

Начало анализа

Особенность экспериментов на Большом адронном коллайдере заключается еще и в уникально большом потоке данных, состоящих из записей параметров частиц, разлетающихся в результате столкновения ускоряемых протонов. Эти беспрецедентные объемы информации должны быть сохранены, подвергнуты компьютерной обработке и проанализированы. За год работы, по словам руководителя физической программы RDMS CMS Владимира Гаврилова (на снимке), могло бы накопиться столько дисков с данными, что они заполнили бы расстояние от Земли до Луны, ведь на LHC каждую секунду происходит 40 миллионов взаимодействий! Понятно, что обработка, анализ результатов измерений, включая сравнение с теоретическими моделями, потребуют огромных вычислительных мощностей.

- Традиционно такие мощности концентрировались недалеко от места проведения экспериментов, - рассказывает Владимир Гаврилов, - но когда специалисты подсчитали, во что обойдется создание единого вычислительного комплекса для LHC, выяснилось, что ЦЕРН не располагает необходимыми для этого средствами. Более того, страны-участницы не были готовы к столь значительному увеличению бюджета Европейского центра ядерных исследований, но соглашались вложить деньги в национальные научные центры и так организовать их работу, чтобы создать необходимую компьютерную мощь для работы с данными, полученными на Большом адронном коллайдере. Фактически это дало толчок для развития новой глобальной распределенной системы хранения и обработки данных GRID. В разработке этой системы участвовали практически все страны. Проект во многом финансировался Еврокомиссией. Российское участие в нем начиная с 2004 года обеспечивала Роснаука.

Когда LHC начнет работать в проектом режиме, доступ к экспериментальным данным должны будут иметь

тысячи ученых из десятков и даже сотен научных институтов и университетов мира, участвующих в экспериментах на LHC. Близкое расположение базы данных и вычислительных ресурсов к домашним институтам позволит исследователям вести анализ данных без личного присутствия в ЦЕРН, используя для этого достаточно короткие и дешевые национальные линии связи при одном международном канале.



В ЦЕРН созданы три уровня GRID-системы. Нулевой уровень (Tier0), на котором происходит управление всем потоком информации по экспериментам LHC, располагается в Европейском центре ядерных исследований. Для дальнейшей обработки данные поступают на компьютеры уровня Tier1, который организуют Канада, Франция, Германия, Италия, Нидерланды, Испания, Тайвань, Великобритания и США. Физические результаты будут отправлены для анализа и моделирования в центры уровня Tier2, который создали осталь-

ные страны, в том числе и Россия. - Для эксперимента CMS в качестве Tier1 будет использоваться компьютерный кластер ЦЕРН, - уточняет Владимир Гаврилов. - То есть институты коллаборации RDMS будут получать данные непосредственно из Европейского центра ядерных исследований.

Но перед этим они должны пройти определенную проверку.

- Дело в том, - поясняет ведущий научный сотрудник ОИЯИ Петр Моисенз, - что нельзя обращаться с детектором, как с "черным ящиком". Необходимо убедиться в том, что установка работает с высокой эффективностью (то есть обеспечивает вероятность регистрации

в нужном режиме, полученные на них данные обладают отменными характеристиками. В этом случае их можно распределять по уровням и институтам для основной, требующей времени и мощных компьютерных ресурсов обработки.

Следующий этап - анализ и моделирование полученных результатов. "Сырые" данные нужно обработать и довести до такого состояния, чтобы можно было анализировать объекты и моделировать процессы, которые интересуют исследователей.

Практически все институты, которые участвуют в экспериментах на LHC, имеют свой компьютерный кластер, оснащенный необходимым программным обеспечением и работающий на связи с ЦЕРН. По мере увеличения потока данных они будут рассылаться по "инстанциям" в зависимости от того, какую задачу решают конкретные группы ученых.

Институты RDMS также предоставят свои компьютерные мощности для обработки и анализа данных конкретных физических задач. Отсортированные диспетчером ЦЕРН "пакеты событий" могут быть отправлены в четыре российских института, где уже созданы узлы CMS-GRID (в остальных институтах коллаборации организация таких узлов планируется в ближайшее время).

Данные, касающиеся регистрации димюонов и их поиска, будут отправлены в ОИЯИ. Все, что относится к решению задачи реконструкции "адронных струй", в ИТЭФ. Анализ данных по столкновению тяжелых ядер уполномочен проводить МГУ. А заниматься поиском экзотических состояний будут физики ИЯИ и ОИЯИ.

Когда же будут получены первые результаты и сделаны первые открытия на LHC? По мнению Владимира Гаврилова, уже через год после начала работы коллайдера ученым, возможно, удастся накопить достаточное количество данных для того, чтобы "увидеть" какие-то из ожидаемых явлений. Не исключено, что первыми будут обнаружены суперсимметричные частицы - кандидаты на роль темной материи. Для идентификации бозона Хиггса времени потребуется больше - скорее всего, несколько лет.

Многомерные надежды

Одна из проблем современной науки - нехватка талантливых молодых ученых.

- К сожалению, на фоне общего спада интереса к науке научная карьера не слишком привлекает сегодняшнюю молодежь, - отмечает профессор, заведующая лабораторией НИИЯФ МГУ Людмила Сарычева (на правом снимке). - Однако на отделении ядерной физики физического факультета МГУ по меньшей мере шесть кафедр готовят специалистов для работы на Большом

адронном коллайдере. Ежегодно два-три наших студента приезжают на летние школы ЦЕРН, знакомятся с передовой физической наукой.

- Молодежь пойдет туда, где будет заметно, - совершенно справедливо считает Игорь Голутвин. - Наличие молодых ученых в научной группе - это некоторый индикатор того, насколько благополучно обстоят дела в исследованиях. В RDMS нам удастся создать для молодых такие условия, в которых они могут проявить себя, развить свои способ-

ности и приобрести опыт в решении интереснейших физических задач.

В 2002 году в RDMS была начата подготовка физической программы исследований по систематическому изучению процессов взаимодействия и рождения элементарных частиц, характеризующихся образованием пары высокоэнергичных мюонов. Решение интересной и сложной задачи поиска новых массивных частиц Игорь Голутвин доверил 30-летнему физики Сергею Шматову из ОИЯИ и его группе.

- Идея заключается в проверке предсказаний Стандартной модели о взаимодействии элементарных частиц в новой области энергий и попытке обнаружения целого класса новых физических явлений, таких как рождение ранее ненаблюдаемых состояний с массой, в десятки раз превышающей массы элементарных частиц, известных в настоящее время, - рассказывает Сергей Шматов. - Появление подобных частиц в зависимости от их характеристик (массы и угловых распределений продуктов распада) может служить сигналом о новых свойствах пространства и материи, о существовании дополнительных измерений (может оказаться, что пространство многомерно, а не трехмерно, как принято считать), о сильной гравитации при энергиях около 1 ТэВ, о структурной природе (неэлементарности) кварков и лептонов.

Регистрацию этих новых объектов предполагается осуществлять по их распаду на пару электронов, мюонов или струй. Особенно интересуют исследова-



телей пары слабодействующих мюонов, ведь сигналы, которые они оставляют, - наиболее чистые. Система детекторов CMS обладает отличными возможностями по измерению распада частиц на димюоны, а благоприятные фоновые условия, которые вычисляются в Стандартной модели с высокой точностью, обеспечивают надежное выделение сигнала от такого распада.

Удастся ли группе Сергея Шматова зарегистрировать новые массивные частицы, покажет время. Но то, что задачи такого уровня нужно доверить молодым перспективным ученым, в RDMS понимают уже сегодня.



Сергей Шматов и Петр Моисенз