



Как это было

	<p>Выписка из протокола №8 от 28 декабря 1990 г. заседания Совета НИИЯФ и ОЯФ</p>		<p>Приказ № 9 от 05/01/1990 г. по НИИЯФ МГУ</p>
---	---	---	---



В.И.Саврин

В 1990 г. на основе нескольких теоретических лабораторий и групп в Научно-исследовательском институте ядерной физики имени Д.В.Скобельцына Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова был создан отдел теоретической физики высоких энергий (ОТФВЭ). Отдел был создан с целью объединения усилий теоретиков для решения задач современной физики элементарных частиц и выполнения работ в рамках государственной научно-технической программы “Физика высоких энергий”. Отдел включает в себя три лаборатории: лабораторию аналитических вычислений в физике высоких энергий (ЛАВФВЭ, зав. лаб. доктор физ.-мат. наук В.А.Ильин), лабораторию теории фундаментальных взаимодействий (ЛТФВ, зав. лаб. доктор физ.-мат. наук, профессор физического факультета МГУ Э.Э.Боос) и лабораторию теории поля (ЛТП, зав. лаб. доктор физ.-мат. наук, профессор В.Е.Троицкий).

Основная тематика отдела связана с физикой элементарных частиц и физикой высоких энергий, с одним из наиболее быстро развивающихся во всем мире направлений исследований в области физики. Цель этих исследований – получение знаний о самых фундаментальных свойствах материи на расстояниях порядка 10^{-16} - 10^{-17} см и меньше.

Перед физикой высоких энергий и теоретической физикой высоких энергий, в частности, сегодня стоит целый ряд нерешённых проблем. Стандартная Модель (СМ), с одной стороны, весьма успешно, в ряде случаев на уровне точности 0,1%, описывает существующие экспериментальные данные, однако, с другой стороны, имеет ряд внутренних проблем, как, например, проблема иерархии масштабов, не даёт ответа на многие вопросы, такие как количество и структура поколений кварков и лептонов, имеет много свободных параметров и т.д. Недавно обнаруженные нейтринные осцилляции никак не предсказывались СМ, значение плотности энергии вакуума, вычисляемое в рамках СМ, примерно на 120 порядков превышает значение космологической постоянной, краеугольный камень в построении СМ – механизм спонтанного симметрии Хиггса пока не нашел своего экспериментального подтверждения, и соответствующий этому механизму бозон Хиггса пока не найден в экспериментах. Механизм Хиггса СМ в его простейшем варианте не стабилен по отношению к петлевым квантовым поправкам. Теория гравитации стоит особняком от СМ, а проблема включения гравитации становится все более острой, особенно в свете последних астрофизических наблюдений о наличии темной материи и ускоренном расширении Вселенной.

Осмысление экспериментальных данных, предсказание новых результатов и направлений исследований требовало создания адекватных теоретических подходов к описанию взаимодействий элементарных частиц. Возникла необходимость в разработке новых методов квантовой теории поля, которая является фундаментом теории физики микромира, а также в

построении различных моделей взаимодействия элементарных частиц, как принципиально новых, так и приближенных, феноменологических.

Наконец, потребовалось создание высокоэффективных методов расчета (в том числе и компьютерных) характеристик взаимодействия элементарных частиц: сечений рассеяния, структурных функций, спектров связанных состояний, спиновых свойств и других. Эти и ряд других проблем обусловили основные направления исследований ОТФВЭ, такие как:

- разработка новых теорий и моделей взаимодействия элементарных частиц при энергиях от 1 ТэВ и выше (например, суперсимметричных теорий, теорий суперструн и теорий с дополнительными измерениями пространства-времени);
- разработка новых эффективных аналитических, численных и компьютерных методов расчетов процессов с участием многих частиц в конечных состояниях на древесном и петлевом уровнях;
- расчет процессов столкновения элементарных частиц в различных калибровочных теориях (стандартной модели и ее обобщениях) и выработка на этой основе рекомендаций для постановки экспериментов на действующих и планируемых коллайдерах;
- разработка новых методов в квантовых теориях за рамками теории возмущений и вычисление на их основе спектров и других характеристик связанных состояний и диссипативных систем.

