

В гостеприимном старом Берне не боятся черных дыр ...

В Берне – уютной и тихой, насыщенной неспешными туристами, столице Швейцарии, с 7 по 11 июля 2008 года, коллаборация ATLAS провела последнее перед запуском LHC (а потому историческое) выездное рабочее совещание (ATLAS Overview Week, 2008 Bern). Организатором этой “Недели ATLAS” был Бернский университет, его лаборатория высоких энергий – полноправный член коллаборации ATLAS. Главная тема совещания – обзор и обсуждение общей готовности коллаборации к запуску в ближайшие время (месяц, другой) большого адронного коллайдера LHC.



Все началось в воскресенье 6 июля 2008 года, когда два комфортабельных автобуса полностью заполненные участниками этого совещания отправились от 40-го корпуса ЦЕРНа в направлении столицы Швейцарии, в которую благополучно и прибыли два часа спустя, несмотря на проливной дождь, периодически встречавшийся по пути. Автобусы были встречены членами оргкомитета в старом, но шикарном главном здании Бернского университета, что величественно возвышался над городом и вокзальной площадью. Здесь же участники, прибывшие из ЦЕРНа, были зарегистрированы, получили свои сумки и документы, и направились в город в поисках забронированных отелей, а также, вероятно, уютных бернских ресторанчиков, где можно не спеша отдохнуть и провести остаток дня.

Вся рабочая неделя ATLAS-а, все заседания, все обсуждения, все кофейные и чайные перерывы, обеды и т.п. проходили под козырьком (в прямом смысле этого слова) прекрасного, нового стадиона Швейцарии (Stade de Suisse), на котором одержала все свои три победы милая нам сборная Голландии, на недавно закончившемся первенстве Европы по футболу.

В понедельник, 7 июля, после вводных слов и приветствия организаторов

совещания (выступал председатель локального оргкомитета А.Эредитато), споксмен коллаборации Питер Иенни рассказал о последних новостях касательно запуска большого



адронного коллайдера LHC, задачах настоящего совещания и т.п.

В частности, в настоящее время коллаборация ATLAS насчитывает примерно 2200 членов из 170 институтов и 37 стран Мира. Примечательно, что число новых членов постоянно растет. Исторический момент, как отметил Иенни, произошел 16 июня этого года, когда последний фрагмент кольца LHC был помещен на свое рабочее место в А- зоне установки ATLAS. За динамикой охлаждения коллайдера и вводом в эксплуатацию отдельных его участков можно в реальном времени наблюдать по интернету. На момент середины июля 2008 г. только один сектор, в районе месторасположения установки CMS, не был пока достаточно охлажден (его температура была выше 52 К, тогда как должна быть на уровне 2-3 К). Это необходимо, поскольку штатный режим работы ускорителя опирается на использование сверхпроводящих магнитов и т.п. Непрерывно проводятся настройки и проверки питания и оборудования. Выражена уверенность, что к концу июля вся машина будет охлаждена и первый пучок ожидается в начале августа. В настоящее время считается, что коллайдер, постепенно выходя на запланированную светимость в 3×10^{34} (см сек)⁻¹, наберет интегральную светимость 648 обратных фемтобарн к концу 2017 года. В 2017 предполагается полная остановка ускорителя на модернизацию. С 2018 начнется вторая фаза работы LHC и к 2020 светимость постепенно планируется довести до 10×10^{34} (см сек)⁻¹. Она будет таковой оставаться где-то до 2022-2025 года. По-видимому, 2025 год является критическим (придельным) с точки зрения разрушения элементов детектора под действием интенсивного излучения. Итак, в самом оптимальном случае работы до 2025 года полная светимость LHC достигнет 5028 фб⁻¹.

Далее П.Иенни остановился на финансовой ситуации. В целом она вполне благоприятная, до необходимых 550 миллионов швейцарских франков пока не достает примерно 15 миллионов, которые должны быть внесены в коллаборацию до 2010 года. В заключении он анонсировал новую книгу про эксперимент ATLAS, которая выйдет из печати в начале октября этого года.

