

УСПЕХИ ФИЗИЧЕСКИХ НАУКСОВЕЩАНИЯ И КОНФЕРЕНЦИИ**ВСЕСОЮЗНОЕ СОВЕЩАНИЕ ПО КВАНТОВОЙ  
ЭЛЕКТРОДИНАМИКЕ И ТЕОРИИ ЭЛЕМЕНТАРНЫХ  
ЧАСТИЦ**

В Москве с 31 марта по 7 апреля 1955 года в Академии наук СССР проходило Всесоюзное совещание по квантовой электродинамике и теории элементарных частиц. Совещание, организованное Отделением физико-математических наук Академии наук СССР, привлекло широкое внимание советских учёных. На нём присутствовало свыше 600 человек из Москвы и других городов страны, а также зарубежные гости, представители Китайской народной республики, Венгрии, Польши, Чехословакии, Германской демократической республики, Болгарии, Швеции.

Теория элементарных частиц, которой была посвящена работа совещания, является центральной проблемой современной физики, определяющей её развитие как науки о строении вещества. Во время совещания состоялось 11 пленарных заседаний, на которых были заслушаны и обсуждены 54 научных доклада и сообщения, посвящённых различным вопросам квантовой электродинамики и теории элементарных частиц.

Открывая совещание, И. Е. Тамм в кратком вступительном слове охарактеризовал современное состояние теории квантовых полей и указал на известные трудности, с которыми сталкиваются существующие теоретические построения. В связи с этим он подчеркнул то обстоятельство, что наряду с дальнейшим развитием существующих теорий необходимо уделять больше внимания построению новых теорий, которые, по его мнению, разрешат упомянутые трудности на принципиально новых основах.

В обзорном докладе, посвящённом важнейшим проблемам квантовой теории поля, Л. Д. Ландау отметил ряд трудностей современной теории поля, связанных, в частности, с точечностью взаимодействия и наличием в теории расходящихся выражений. При последовательном рассмотрении точечное взаимодействие в электродинамике несобходимо вводит как предел «размазанного» взаимодействия при уменьшении радиуса «размазывания». Перенормировка заряда при этом выражается в том, что физический заряд  $e$  отличается от константы  $e_1$ , стоящей в виде коэффициента при взаимодействии. Величина  $e_1$ , таким образом, оказывается зависящей от радиуса взаимодействия. Если рассмотрение ведётся методом теории возмущений, то получаемые результаты справедливы при условии  $e_1^2 \ln(\Lambda^2/m^2) \ll 1$ , где  $m$  — масса электрона, а  $\Lambda$  — константа, связанная с «размазыванием» взаимодействия. Однако, как сказали Л. Д. Ландау, А. А. Абрикосов и И. М. Халатников, все ряды могут быть просуммированы при гораздо более слабом допущении:  $e_1^2 \ll 1$ . Из полученных при этом формул следует, что для достаточно больших  $\Lambda$   $e$  обращается в 0, как бы ни было велико  $e_1$ ; это означает, что

точечное взаимодействие в электродинамике приводит в конечном счёте к отсутствию всякого взаимодействия.

Подобный анализ может быть проведён и для слабой псевдоскалярной мезонной связи, причём возникают аналогичные формулы для перенормировки константы связи. Из этих формул и из качественного рассмотрения псевдовекторной связи следует, что одна из возможностей современной теории мезонного взаимодействия заключается в том, что интенсивность мезонных связей неограниченно возрастает с увеличением энергии. В этом случае главной задачей теории является построение теории сильной связи при больших энергиях. Другая возможность заключается в том, что точечное взаимодействие может по своей природе и при неограниченном увеличении его интенсивности приводить к отсутствию взаимодействия. В этом случае построение мезонных теорий возможно лишь в результате отказа от точечного взаимодействия, т. е. от всей существующей методики.

После доклада Л. Д. Ландау и его обсуждения была заслушана серия сообщений, посвящённых квантовой электродинамике и вообще квантовой теории поля. А. А. Абрикосов в докладе «Об инфракрасной катастрофе в квантовой электродинамике» коснулся ряда вопросов, возникающих в электродинамике при рассмотрении фотонов малых энергий. Рассмотрение велось при помощи общих уравнений квантовой электродинамики, причём при некоторых условиях были вычислены функции Грина и вершинная часть  $\Gamma_r(p; q; l)$ . При рассмотрении излучения квантов формализм квантовой электродинамики приводит к формуле Пуассона. Рассмотрен также вопрос о многофотонной аннигиляции позитрона. При этом оказывается, что два из аннигиляционных квантов являются основными, т. е. они практически не отличаются от тех, которые возникают при двухквантовой аннигиляции. Излучение остальных квантов мало влияет на основной процесс. Получены некоторые классические формулы, однако с дополнительными ограничениями области применимости. Указано, что формулы для многофотонной аннигиляции, полученные Гупта, являются ошибочными.