Сотрудники ОТФВЭ с самого начала существования отдела активно вовлечены в работы по разработке программ физических исследований практически на всех существующих и планируемых коллайдерах, LEP, Tevatron, HERA, LHC, ILC, NICA.

Одним из наиболее ярких достижений сотрудников отдела в этом направлении явилось создание пакета программ CompHEP, получившего всемирную известность и предназначенного для автоматизации расчетов процессов столкновения элементарных частиц и их распадов в рамках современных теорий калибровочных полей. Он находится в свободном доступе на сайте <<http://theory.sinp.msu.ru/comphep>> и позволяет физикам (даже имеющим небольшой опыт работы с компьютером) рассчитывать сечения и строить различные распределения для процессов столкновения элементарных частиц в рамках стандартной модели и ее обобщениях.

На основе программы CompHEP был выполнен целый ряд уникальных пионерских расчетов и исследований. К их числу можно отнести следующие:

- первые в мире вычисления сечений рождения и различных распределений для 4-х фермионных процессов на $e+e-$ коллайдерах LEP1, LEP2, ILC, которые включают одновременно различные сигнальные процессы с образованием W - и Z -бозонов, бозонов Хиггса и их последующими распадами, а также все неприводимые фоновые процессы;
- первые в мире вычисления и моделирование всех вкладов в процессы образования одиночного t -кварка на адронных коллайдерах Tevatron и LHC с созданием соответствующего генератора событий SingleTop, которые легли в основу открытия этого процесса в эксперименте D0 на коллайдере Tevatron и будут использованы при исследовании этого процесса в эксперименте CMS на коллайдере LHC;
- расчеты, моделирование и изучение перспектив поиска лептокварков, аномальных взаимодействий W -бозонов на коллайдере, аномальных взаимодействий t -кварка, поиска бозонов Хиггса в различных суперсимметричных моделях, поиска проявлений дополнительных измерений пространства-времени на коллайдерах Tevatron, LHC и ILC и многое, многое другое.

На базе компьютерной программы CompHEP с 2001 года в отделе развивается пакет программ CalcHEP, который в результате многолетнего и плодотворного сотрудничества с лабораторией LAPP-TN (Франция) стал основой широко известной компьютерной программы micrOMEGAs для расчётов характеристик темной материи в различных расширениях Стандартной модели, в том числе в суперсимметричных теориях.

Широко известными в мире стали результаты сотрудников отдела в области построения и развития новых моделей и теорий за рамками СМ:

- впервые последовательно изучена линеаризованная модель Рэндалл-Сундрума с дополнительным компактным пространственным измерением в стабилизированном случае, найдены спектры масс радиона и возбуждений гравитона Калуцы-Клейна, построен эффективный лагранжиан взаимодействия с полями СМ;
- построена теория квантовой гравитации в локально-анизотропном пространства-времени, в которой некоммутативность пространства-времени в совокупности с его компактностью радикально изменяет ультрафиолетовое поведение квантовых теорий поля и позволит вычислять физические характеристики без процедуры бесконечной перенормировки;
- доказаны дисперсионные соотношения для амплитуды упругого рассеяния вперед в некоммутативной квантовой теории поля в случае, когда условие некоммутативности задано только для пространственных переменных.

Признанными являются результаты по созданию методов и описанию связанных состояний в КХД и других калибровочных теориях. Развита методика, получившая название мгновенной релятивистской гамильтоновой динамики, в которой удается последовательно описать различные формфакторы, в частности, формфактор дейтрона, сечение упругого рассеяния с участием различных составных частиц.

В рамках квазипотенциального подхода в квантовой теории поля изучены свойства электромагнитного взаимодействия в системах релятивистских заряженных частиц и объяснена природа новых возможных узких электромагнитных резонансов как состояний, погруженных в континуум.

Среди экспертов широкую известность получили рекордные на сегодняшний день результаты сотрудников по развитию новых методов и вычислению петлевых интегралов Феймана в калибровочных теориях поля.

В последнее время сотрудники ОТФВЭ внесли серьезный вклад в развитие компьютерной системы нового типа (GRID) в связи с подготовкой исследований на сооружаемом в ЦЕРН Большом адронном коллайдере (LHC), которая основана на идее распределенных по разным странам региональных центров для хранения, обработки и анализа данных экспериментов. В результате этих усилий НИИЯФ МГУ является ведущей организацией по созданию соответствующей GRID-инфраструктуры в России в рамках международных проектов LCG и EGEE, направленных на автоматизированную поддержку анализа экспериментальных данных по физике высоких энергий.