Первый научный доклад был не про ATLAS, и даже не про физику элементарных

частиц – это был доклад про изменение климата на нашей планете и роли физики в этом процессе, сделанный специально приглашенным докладчиком Т.Стокером, сотрудником центра по исследованию изменения климата при Бернском университете. Тема доклада, безусловно, интересная, она касается всех нас, что и нашло свое отражение в достаточно продолжительной дискуссии, последовавшей после этого доклада.

Далее под руководством Марцио Несси обсуждалась конфигурация детектора ATLAS в свете подготовки к первым наборам экспериментальных данных. Основное внимание на этой сессии было обращено на состояние дел с проверкой магнитной системы детектора. Сначала М.Раймонд рассказал о том, как шаг за шагом в течение 6 недель “закрывался” детектор, какие при этом были достигнуты показатели, какой опыт был приобретен, как надо будет себя вести, когда детектор надо будет “открывать”. Затем Г.Тенкате обрисовал ситуацию с охлаждением, запуском и тщательным тестированием магнитной системы ATLASa. Успешное решение проблем позиционирования детектора и его компонент по отношению к пуску протонов обсуждалось в докладе Д.Лиссау. О юстировке мюонной системы ATLASa и ее характеристиках рассказал Ф.Бауэр. Общую ситуацию со сборкой детектора, возникшие при этом и уже решенные проблемы обрисовал М.Несси. Детектор закрыт, проблемы с охлаждением решены, защита также практически полностью установлена, налажена инфраструктура, однако в целом ситуация пока еще далека от окончательной, есть проблемы и они решаются.

Далее до обеда обсуждалось как текущее состояние различных систем детектора ATLAS, так и ожидаемое их состояние на начало осени (1 сентября 2008). От имени рабочих групп тайл- и жидко-аргонного калориметров и группы триггера калориметров первого уровня (L1Calo) сообщение по данному вопросу сделала М.Дунфорд. Она обсуждала готовность аппаратуры и ее текущие характеристики, проведенные калибровки и определения необходимых калибровочных констант, мониторинг данных с калориметров, состояние проблемных каналов, приобретенный опыт и готовность к пучкам. Аналогичные вопросы касательно мюонной системы детектора и внутреннего детектора обсуждались соответственно в докладах Т.Кавамото и Л.Росси.

Р.Хаузер обрисовал сложившуюся в настоящее время ситуацию и изложил ближайшие и более отдаленные (до конца года) планы работ по завершению формирования окончательной компьютерной и сетевой инфраструктур эксперимента ATLAS. Он также остановился на принятой коллаборацией концепции удаленного мониторинга всех подсистем детектора. Ситуация в этом вопросе, похоже, еще далека до окончательной.

Готовность и планы TDAQ систем к работе с пучками обсуждалась в выступлении Г.Леман-Миотто. Было рассказано о состоянии дел с DAQ компонентами и фермой триггера высшего уровня (HLT), а также о канале передачи данных из точки 1 (места расположения детектора ATLAS) в Тир-0, о правилах доступа и контроля информации.

Наборы и типы данных (от единичных пучков протонов и от их столкновений), необходимые как для запуска, так и понимания работы калориметров, мюонной системы и внутреннего детектора установки ATLAS (совместно с триггерами первого уровня) обсуждались соответственно в выступлениях И.Вингертер-Зиз, С.Влахос и К.Гемме. Аналогичный вопрос касательно триггеров высшего уровня рассматривался в докладе Т.Коно. На этом рабочая часть первого дня завершилась, который плавно “перешел” в ратушу старого Берна, где “атласовская” публика за бокалом вина была подвергнута процедуре приветствия со стороны различных официальных лиц (ректора университета

Берна, директора образования и политического представителя кантона Берна).

Утреннее заседание второго дня ATLAS-week'a началось с обсуждения правил работы и организации набора данных в точке 1 (расположения детектора). Правила эксплуатации комнаты оперативного контроля ATLAS'a (ATLAS control room) с учетом организации сменных дежурств и т.п. были изложены Т.Венглером. В докладе Г.Морначчи была описана работа группы поддержки оперативного управления, включая правила доступа и авторизации, постоянно действующие сервисы, доступ к ним, а также так называемый SLIMOS (Shift Leader in Matter Of Safety – руководитель смен, ответственный за безопасность), задача которого – оперативное решение различных проблем, в том числе и проблем безопасности.