В докладе Л. П. Горькова и И. М. Халатникова был обсуждён вопрос о нахождении асимптотического вида гриновских функций частицы со спином нуль, взаимодействующей с электромагнитным полем. Асимптотика гриновских функций находится из решения интегральных уравнений в приближении, в котором учитываются все члены ряда теории возмущений, дающие при больших импульсах логарифмический вклад в степени, равной порядку теории возмущений. Рассмотрение ведётся при помощи уравнений первого порядка ( $\beta$ -формализм), причём задача упрощается при специальном выборе фотонной гриновской функции, когда её поперечная и продольная части равны между собой. Результаты могут быть затем записаны для произвольной продольной части гриновской фотонной функции при помощи соответствующего градиентного преобразования.

В. В. Судаков изложил методику, позволяющую проводить вычисления фейнмановских интегралов в произвольном порядке теории возмущений с логарифмической точностью. Существенным для этой методики является введение некоторых вспомогательных переменных. В качестве примера эта методика была применена для получения суммы ряда теории возмущений, определяющего вершинную часть  $\Gamma_r(p; q; l)$  при условиях  $e^2 \ln |l^2/p^2| \ln |l^2/q^2| \gg 1$ , но  $e^2 \ln |l^2/m^2| \ll 1$ .

В докладе В. Б. Берестецкого было указано, что более сильное неэлектромагнитное взаимодействие не сказывается асимптотически на вкладе мезонов в электромагнитную поляризацию вакуума. Неэлектромагнитные взаимодействия в этих условиях не приводят к образованию у частицы формфактора, изменяющего её взаимодействие с электромагнитным полем. Этот результат органически связан с перенормируемостью

соответствующих взаимодействий. Требование перенормируемости уже само по себе накладывает существенные ограничения на характер возможных поправок к функции Грина. Появление формфактора означало бы одноверменно нарушение свойства перенормируемости теории.

И. М. Гельфанд и Р. А. Минлос изложили простой метод введения в теорию континуальных интегралов, исходя из представления Фока для функционала поля и с использованием уравнения Шредингера. Рассмотрение для простоты ведётся для Бозе-поля, но может быть обобщено и на случай антикоммутирующих Ферми-полей. Отмечено, что континуальные интегралы, используемые в последнее время в теоретической физике, хорошо известны в математике и применяются, в частности, в теории вероятностей.

В докладе Н. Н. Боголюбова был изложен метод нахождения гриновских функций в представлении взаимодействия. При этом была обсуждена связь между вакуумными средними величинами для различных квантовых полей и интегралом Фейнмана. Разработанный формализм был применён для нахождения функции Грина одного фермиона, и произведено обобщение на случай нескольких частиц. Применяемый формализм позволяет довольно просто получать конкретные результаты, что было продемонстрировано на примере инфракрасной катастрофы (формула Блоха — Нордсика).

Доклад Г. Чэлена (Швеция) «Математическая структура модели Т. Д. Ли ренормализуемой теории поля» был посвящён обсуждению теории, предложенной Т. Ли, в которой рассматриваются 3 взаимодействующих поля — 2 фермионных, трактуемых нерелятивистски, и одно бозонное, переносящее взаимодействие. Уравнения теории допускают аналитическое решение, из которого получена формула для ренормализации константы взаимодействия, приводящая к возникновению мнимых величин. Ввиду этого теория Ли была дополнена введением некоторого параметра обрезания, делающего конечными расходящиеся интегралы. Получаемые после этого формулы приводят к заключению, что перенормированный заряд равен нулю, что аналогично выводу, сделанному Л. Д. Ландау. Обсуждены также некоторые особенности рассматриваемой теории.

В докладе Ю. А. Гольфанда был обсуждён вопрос о построении функций распространения методом квазиполей. Этот метод в некоторых отношениях проще существующих методов, благодаря чему удаётся значительно продвинуться в исследовании точного выражения для функций распространения. Метод основан на вторичном квантовании «виртуальных» частиц, т. е. частиц, 4-импульс которых не связан соотношением  $p^2 = m^2$ . Развивается техника «распутывания» входящих в теорию операторов, благодаря которой удаётся представить выражение для функции распространения в виде бесконечнократного интеграла.

