие в совокупности проблему последовательной формулировки и использования метода ренормализационной инвариантности в теории полей, были отмечены Государственной премией СССР.

Продолжая начатые Н. Н. Боголюбовым исследования по созданию метода дисперсионных соотношений, Анатолий Алексеевич проложил новые пути использования этого подхода к описанию разнообразных процессов взаимодействия элементарных частиц. Ему принадлежат основополагающие работы по выводу дисперсионных соотношений **для процессов фоторождения π -мезонов** на нуклонах. На базе дисперсионных соотношений в соединении с условием унитарности им были получены системы уравнений, которые легли в основу построения теории сильных взаимодействий для процессов фоторождения в области малых и средних энергий. Эти исследования вошли в цикл работ, отмеченный впоследствии Государственной премией СССР.

Существенно опережая интересы тех лет, Анатолий Алексеевич разработал новые пути применения дисперсионных соотношений для описания неупругих процессов, «блоков» с виртуальными концами, множественного рождения частиц.

Доказательство дисперсионных соотношений в рамках аксиоматической квантовой теории потребовало привлечения нового математического аппарата — теории функций многих комплексных переменных с граничными значениями из класса обобщенных функций. А. А. Логунов нашел новые пути исследования аналитических свойств амплитуды рассеяния в теории возмущений, на основе разработанной им мажорационной техники. Сущность мажорационной техники состоит в том, что аналитические свойства совокупности всех диаграмм Фейнмана определяются небольшим числом графов низшего порядка. Это позволило доказать дисперсионные соотношения для парциальных амплитуд нуклон-нуклонного рассеяния.

Исследование аналитических свойств амплитуды рассеяния явилось базой, благодаря которой Анатолию Алексеевичу удалось найти и строго обосновать существование целого ряда соотношений между наблюдаемыми характеристиками процессов при высоких энергиях. Он показал, что, если исходить из общих принципов квантовой теории поля, могут быть получены асимптотические соотношения для полных и дифференциальных сечений. Им была обобщена теорема Померанчука о равенстве сечений нуклон-нуклонного и нуклон-антинуклонного рассеяний для случая, когда полные сечения

и эффективный радиус взаимодействия с ростом энергии возрастают, что отвечает реальной физической картине.

Последовательное изучение в рамках аксиоматического метода амплитуды рассеяния как аналитической функции двух переменных — энергии и передачи импульса — привело Анатолия Алексеевича к введению понятия эффективного радиуса взаимодействия для упругих и неупругих процессов. При этом он пришел к важному выводу о том, что эффективный радиус взаимодействия любого неупругого процесса не может быть больше радиуса взаимодействия соответствующего упругого процесса.

Известно, что одна из характерных черт процессов, протекающих при столкновении двух частиц высоких энергий, — их существенная неупругость, связанная с возможностью образования новых, вторичных частиц. Чем выше энергия сталкивающихся частиц, тем большее количество новых частиц может родиться в результате такого столкновения. Разнообразие и сложность описания конечных продуктов реакции при достаточно высоких энергиях делают здесь непригодными традиционные методы исследования.

В 1967 г. Анатолием Алексеевичем Логуновым был выдвинут принципиально новый подход к изучению процессов неупругого взаимодействия частиц при высоких энергиях. В основе этого подхода лежит концепция так называемого инклюзивного измерения, или инклюзивной реакции. Вместо того, чтобы следить за всеми вновь образующимися частицами, в этом подходе ставится задача изучения характеристик лишь одной или нескольких выделенных частиц заданного сорта, взятых, однако, по совокупности во всех возможных каналах реакции.

Инклюзивный подход позволил включить в рассмотрение все каналы реакции и дать модельно независимое описание важнейших закономерностей многочастичных процессов при высоких энергиях на основе общих принципов квантовой теории поля.

Полностью оценить значение этих фундаментальных работ А. А. Логунова оказалось возможным только сейчас, когда отчетливо выявилось, что изучение инклюзивных процессов является ключевым вопросом физики высоких энергий.