Стратегия поведения и организация действий на разных уровнях возникновения опасности – уровни тревоги 1, 2 и 3 – обсуждалась соответственно в докладах Г.Буркхарта, Ф.Б.С.Педрасы и О.Белтрамелло. Уровень 1 в данной классификации отвечает наиболее безопасной, “штатной”, ситуации с нарушением функционирования какой либо из подсистем (например, исчезновение питания). Такого типа “тревожная” информация поступает обычно на дисплей дежурного оператора и информирует последнего о произошедшем. Тревога второго уровня включается тогда, когда возникает опасная или нештатная ситуация, угрожающая разрушением оборудованию (например, отказ системы охлаждения), но не ставящая непосредственно под угрозу человеческие жизни. Эта тревога не требует немедленного оперативного вмешательства спасателей (Fire Brigade). Для этого уровня разработана специализированная и многофункциональная система контроля безопасности. Задача сигналов тревоги уровня 3 – обеспечение полной сохранности жизни обслуживающего персонала, находящегося в экспериментальной зоне. Это сигнал сопровождается немедленным вызовом и проникновением в зону опасности бригады спасателей. Пример – пожар, недостаток кислорода, утечка углекислого или легковоспламеняющегося газа и т.п. В целом в коллаборации разработана широкомасштабная и жесткая система обеспечения безопасности, работающая в теснейшем контакте со службой безопасности ЦЕРНа. Как мы видим, проблеме безопасности в коллаборации ATLAS уделяется особое внимание.

Состояние дел с программным обеспечением триггеров основного уровня и моделью данных от событий обсуждалось в сообщении Р.Гонкало. Полный набор триггеров, так называемое триггерное меню, был представлен Б.Вакхон. О планах работы триггеров, с учетом мониторинга качества данных, было изложено в выступлении К.Падила. Обсуждение подготовки к измерению эффективности триггеров на реальных данных провела Т.Фонсека-Мартин – “триггеры, работа которых не ясна, не должны применяться”.

Далее рассматривались вопросы, связанные с так называемой подготовкой данных (Data Preparation). Он-лайн и офф-лайн мониторинг и проверку качества данных обсуждали соответственно С.Колос и Э.Лыткэн. В частности разработаны специальные программные продукты для наблюдения за сбором и первичной обработкой данных через интернет. О влиянии системы контроля детектора (DCS) на качество данных рассказала К.Леней. Прделанная работа и состояние дел с запуском системы офф-лайн обработки данных, включая работу Тир-0 и Тир-1 была, представлена в докладе Дж.Бойд. В апреле 2008 была создана новая рабочая группа (доклад Б.Джакобе), задача которой состоит в прямом и косвенном измерении светимости, контроле параметров коллайдера и сохранении этой информации для дальнейшего использования в физическом анализе.

Другой цикл работ по подготовке данных связан с калибровками различного рода систем и юстировкой элементов детектора. В частности первый набранный опыт, статус и готовность различных калибровочных процедур, которые должны быть выполнены сразу после набора данных и перед началом Тир-0 реконструкции, были представлены в выступлении К.Гийо. Здесь же обсуждалась (похоже, еще до конца не сформулированная) так называемая процедура подписания данных (какие данные нормальные, какие нет). Состояние дел и планы по юстировке внутреннего детектора были изложены А.Боччи. Достигнуты определенные успехи, однако необходимо более тесное сотрудничество с физическими рабочими группами. О получении новой карты магнитного поля рассказала М.Лежандр.

Остаток дня (перед вечерним посещением бернского музея А.Эйнштейна) был посвящен, так сказать, успехам рекламной компании коллаборации ATLAS, проводимой как в средствах массовой информации, так и в студенческой среде (фильмы, сайты, книги, лекции, экскурсии, программы и т.п.). В частности, помимо рекламы новой большой книги про ATLAS, успешной работы информационных сайтов, и студенческих обучающих интерактивных программ, значительное внимание было уделено неожиданно возникшей в прессе проблеме (микроскопических) черных дыр (в выступлении М.Барнетта).