В докладе Е. С. Фрадкина был дан вывод функциональных уравнений для  $S$ -матрицы взаимодействующих Ферми- и Бозе-полей. Найдено решение функциональных уравнений в виде бесконечнократных интегралов. Получен операторный вид решения рассматриваемых функциональных уравнений в виде некоторого экспоненциального оператора, зависящего от функциональных производных по источникам обоих полей, действующего на решение системы тех же функциональных уравнений при отсутствии взаимодействия.

Доклад А. Д. Галанина, Б. Л. Иоффе и И. Я. Померанчука был посвящён рассмотрению систем ковариантных уравнений и проведению перенормировки в них собственной массы и заряда. Вывод уравнений Швингера производится путём рассмотрения произвольных диаграмм в теории возмущений. Разложением этих уравнений в ряд по внешним источникам получается точная система ковариантных уравнений, связывающая функции Грина для системы с несколькими фермионами и бозонами. Показано, что в полученной системе уравнений можно провести перенормировку

собственной массы и заряда, так что перенормированная система при её решении не будет содержать бесконечностей подобного типа.

Е. С. Фрадкин получил бесконечно зацепляющуюся систему перенормированных уравнений для функций Грина в присутствии внешних источников Бозе-поля. Метод, развиваемый им, позволяет более просто, по сравнению с другими работами, получать ряд результатов. Дан способ обрыва зацепляющихся уравнений, при котором полученные уравнения остаются полностью перенормированными. Найдена асимптотика полученных уравнений, выраженная через экспериментальные заряды и массы.

Н. П. Клепиков получил систему уравнений в вариационных производных, определяющую вакуумный функционал (т. е. среднее по вакууму от  $S$ -матрицы) с точностью до произвольного постоянного множителя. Все функции Грина для распределения систем из электронов, позитронов и фотонов могут быть получены из вакуумного функционала путём функционального дифференцирования по источникам электронно-позитронного и электромагнитного полей. Найдены решения полученных уравнений в виде функциональных интегралов по источникам полей.

Д. В. Ширков посвятил своё сообщение вопросам перенормировки в квантовой теории поля. Построение матрицы рассеяния ведётся, исходя не из гамильтонова формализма и уравнения Шредингера, а из явно сформулированных условий причинности, ковариантности, унитарности и принципа соответствия, причём в формализм вводится некоторая функция, равная единице в области, где включено взаимодействие, и равная нулю там, где взаимодействие отсутствует. Развитый формализм позволяет исследовать ряд вопросов, связанных с введением в лагранжиан перенормировочных членов.

Доклад И. Я. Померанчука был посвящён обобщению теоремы Уорда для частиц со спином 0 на тот случай, когда длина волны электромагнитного поля произвольна, но само поле является световым, т. е.  $k^2 = 0$ .

Ю. В. Новожилов рассмотрел вопрос о причинных операторах в квантовой теории поля. Причинные операторы представляю собой такие операторы, которые удовлетворяют условию хронологизации, связанному с принципом причинности. Причинные операторы удовлетворяют также обычным условиям, налагаемым на операторы в квантовой теории поля. Можно построить теорию поля с причинными операторами и ввести нелокализуемое взаимодействие, не нарушая условий совместности.

В. Л. Бонч-Бруевич коснулся условия реальности в квантовой теории поля. В силу неизбежного «размазывания» частицы (благодаря её взаимодействию с нулевыми колебаниями) естественно считать реальные частицы неточечными. Для стабильных частиц условие «реальности» состоит в требовании, чтобы в «исходных» функциях распространения уже содержались все вакуумные поправки. Условие реальности позволяет однозначно определить значения произвольных постоянных, появляющихся при интегрировании сингулярных функций.

Доклад Л. Д. Ландау и И. М. Халатникова был посвящён решению задачи о градиентном преобразовании функций Грина и вершинных частей для заряженных частиц, взаимодействующих с электромагнитным полем.

В сообщении А. И. Ахиезера и Р. В. Половина были приведены результаты вычисления сечения рассеяния электрона электроном с учётом радиационных поправок, обусловленных взаимодействием электронов с нулевыми колебаниями электромагнитного поля и поляризацией электронно-позитронного вакуума. Учёт радиационных поправок производился с точностью до 4-го порядка теории возмущений (включительно). В нерелятивистской области радиационные поправки стремятся к нулю

вместе со скоростью электрона. В релятивистской области радиационные поправки по порядку величины составляют  $1/137$  от основного эффекта.