Экспериментальное исследование инклюзивных реакций в процессах сильного взаимодействия частиц при высоких энергиях, предпринятое на пучках Серпуховского ускорителя сразу после его запуска, привело к обнаружению в 1969 г. одной из важнейших закономерностей в физике высоких энергий — свойства масштабной инвариантности этих процессов.

Обнаружение масштабных свойств сильных и электромагнитных взаимодействий соответственно в инклюзивных адронных реакциях (Серпухов) и в глубоконеупругих процессах электрон-протонного рассеяния (Стэнфорд) проложило путь к современному пониманию динамических проявлений кварковой структуры адронов.

Цикл теоретических работ по исследованию инклюзивных процессов сильного взаимодействия частиц, выполненных А. А. Логуновым и его учениками, и экспериментальное исследование этих процессов на Серпуховском ускорителе, приведшее к обнаружению свойств масштабной инвариантности, были удостоены в 1986 г. Ленинской премии.

Важным применением дисперсионных соотношений оказались выведенные впервые А. А. Логуновым свертывающиеся правила сумм, связывающие характеристики частиц и резонансов. Развивая это направление, он получил дисперсионные правила сумм для конечных энергий, которые послужили базой для создания концепции дуальности. Это важнейшее понятие феноменологической теории связывает резонансы в прямом канале с высокоэнергетическим поведением в перекрестном канале реакции.

Стремление сочетать строгие аксиоматические методы с возможностью динамического описания процессов при высоких энергиях привело А. А. Логунова к созданию так называемого квазипотенциального метода в релятивистской задаче двух тел. Основное уравнение этого метода, называемое уравнением Логунова — Тавхелидзе, является близким релятивистским аналогом уравнения Шрёдингера. Благодаря этому волновой функции релятивистских частиц удалось вернуть ее наглядное вероятностное содержание, что открыло широкие возможности применения этого метода. С одной стороны, в квантовой электродинамике этот метод наиболее эффективен при расчете высших радиационных поправок к уровням связанных состояний; с другой стороны, потенциальная картина взаимодействия, вместе с введенным Анатолием Алексеевичем понятием эффективного радиуса взаимодействия, позволила дать наглядное, почти квазиклассическое описание упругого рассеяния при высоких энергиях.

В последние годы Анатолием Алексеевичем Логуновым были выдвинуты новые представления о пространстве-времени и на их основе разработана релятивистская теория гравитации.

В цикле этих работ, следуя Гильберту и проведя детальный анализ общей теории относительности, А. А. Логунов пришел к важнейшему выводу, сформулированному им следующим образом: «Критический анализ ОТО показывает, что принятие ее концепций ведет к отказу от ряда фундаментальных физических представлений, лежащих в основе физики. Во-первых, это отказ от законов сохранения энергии-импульса и момента количества движения вещества и гравитационного поля вместе взятых. Во-вторых, это отказ от представлений о гравитационном поле как физическом поле типа Фарадея — Максвелла, обладающем плотностью энергии-импульса. Поскольку ни в макромире, ни в микромире нет ни одного экспериментального указания, прямо или косвенно ставящего под сомнение справедливость и фундаментальность законов сохранения материи,

то для отказа от этих законов нет никаких физических оснований». Это заключение явилось тем глубочайшим мотивом, который привел А. А. Логунова к отказу от концепции ОТО и стимулировал его к построению релятивистской теории гравитации (РТГ).

При построении РТГ А. А. Логунов, следуя А. Пуанкаре, развил представление о гравитационном поле как физическом поле Фарадея — Максвелла, описываемом симметричным тензором второго ранга, обладающим плотностью энергии-импульса и спинами 2 и 0. Развивая идеи А. Пуанкаре, А. Эйнштейна и Г. Минковского, А. А. Логунов выдвинул обобщенный принцип относительности, который он сформулировал следующим образом: «Какую бы систему отсчета мы ни избрали (инерциальную или неинерциальную), всегда можно указать бесконечную совокупность других систем, таких, в которых все физические явления (в том числе и гравитационные) протекают одинаково с исходной системой отсчета, так что мы не имеем и не можем иметь никаких экспериментальных возможностей различить, в какой именно системе отсчета, из этой бесконечной совокупности, мы находимся». Этот принцип обеспечил в РТГ строгое выполнение законов сохранения энергии-импульса и момента количества движения для вещества и гравитационного поля вместе взятых.