Теоретические работы, проводимые в ОТФВЭ, всегда находились в русле мировых исследований, в ряде случаев находясь на их переднем крае. Совместные исследования на протяжении многих лет проводятся с такими ведущими научными центрами в области физики высоких энергий как ДЭЗИ и Институт Макса Планка (Германия), ЦЕРН (Швейцария), КЕК (Япония), ФНАЛ (США), ЛАПП (Франция). Сотрудники ОТФВЭ плодотворно сотрудничали со многими ведущими университетами мира, например, с университетами городов Лондона,

Хельсинки, Токио, Гамбурга, Лиссабона, Лейпцига, Дублина, Сеула, Чикаго и другими. Среди российских научных центров особенно плодотворными являются контакты с ИФВЭ (Протвино), ОИЯИ (Дубна), ИЯИ РАН, Новосибирским, Санкт-Петербургским и Самарским университетами.

Работы, выполненные сотрудниками отдела, широко известны научной общественности в стране и за рубежом. Оценкой их существенного вклада служит то, что им поручаются выступления с докладами на международных конференциях с представлением докладов по совместным работам, выполненным в международных коллаборациях и рабочих группах. В среднем участники научной школы ежегодно участвуют примерно в 20-ти конференциях, посвященных различным аспектам физики элементарных частиц и теоретической физики высоких энергий и выпускают 70 новых публикаций.

Коллектив ОТФВЭ ежегодно получал несколько грантов российских и зарубежных фондов, включая программы по фундаментальной ядерной физике и физике высоких, а также научного, гранты РФФИ, гранты по программе “Университеты России”, INTAS, CERN-INTAS, DFG и др., получена Международная премия им. А. Гумбольта (2002 г.).

Большое внимание уделяется подготовке научных и педагогических кадров по специальности физика высоких энергий и элементарных частиц. Сотрудники на протяжении многих лет читают курсы лекций на физическом факультете МГУ, в других университетах страны и за рубежом, подготовили и опубликовали учебные пособия, рекомендованные для многих институтов и университетов. В течение последних лет прочитан ряд спецкурсов для студентов старших курсов, например, по теории динамических уравнений в квантовой теории поля, по теории перенормировок в локальной квантовой теории поля, по физике элементарных частиц и Стандартной модели и другие. Ежегодно сотрудники отдела осуществляют научное руководство в среднем 5 дипломниками и 3 аспирантами физического факультета МГУ.

С 1985 г. преимущественно силами ОТФВЭ ежегодно проводилась международная школа-семинар для молодых ученых по квантовой теории поля и физике высоких энергий. С 1991 г. эта школа-семинар была преобразована в международное рабочее совещание (QFTNER), проводимое в разных регионах страны совместно с другими университетами и получившее международное признание. В этих совещаниях принимают участие до 100 участников из России и других республик бывшего СССР и до 30 иностранных ученых.

В период с 8 по 15 сентября 2010 г. в учебно-методическом центре “Голицыно” под Москвой было проведено XIX международное рабочее совещание “Физика высоких энергий и квантовая теория поля” (QFTNER'2010). В работе совещания приняло участие, примерно, 90 ученых (73 российских и 17 зарубежных участников): из МГУ, ОИЯИ, ИЯИ, ФИАН, ИТЭФ, ПИЯФ, CERN, DESY, KEK и других российских и зарубежных научных центров и университетов. На пленарных и секционных заседаниях было представлено 70 докладов, содержащих теоретические и экспериментальные результаты в области современной физики элементарных частиц. Более 20 докладов было сделано молодыми учеными.

Рабочее совещание QFTNER'2010 ещё раз продемонстрировало высокий уровень и авторитет российских ученых, ведущих исследования в экспериментальной и теоретической физике элементарных частиц и смежных областях, а также эффективность международного сотрудничества в физике высоких энергий.

From:

<https://theory.npi.msu.su/> - **THEORY**

Permanent link:

<https://theory.npi.msu.su/doku.php/20years/savrin>

Last update: **07/12/2010 01:22**