В. Г. Барьяхтар, С. В. Пелетминский и П. И. Фомин доложили о проведённых в 4-м порядке теории возмущений вычислениях функций Грина в области больших импульсов. Регуляризация проводилась по методу Дайсона с первоначальным интегрированием по конечной инвариантной области. Перекрывающиеся расходимости устранялись методом Салама.

В. Ф. Алексин и Д. В. Волков сообщили об исследовании некоторых эффектов, связанных с поляризацией вакуума скалярных мезонов электромагнитным полем. Найдены поправки к закону Кулона и лембовскому сдвигу уровней в атомах. Вычислен тензор поляризации  $I_{\mu\nu\lambda\tau}$ , определяющий рассеяние света на свете. Найдена поправка к функции Лагранжа для слабых, медленно меняющихся полей, учитывающая нелинейные эффекты. Вычислено сечение когерентного рассеяния света кулоновским полем на малые углы.

Выше были перечислены доклады, заслушанные на первых четырёх заседаниях и посвящённые в основном квантовой электродинамике и родственными по методам вопросам квантовой теории мезонного поля. На последующих семи заседаниях был обсуждён ряд других направлений и проблем из области теории элементарных частиц.

Так, пятое заседание было посвящено так называемому методу Тамма — Данкова. Соответствующий обзорный доклад под названием «Метод обрезания уравнений по числу частиц в теории мезонов» от имени В. П. Силина, В. Я. Файнберга и своего сделал И. Е. Тамм. Чтобы выяснить, в какой мере современная теория мезонов может правильно описать явления, протекающие при не слишком больших энергиях, необходимо использовать методы вычисления, не прибегающие к теории возмущений. Эффективное решение приближённых четырёхмерных уравнений теории встречается со специфическими трудностями, которых нет при рассмотрении системы обрезанных по числу виртуальных частиц трёхмерных уравнений, получающихся из ковариантных уравнений в предположении взаимодействия (Чини—Дайсон). Применение первого приближения теории (так называемый «старый метод Тамма — Данкова») к рассеянию мезонов на нуклонах (Фубини и др.) дало весьма обнадеживающие результаты (резонанс в состоянии с изотопическим и обычным спинами, равными  $3/2$ ).

Авторы провели рассмотрение рассеяния в следующем приближении, учитывающем так называемые минус-частицы. Основная нерешённая задача указанного метода заключается в отыскании последовательного способа перенормировки уравнений. Если в рассмотренном приближении проводить перенормировку масс по аналогии с теорией возмущений, то при перенормировке массы мезона возникнут трудности (в интегральных уравнениях появляются «ложные полюсы»). Эти трудности отсутствуют, однако, вопреки имеющимся в литературе утверждениям, при перенормировке массы нуклона. Обсуждены также возможные способы перенормировки вершинных частей.

Доклад В. Я. Файнберга был посвящён более подробному рассмотрению вопроса о перенормировках в методе Тамма — Данкова. Как известно, перенормировку особенно просто проводить для случая четырёхмерной записи уравнений. Была установлена связь между ковариантными зацепляющимися уравнениями и трёхмерными уравнениями, получающимися в методе Тамма — Данкова. На примере уравнения типа Бете — Сальпетера было продемонстрировано, каким образом устанавливается соответствие между уравнениями этого типа и уравнениями Тамма — Данкова, и выяснен ряд вопросов, связанных с перенормировкой рассматриваемых уравнений.

В докладе Е. Л. Фейнберга и Д. С. Чернавского были обсуждены вопросы, связанные с проблемой устойчивости дейтона в мезонной

теории. В рамках нерелятивистского по нуклонам приближения предложен и применён метод отделения членов собственной энергии, не предполагающий малости константы связи. В его основе лежит требование: для двух взаимно удалённых покоящихся нуклонов энергия должна быть равна их феноменологической энергии покоя. Уравнения для амплитуд состояний с различными числами мезонов получаются варьированием среднего значения гамильтониана системы, причём при варьировании налагается дополнительное условие, выражающее указанное выше требование. Благодаря этому получающиеся уравнения отличаются от соответствующих уравнений Тамма — Данкова. В частности, член, имеющий смысл потенциала взаимодействия нуклонов, убывает с расстоянием (при векторном взаимодействии между нуклонами и мезонами) несколько медленнее, чем  $1/r^2$ . Благодаря этому обеспечивается устойчивость дейтона. Количественные оценки получены путём применения прямого вариационного метода Ритца. Результаты кажутся обнадеживающими и побуждают к построению более полной теории.