Остановиться несколько подробнее на опасности рукотворных черных дыр. Известно, что энергия сталкивающихся в ЛНС частиц (10^{17} эВ) значительно меньше максимальной энергии (10^{21} эВ) космических лучей, зарегистрированных на Земле. Зная светимость ускорителя можно подсчитать, что за все время работы ЛНС произойдет примерно 10^{17} протон-протонных столкновений. С другой стороны, зная площадь поверхности Земли и время ее существования, можно показать, что примерно 10^{22} раз ее поверхность бомбардировали космические лучи с энергией, как минимум не меньше ЛНС-ной. А это просто означает, что планета Земля успешно и без каких либо последствий пережила уже более 100000 “экспериментов”, подобных ЛНС! Солнце значительно больше и старше Земли, однако, и оно все еще в целости и сохранности. Оценки показывают, что во Вселенной за секунду “таких экспериментов” проводится примерно 10^{13} штук, и мы их не замечаем, несмотря на все наши изоциренные астрономические приборы! В принципе, на этом, совершенно общем наблюдении можно было бы закончить, не приступая к черным дырам.

На самом деле, произошла подмена понятий – на ЛНС идет речь именно о микроскопических черных дырах, которые теоретически могут иметь место в моделях с дополнительными пространственными измерениями. Это не те астрономически наблюдаемые черные дыры, масса которых несравненно больше массы Солнца и которые благодаря этому поглощают все окружающее вещество. Такие черные дыры никак не могут образоваться на ЛНС – просто не хватает энергии, так как 10^{17} эВ – это энергия столкновения двух комаров. Остается вопрос – насколько могут быть опасны рукотворные микроскопические черные дыры? Они не опасны, поскольку, если они и возникают, то в результате столкновения кварков и глюонов, поэтому они должны и распадаться обратно на кварки и глюоны очень быстро. В известном смысле это означает, что микроскопические черные дыры не совсем черные (желтые, красные, синие). Более того, скорее всего у них должен быть электрический заряд, а заряженные объекты известным образом взаимодействуют с веществом и их давно бы уже

обнаружили на Земле. Аргументы такого сорта можно продолжить. Заметим, что для изучения потенциальной опасности, которая может возникнуть в результате открытия неизвестных ранее явлений на ускорителях сверхвысоких энергий, в ЦЕРНе давно уже существует группа независимых экспертов (LHC Safety Study Group).

Завершая эту тему, отметим, что существует также и простой “антропологический” аргумент – не могут все физики, вовлеченные в создание LHC быть самоубийцами. Очевидно, что эти физики осведомлены о проблеме черных дыр на LHC, они первыми заговорили о возможности их образования и т.п. Средства массовой информации, не будучи в теме, а вслед за ними, естественно и обычные люди, сильно обеспокоены по поводу той опасности, что грозит всему живому на земле образование черных дыр на LHC. Если бы действительно имела место хоть малейшая вероятность риска, то такой эксперимент никогда бы не имел шансов начаться – поскольку физики нормальные люди, а не хронические самоубийцы.

В среду 9 июля, утром, под руководством Д.Барбериса обсуждалась готовность баз данных и компьютерных систем к поступлению первых реальных данных с детектора. В частности, Х.Эспиналь рассказал о готовности распределенных систем моделирования, переобработки данных, работы распределенных смен офф-лайн контроля и т.п. О статусе системы распределения данных (DDM) в рамках грид сделал доклад А.Климентов. Л.Гуссенс рассказал о задачах и функциях Тир-0, о том, в каком состоянии готовности он находится и что необходимо еще сделать.