Развивая идею Эйнштейна и Гильберта о римановой геометрии пространства-времени, А. А. Логунов сформулировал принцип геометризации для описания движения вещества, введя понятие эффективного риманового пространства-времени, возникающего в результате универсального воздействия гравитационного поля на вещество. Таким образом, эффективное риманово пространство в РТГ имеет в буквальном смысле полевую динамическую природу.

А. А. Логунов выдвинул калибровочный принцип, положив в его основу локальную некоммутативную бесконечномерную группу координатных преобразований, что позволило однозначно определить вид плотности лагранжиана собственно гравитационного поля.

Исходя из этих физических принципов, А. А. Логунов построил полную систему общеквариантных уравнений РТГ, в которые существенным образом входит метрический тензор пространства Минковского. Последнее находит свое физическое отражение не только в фундаментальных законах сохранения, но и в своеобразии описания таких явлений природы, как гравитационный коллапс, развитие однородной и изотропной Вселенной и др. Согласно этой теории, никаких объектов типа черных дыр, в которых происходит гравитационное сжатие вещества до бесконечной плотности, в природе не может существовать, а Вселенная бесконечная и «плоская». Это приводит к выводу о том, что плотность материи во Вселенной должна быть равной ее критическому значению. Следовательно, РТГ предсказывает существование большой «скрытой массы» во Вселенной в какой-либо форме материи.

РТГ объясняет всю имеющуюся совокупность экспериментальных данных в Солнечной системе и дает для них однозначный ответ. РТГ предсказывает также существование гравитационных волн в духе Фарадея — Максвелла.

В соответствии с расширением научных интересов А. А. Логунова, развивалась его научно-организационная деятельность. Работая в Дубне, он приложил немало усилий к созданию Лаборатории теоретической физики, которая теперь занимает одно из ведущих мест в мировой науке.

Огромный вклад внес Анатолий Алексеевич в создание экспериментальной базы и подъем исследований по физике частиц в нашей стране на качественно новый уровень. Под его руководством создан крупнейший научный центр — Институт физики высоких энергий в Протвино. Запуск в 1967 г. мощного ускорителя ИФВЭ, разработка научной программы с учетом широкого международного сотрудничества и ее успешное осуществление обогатили науку рядом фундаментальных открытий.

По инициативе и при большой поддержке А. А. Логунова в ИФВЭ были развернуты работы по разработке ускорительной техники, приведшие к созданию ускорителя нового типа — линейного ускорителя протонов с высокочастотной фокусировкой. Под руководством А. А. Логунова, как научного руководителя ИФВЭ, создан проект и осуществляется сооружение крупнейшего в мире ускорительно-накопительного комплекса.

За разработку и ввод в действие протонного синхротрона ИФВЭ на энергию 70 ГэВ А. А. Логунов был удостоен в 1970 г. Ленинской премии.

Научная и научно-организационная деятельность А. А. Логунова получила широкое признание. Он избран действительным членом Академии наук СССР, является членом ряда иностранных академий, почетным доктором многих университетов. Его труды удостоены Ленинской и Государственных премий. Он награжден высокими правительственными наградами, ему присвоено звание Героя Социалистического Труда.

Анатолий Алексеевич Логунов — член Центрального Комитета КПСС, депутат Верховного Совета СССР, вице-президент Академии наук СССР, ректор Московского государственного университета им. М. В. Ломоносова.

Пожелаем Анатолию Алексеевичу работать со своей всегдашней неутомимой энергией еще много лет на благо нашей страны и мировой науки. Пожелаем ему многих лет здоровья и новых замечательных достижений в его многогранной деятельности.

*А. П. Александров, В. А. Амбарцумян, Н. Н. Боголюбов,
М. А. Марков, Г. И. Марчук*