М. А. Марков в сделал обзорный доклад, посвящённый теории нелокальных полей. В докладе отмечено, что в настоящее время в рамках метода Гамильтона нет ни одной внутренне непротиворечивой попытки введения в теорию формфактора элементарных частиц. Введение формфактора приводит к нарушению условий существования математического аппарата теории. Попытки ограничить нарушения релятивизма малой областью также не привели к положительным результатам. Автор пытается ввести в теорию «длину» при помощи новых коммутационных соотношений для операторов поля, что оказывается эквивалентным идее введения внутренних степеней свободы элементарных частиц. Уравнения элементарных частиц с внутренними степенями свободы рассматривались ранее Таммом и Гинзбургом с целью описания возбуждённых состояний нуклонов. В последнее время оживились поиски подобных уравнений, причём здесь имеется трудность — написать уравнения с растущим спектром масс при отсутствии бесконечного вырождения наинизшего состояния. Можно, однако, указать уравнения с растущим спектром собственных масс, содержащие формфакторы, связанные с внутренней волновой функцией частиц. Эти формфакторы в принципе могли бы быть деформируемы под влиянием внешних воздействий, в согласии с релятивизмом. В докладе обсуждены различные вопросы, связанные с введением динамически деформируемых формфакторов.

Доклад Б. В. Медведева был посвящён некоторым вопросам квантовой теории поля с нелокальным взаимодействием. В связи с тем, что имеются трудности, связанные с вопросом об унитарности  $S$ -матрицы в обычной теории, развивается метод Штюкельберга — Боголюбова непосредственного построения  $S$ -матрицы, который даёт возможность строить  $S$ -матрицу, унитарность которой очевидна. Такая  $S$ -матрица однозначно определяется видом лагранжиана взаимодействия. Этот способ построения  $S$ -матрицы даёт возможность непосредственно перейти к матрице  $S(\sigma)$ , что решает вопрос о построении канонических переменных в квантовой теории поля с нелокальным взаимодействием.

В докладе М. М. Мирянашвили указано на существование связи между нелокализованной теорией и релятивистской теорией двух частиц. Уравнение для двух частиц может быть приведено к виду нелокализованного уравнения для одной частицы, причём операторы взаимодействия определяют характер соответствующего формфактора. При помощи альтернативной записи уравнений для двух частиц, при которой вместо произведения двух дираковских операторов входит их сумма, показано, что это уравнение эквивалентно уравнению для нелокализованной частицы, причём роль дополнительных условий, определяющих спектр масс, играет наличие оператора взаимодействия двух частиц.

В. Л. Гинзбург сделал доклад о релятивистских волновых уравнениях со спектром масс. Исследование возможных релятивистских волновых

уравнений для частиц, могущих находиться в состояниях с различными значениями массы, спина и заряда, представляет интерес в связи: 1) с попытками рассматривать хотя бы часть известных частиц в качестве состояний некоторой «обобщённой частицы», масса и спин которой квантуются; 2) с релятивистской трактовкой возбуждённых (изобарных) состояний нуклонов и 3) со стремлением ввести в теорию новые переменные, необходимые для построения нелокальной теории поля. В докладе обсуждены релятивистские уравнения для частицы, могущей иметь спины  $1/2$  и  $3/2$ . Применение таких уравнений для полуфеноменологического описания рассеяния мезонов на нуклонах и других эффектов ограничено, по мнению автора, в силу большой ширины изобарного уровня. В случае бесконечномерных релятивистских уравнений имеется трудность, связанная с появлением падающего спектра масс. Однако эта трудность не имеет места, если некоторые значения масс являются мнимыми. При этом решения, отвечающие мнимым массам, могут быть отброшены в результате некоторого условия конечности решений. Вопрос о пригодности уравнений заведомо не может быть решён без исследования поведения частицы во внешних полях. В докладе обсуждены также другие относящиеся сюда вопросы.

Доклад Ю. М. Широкова был посвящён некоторым новым возможностям в релятивистской теории элементарных частиц. Главное состоит при этом в том, что из общих условий релятивистской инвариантности с учётом пространственных трансляций выводятся уравнения для элементарных частиц любого заданного спина.