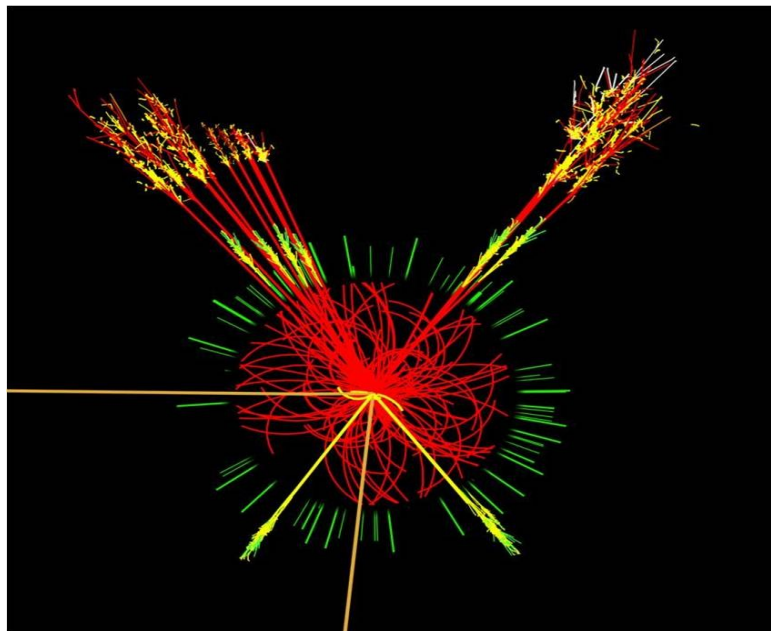
Далее обсуждался опыт от проведения так называемой полномасштабной репетиции (Full Dress Rehearsal) с наборами данных. Основная цель этого предприятия состояла в том, чтобы в максимально приближенной к реальной ситуации обстановке, проверить весь путь от стадии набора и первичного анализа данных до конечного пользователя, занимающегося конкретным физическим анализом. При этом все компьютерные мощности распределенного анализа должны были быть задействованы и тем самым проверены.

Д.Чарлтон остановился в основном на вопросах подготовки данных, их качестве и обработке. А.Наирз рассказал об опыте и задачах калибровки и юстировки на основе этих данных. В целом резюме не однозначное – есть явно положительные моменты, остались и проблемы. В частности, реконструкция данных оказалась примерно вдвое медленнее, чем ожидалось и т.п. Необходим дополнительный анализ.

Далее обсуждались вопросы, связанные с так называемыми “Вперед-детекторами” ATLAS'a (Forward Detectors) – ALFA (докладчик П.Графстрем), ZDC (Б.Джакоббе) и LUCID (М.Зеллер). Детектор ALFA, расположенный за 240 м от центра установки ATLAS, нацелен на измерение сечения упругого рассеяния протонов и полной светимости. Задача (двух) калориметров ZDC (140 м от ATLAS'a) – измерение сечение образования нейтральных адронов, вылетающих из зоны взаимодействия под практически нулевыми углами. Детектор LUCID уже полностью собран на расстоянии 17 м от центра ATLAS'a и практически готов к запуску. Он будет измерять светимость путем измерения черенковского излучения.

Совершенно новое предложение было сделано Б.Коксом о создании и установке пар детекторов протонов, расположенных прямо на пучках (под нулевыми углами) на расстоянии 220 и 420 метров от центра ATLAS. Утверждается, что за незначительные дополнительные ресурсы детектирование “прямых” протонов позволит получить

физические результаты по программе поиска бозонов Хиггса, в том числе и суперсимметричных, по гамма-гамма- и протон-гамма-, дифракционной физике, а также в вопросе прецизионной энергетической калибровке струй и т.п. Данный проект находится в своей начальной стадии.



Во второй половине дня обсуждалось состояние дел в отношении математического обеспечения в коллаборации, планов по выпуску новых релизов программ, стратегии их использования на первых физических данных (Д.Куаррие), а также концепция и пакеты для обработки данных в рамках принятого коллаборацией физического анализа (С.Паганис и С.Менке). О процедуре настройки, тестирования и утверждения конечной версии (валидации) офф-лайн математического обеспечения главного узла Тир-0 ATLAS'a рассказал Д.Куаррие. На весьма актуальной процедуре распараллеливания процесса реконструкции в Тир-0 было обращено внимание в докладе Д.Россо и Р.Д.Шаффера.