Обзорный доклад И. Е. Тамма, Ю. А. Гольфанда, Г. Ф. Жаркова, Л. В. Парийской и В. Я. Файнберга был посвящён полуфеноменологической изобарной теории взаимодействия мезонов с нуклонами. Поскольку построение последовательной теории мезонов потребует, по-видимому, значительного времени, целесообразно попытаться построить полуфеноменологическую теорию, обобщающую экспериментальные данные и позволяющую предсказывать результаты новых экспериментов. Основываясь на недавно открытых особенностях взаимодействия мезонов с нуклонами (наличие квазирезонанса при рассеянии и фоторождении мезонов), можно развить такого рода теорию, основанную на введении в рассмотрение возбуждённого изобарного состояния нуклонов со спином и изотопическим спином  $I = J = 3/2$ . Авторами разработана количественная форма изобарной теории. Рассмотрены релятивистские уравнения движения нуклонов и мезонов, содержащие четыре определяемые из сравнения с опытом постоянные (энергия возбуждения изобара и три константы связи). Каждый процесс рассматривается только в первом исчезающем приближении, с отбрасыванием собственно энергетических эффектов; влияние этих эффектов и высших приближений предполагается учтённым введением в рассмотрение изобарных состояний и подбором констант. Эта теория количественно описывает в пределах ошибок эксперимента все имеющиеся данные по сечениям рассеяния  $\pi$ -мезонов нуклонами и по их угловому распределению, вплоть до энергий порядка  $400 \text{ Мэв}$ . При помощи определённых из данных по рассеянию констант вычислены в адиабатическом приближении ядерные силы и произведён расчёт дейтона и сечения соударений нуклонов при малых энергиях. При этом необходимо ввести ещё один параметр  $r_0$  — радиус обрезания ядерных сил на малых расстояниях, общий для синглетного и триплетного состояний. Получено удовлетворительное согласие с опытом. Эта теория будет применена и к ряду других задач.

В сообщении В. И. Ритуса были доложены результаты применения полуфеноменологической изобарной теории к эффектам фоторождения мезонов и рассеяния гамма-лучей на нуклонах. Для описания взаимодействия фотона с нуклоном, при котором нуклон переходит в изобарное состояние, необходимо ввести соответствующую новую константу связи. Полученные уравнения решаются с учётом затухания путём разложения функций по

угловым полиномам-матрицам. Получено удовлетворительное согласие теории фоторождения мезонов с экспериментальными данными. Теоретическое рассмотрение рассеяния гамма-лучей на нуклонах позволяет предсказать ряд эффектов, которые могут быть проверены экспериментально.

С. З. Беленький и А. И. Никишев рассмотрели теорию множественного образования мезонов при энергиях  $I \sim 2,2$  Бэв. Результаты экспериментов противоречат предсказаниям статистической теории Ферми относительно образования одного и двух мезонов при соударениях нуклонов. Авторы включают в статистическую теорию Ферми изобарные состояния, на существование которых дают указания опыты по рассеянию  $\pi$ -мезонов на нуклонах. Предполагается, что при соударении нуклонов образуются частицы с массой, равной  $1,32$  массы нуклона с изотопическим спином  $3/2$  и обычным спином  $3/2$ , которые затем быстро распадаются на нуклон и мезон. В остальном расчёт проводится на основе статистических методов, причём учитывается сохранение энергии, импульса, заряда и изотопического спина. В результате для отношения числа случаев образования двух и одного мезонов получается вполне удовлетворительное согласие с опытом.

Нин - Ху (Китайская народная республика) доложил о множественном образовании мезонов при столкновениях нуклонов высокой энергии. Когда два нуклона высокой энергии сталкиваются друг с другом, сильное взаимодействие будет существовать лишь в том случае, если эти два нуклона окажутся на очень близком расстоянии друг к другу. Вследствие этого слабо связанная с нуклоном внешняя часть поля каждого нуклона в процессе столкновения может сорваться и превратиться в мезонный ливень. Этим можно объяснить двухконусную структуру ливней, наблюдаемую в экспериментах. Распределение мезонов в сорвавшемся поле вычисляется приближённым методом.

Д. И. Блохинцев сделал доклад о нелинейной теории поля и теории относительности. В докладе рассмотрены особенности нелинейных теорий, в которых поле имеет некоторый масштаб  $\varphi_0$ . Выяснено, что формально инвариантные нелинейные уравнения, выводимые из определённого вариационного принципа, могут быть разбиты на два класса: А) такие, характеристики которых не меняются по сравнению с характеристиками линейной теории ( $|c| = 1$ ); В) такие, у которых характеристики отличны от характеристик линейных уравнений. Уравнения класса А) не входят в какое-либо противоречие с теорией относительности или квантовой механикой, но содержат трудности, появляющиеся при квантовании теории. Уравнения класса В) могут быть разбиты на две группы: уравнения, для которых скорость света  $|c| \leq 1$ , и уравнения, для которых  $|c|$  может быть и больше 1. Последние уравнения несовместимы с принципом причинности в теории относительности, хотя формально и инвариантны. В современной теории полей нелинейность входит только через взаимодействие. Это взаимодействие приводит к изменению законов распространения света, хотя и очень незначительно (из-за поляризации вакуума). Это следствие современной теории не находится в соответствии с классическим содержанием теории относительности.

Д. Д. Иваненко посвятил свой доклад некоторым вопросам нелинейной теории поля. В докладе подчёркивается желательность рассмотрения нелинейных обобщений всех уравнений элементарных частиц в связи с индуцированием нелинейности вакуумными эффектами. Нелинейные обобщения гравитационных уравнений возникают благодаря вакуумным эффектам независимо от аргументов общей теории относительности. Нелинейные обобщения мезодинамики существенны для анализа ядерных сил. В докладе обсуждён также ряд вопросов нелинейной электродинамики.

В докладе В. М. Бродского и Д. Д. Иваненко проведён анализ вопроса о взаимодействии гравитации с вакуумом частиц. Рассмотрен-

ние с необходимостью приводит к нелинейным вакуумным добавкам к гравитационным уравнениям. В докладе подчёркивается возможность перехода гравитационного поля в обычное вещество (аналогично тому, как электромагнитное поле может переходить в обычное вещество, образуя пары электронов и позитронов).

Доклад М. Я. Широкова был посвящён одному варианту нелинейного обобщения уравнений электромагнитного поля с высшими производными.

Ю. Б. Румер в своём докладе сформулировал основные положения развиваемой им пятимерной теории поля, которая исходит из далеко идущей симметрии уравнений релятивистской механики точки в пространстве, времени и действии. Эта симметрия позволяет интерпретировать действие, приписываемое материальной точке, как пятую координату её конфигурационного пространства и представить задачу механики как задачу пятимерной оптики.

Гипотеза о пятимерии физического пространства позволяет объединить электродинамику и векторную мезодинамику в единую пятимерную теорию поля.

В. Вotrуба (Чехословакия) сделал доклад о симметричном описании частиц и античастиц в рамках теории изотопического спина.

Я. Б. Зельдович в своём докладе рассказал об изотопической инвариантности и мезонных поправках в теории  $\beta$ -распада. Выяснено, что  $\beta$ -распад протона и нейтрона изотопически не инвариантен, что может сказываться в некоторых эффектах, зависящих от направлений спинов электронов, образующихся при  $\beta$ -распаде. Обсуждены некоторые вопросы, связанные с мезонными поправками к константе  $\beta$ -взаимодействия.

Доклад Л. И. Лапидуса был посвящён вопросу о сохранении изотопического спина и связи между сечениями различных процессов взаимодействия мезонов. В предположении наличия закона сохранения изотопического спина без применения приближённых методов получен ряд соотношений между сечениями для процессов образования одиночных мезонов при взаимодействии нуклонов с ядрами и превращения  $\pi$ -мезонов в два и большее число мезонов при взаимодействии с нуклонами. В результате расширения гипотезы изотопической инвариантности на системы, включающие помимо  $\pi$ -мезонов и нуклонов также гипероны и тяжёлые мезоны, получены следствия сохранения изотопического спина для процессов образования  $\Delta$ - и  $\theta$ -частиц.

А. М. Балдин сделал доклад об одном общем соотношении, имеющем место при взаимодействии электромагнитного поля с нуклонами и мезонами. Это соотношение состоит в том, что матричные элементы той части гамильтониана взаимодействия электромагнитного поля с нуклонным и мезонным полями, которая коммутирует с оператором поворота на  $180^\circ$  в изотопическом пространстве, значительно меньше матричных элементов другой части гамильтониана, которая антикоммутирует с указанным оператором поворота. Применение этого соотношения к реакции упругого фоторождения мезонов на ядра даёт прямое подтверждение справедливости изотопической инвариантности в применении к  $\pi^0$ -мезонам. Получен также ряд соотношений, на основе которых появляется возможность экспериментального выяснения существования взаимодействия между мезонами.

В докладе Я. П. Терлецкого указывается, что гипотеза изотопического спина для системы нуклонов и  $\pi$ -мезонов может рассматриваться как одно из следствий гипотезы нейтронного заряда, введённого автором ранее в связи с попыткой выявления простейших структурных элементов — поляр, из которых могут состоять элементарные частицы. Гипотеза нейтронного заряда состоит в допущении существования нового абсолютного закона сохранения, аналогичного закону сохранения электрического заряда, причём нейтрон обладает единственным положительным нейтронным зарядом, а про-

тон не имеет нейтронного заряда. В докладе обсуждены возможности распространения закона сохранения нейтронного заряда на лёгкие частицы, а также вопросы систематики элементарных частиц, вытекающей из гипотезы нейтронного заряда.