Вопросы коллаборационной политики ATLAS рассматривались на заключительном заседании в среду. Отчет о работе комиссии по публикациям сделал М.Клейн. В частности он рассказал о некоторых новых моментах в процедуре прохождения публикаций через коллаборацию. О том, как стать автором публикации ATLAS'a и как им остаться было изложено в выступлении М.Кобаль. Функции и проделанная работа комиссии по выбору докладчиков на конференции были представлены А. ди-Киаччо и Т.Кавамото. С.Стапнес обрисовал ситуацию, поднятую на уровне международной организации чистой и прикладной физики (IUPAP) и напрямую касающуюся ATLAS'a, относительно того, как объективно учитывать и оценивать персональный вклад ученого (в особенности молодого), работающего в рамках современной, прямо скажем, огромной коллаборации, проводящих фундаментальные исследования по экспериментальной физике элементарных частиц. Он же рассказал о планировании оперативной работы в сменах и соответствующем интернет интерфейсе.

Под конец официальной части этого дня и накануне выборов нового лидера коллаборации было дано слово трем претендентам – Фабиоле Джанотти, Марцио Несси и Леонардо Росси.

Четвертый день (10 июля) “Недели ATLAS в Берне” было посвящен физике. В преддверии первых данных, два координатора физики в ATLAS'e – К.Якобс и Д.Чарлтон

руководили обсуждениями характеристик и калибровок детектора, а также подготовки и организации работ по физике в целом. В частности, состояние дел и дальнейшие планы в определении возможностей подсистем детектора по реконструкции электронов и фотонов было изложено С.Снайдером. О достигнутых совокупных характеристиках мюонной системы в контексте реконструкции событий рассказал В.Либиг. В докладе Дж.Праудфута говорилось о достижениях и проблемах рабочей группы, задачей которой было предварительное исследование струйных событий и событий с потерянной энергией. Мечение струй от b -кварков, восстановление первичных и вторичных вершин взаимодействия, а также вопросы восстановления треков частиц обсуждались К.Вайсе.

Далее были сделаны сообщения о большой проделанной работе и набранном опыте, о программе исследований на самых первых данных в рамках рабочих групп по физике стандартной модели, топ-кварка (С.Бентвелсен) и B -физики (С.Хассани). В частности, М.Вилерс отметила что, несмотря на значительный прогресс в понимании общей ситуации в области физики стандартной модели, остаются важные и совершенно не исследованные вопросы, такие как, например, роли и характер многопартонных процессов, сечения которых имеют другую асимптотику по энергии. Очень интересно состояние дел и задачи по физике тяжелых ионов на первом этапе работы коллаборации изложил П.Штейнберг.

Далее в докладе Г.Поларда обсуждались вопросы защиты внутренней для коллаборации информации (неопубликованные статьи, внутренние сообщения, доклады, повестки для совещаний и т.п.). Здесь разработана целая многоуровневая система защиты, однако, главный тезис о том, защита информации – обязанность каждого члена коллаборации, не выглядит в настоящее время достаточно серьезным препятствием для ее утечки. Интересным оказалось сообщение С.Голдфабра о коммуникационно-информационных средствах (аудио и видео-конференции, сайты, почтовые службы и т.п.), с помощью которых такая огромная коллаборация, как ATLAS, может оперативно и эффективно обмениваться информацией.

Последней темой обсуждения в этот день был вопрос о так называемых промежуточных и долгосрочных планах коллаборации ATLAS, ее новой организации и модернизации в связи с планами супер-LHC и т.п. (доклады Н.Хесси и С.Таппроге).

В заключение этого дня все члены коллаборации, принимавшие участие в совещании сфотографировались на прекрасном футбольном поле, где проходили игры ЕВРО-2008 и где сразу после фотографирования две футбольные команды коллаборации ATLAS провели товарищеский матч.

В начале последнего дня “Недели ATLAS в Берне” (пятница, 11 июля) были подведены итоги всей работы коллаборации в Берне. Выступившие руководители рабочих групп и направлений кратко подвели итоги прошедшим обсуждениям, а главное подчеркнуты те проблемы, которые как можно скорее должны быть преодолены. Главным событием этого дня стало заседание правления коллаборации и выборы нового лидера. Им стала Фабиола Джианотти.

В.А. Бедняков и Н.А. Русакович