В докладе Г. А. Соколика анализируется новая формулировка теории слияния, основанная на теории релятивистских уравнений, развитой в работах Гельфанда и Яглома. Теория слияния в этой формулировке позволяет получить уравнения элементарных частиц с учётом внутренних степеней свободы.

В докладе Н. Калицына (Болгария) рассматривается нерелятивистское уравнение движения точечного электрона с учётом силы лучистого трения и вакуумных флуктуаций. Вычисление среднего квадрата смещения и среднего квадрата скорости показывает, что при учёте лучистого трения энергия взаимодействия электрона с нулевыми колебаниями поля имеет конечную величину. При вычислении вводился некоторый обрезающий множитель.

Доклад Б. Т. Гейликмана был посвящён развитию теории сильной связи для мезонных полей. Задача решается путём диагонализации гамилтониана в нулевом приближении только по спиновым переменным. В первом же приближении решается задача для колебаний осцилляторов поля. Проводится тесная аналогия с теорией молекул. Далее развивается теория возмущений и получается ряд результатов для задачи о взаимодействующих нуклонах. Обсуждены вопросы, связанные с учётом вакуумных эффектов, с возможностями перенормировок и с построением инвариантной теории в случае сильной связи.

С. И. Пекар в своём выступлении изложил полученные им результаты, также относящиеся к теории сильной связи. При исследовании используются методы, развитые в теории поляронов. Привлекается представление об адиабатическом движении нуклона в медленных колебаниях мезонного поля. Метод отличен от использованного Б. Т. Гейликманом и приводит к несколько иным результатам.

Доклад Ю. В. Новожилова, Ф. М. Куни и Л. А. Халфина был посвящён методу промежуточной связи в мезонной теории. В нерелятивистском приближении рассмотрен псевдоскалярный симметричный вариант мезонной теории с псевдоскалярной связью. Для решения задачи использован метод функционалов Фока.

В докладе Ю. М. Ломсадзе обсуждены общие вопросы определения сумм расходящихся рядов. Если функциональный ряд сходится на некотором интервале к аналитической функции, то под суммой ряда на интервалах, на которых он расходится, предлагается понимать аналитическое продолжение на эти интервалы. В качестве примера рассмотрена парная теория взаимодействия спинорных полей, причём, по мнению автора, применение такого определения делает парную теорию перенормируемой.

В докладе В. В. Чавчанидзе обсуждены некоторые вопросы, связанные с одним методом введения нелинейного взаимодействия в уравнения бозон-фермионных полей.

В докладе П. Е. Кунина и И. М. Таксара обсуждены некоторые релятивистские особенности поведения частиц со спином  $1/2$ . Так, при прохождении частиц со спином  $1/2$  через потенциальный барьер парадокс Клейна отсутствует в случае скалярного поля. Далее показано, что для частицы со спином  $1/2$ , находящейся в псевдоскалярном поле с потенциалом типа  $1/r^n$ , где  $n$  — любое положительное число, отсутствует падение частицы на центр. Найдена классическая интерпретация этого эффекта.

Л. Инфельд (Польша) сделал доклад об отталкивании нуклонов, как релятивистском эффекте. Рассмотрение ведётся на основе уравнений классической механики. Результаты аналогичны результатам Кунина и Таксара, хотя и получены иным способом.

В докладе И. С. Шапиро рассмотрен новый способ релятивистской инвариантной классификации и ковариантной записи волновых функций, не требующий привлечения понятия центра инерции и основанный на использовании результатов теории унитарных представлений группы Лоренца. Полученные в работе результаты могут быть использованы, в частности, для релятивистской ковариантной формулировки метода Тамма — Данкова.

Доклад В. Н. Цытовича был посвящён некоторым вопросам, связанным с адиабатической аппроксимацией задачи взаимодействия нескольких тел. Получены релятивистские уравнения двух и трёх связанных тел и проведено их обсуждение.

В докладе А. А. Боргарда рассмотрены различные способы матричной записи волновых уравнений в теории мезонов.

После многих докладов состоялось оживлённое их обсуждение.

Подводя итоги, председатель Оргкомитета совещания И. Е. Тамм подчеркнул, что состоявшееся совещание будет способствовать дальнейшему развитию исследований в области теоретической физики в СССР, а также установлению более тесных связей между советскими и зарубежными физиками. Совещание показало, что работы по теории элементарных частиц проводятся в нашей стране широким фронтом и на высоком научном уровне. И. Е. Тамм особо отметил как положительный факт активное участие в работе совещания большого числа молодых физиков-теоретиков.

*Г. Ф. Жарков*

---