

НАУКА СОПРУЖЕСТВО ПРОГРЕСС

ЕЖЕНЕДЕЛЬНИК ОБЪЕДИНЕННОГО ИНСТИТУТА ЯДЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ
Газета выходит с ноября 1957 года ♦ № 46-47 (3734-3735) ♦ Пятница, 3 декабря 2004 года

● Сообщение в номер

Аппаратура из Дубны доставлена во Францию

В Лаборатории ядерных реакций имени Г. Н. Флерова возобновлены работы по поиску сверхтяжелых элементов в природе.

Полученные на сегодня в ЛЯР имени Г. Н. Флерова экспериментальные результаты по синтезу изотопов новых химических элементов (112–118) и новых изотопов известных трансактиноидов (105–111) в сочетании с теоретическими расчетами позволили вновь поставить вопрос о возобновлении работ по поиску СТЭ в природе. В отличие от работ 80–90-х годов прошлого столетия, где основное внимание уделялось поиску СТЭ с $Z=111–115$ (от эка-золота до эка-висмута), для которых на тот период прогнозировалось максимальное время жизни, сегодня мы ожидаем, что наиболее долгоживущими (сравнимыми с возрастом Земли) могут быть нейтронноизбыточные изотопы элемента 108 ($N=182–184$).

Химические опыты, проведенные с короткоживущим изотопом Hs, показали, что 108-й элемент, как и ожидалось согласно Периодическому закону, яв-

ляется гомологом осмия (Os). В первых экспериментах будет исследован образец Os (500 грамм). Для этих целей в ЛЯР совместно со специалистами фирмы АСПЕКТ (Дубна) в короткие сроки создана новая экспериментальная установка на базе нейтронного детектора с ^3He -счетчиками, позволяющая с высокой эффективностью регистрировать множественную эмиссию нейтронов спонтанного деления сверхтяжелых ядер. Чтобы защитить установку от фона нейтронов, возникающего под действием космических лучей, измерения будут проводиться в подземной лаборатории, расположенной под Альпами в середине туннеля, соединяющего Францию с Италией, на глубине, соответствующей 4000-метровому слою водного эквивалента. Если в течение года измерений будет наблюден хотя бы одно событие спонтанного деления сверхтяжелого ядра,



то это будет соответствовать концентрации 108-го элемента в Os-образце около 10^{-15} г/г (в предположении, что его период полураспада равен 10^9 лет).

Работы проводятся совместно с Центром ядерной спектроскопии и спектрометрии масс, Орсе, Франция. В настоящее время измерительная аппаратура доставлена из Дубны во Францию, установлена и запущена в низкофоновой лаборатории Модана. Эксперименты по измерению образца осмия начнутся на старте 2005 года сразу по завершении настройки нейтронного детектора.

На снимке: нейтронный детектор установлен в подземной лаборатории Модана (настройку ведет старший научный сотрудник Евгений Сокол). Фото ЛЯР. (Соб. инф.)



Конференция в Минске

Делла Негра, руководитель RDMS-CMS-сотрудничества профессор И. А. Голутвин, советник генерального директора ЦЕРН Н. Н. Кульберг и др.

Белорусская часть оргкомитета во главе с Н. М. Шумейко организовала весьма представительную конференцию, в которой приняли участие около ста ученых, представляющих различные страны мира. Обсуждались программа научных исследований на установке CMS, а также вопросы создания элементов установки и компьютерного обеспечения ее работы. Среди участников было много молодых ученых из стран-участниц ОИЯИ.

Участники отметили плодотворные идеи создания RDMS-CMS-сотрудничества, которое было инициировано ОИЯИ и поддержано ЦЕРН и руководством коллаборации CMS. Конференция широко освещалась СМИ Белоруссии.

Во время пребывания в Минске А. Н. Сисакян имел встречи в ректорате БГУ, Госкомитете по науке и технологиям, посетил завод МЗОР, Объединенный институт энергетических и ядерных исследований «Сосны». Состоялись беседы с Ю. М. Плескачевским, первым заместителем председателя ГКНТ, Полномочным представителем правительства РБ в ОИЯИ В. И. Недилько, ректором БГУ В. И. Стражевым, проректором, членом Ученого совета ОИЯИ С. К. Рахмановым, генеральными директорами ОИЭЯИ «Сосны» В. И. Кувшиновым и МЗОР В. Ф. Бутко, заместителем председателя Фонда фундаментальных исследований В. И. Прокошиним. Обсужден широкий круг вопросов сотрудничества ОИЯИ с научными центрами Белоруссии.

(Информация дирекции ОИЯИ)

С 28 ноября по 2 декабря в Минске проходила традиционная Международная конференция RDMS-CMS-сотрудничества (Россия – Дубна – страны-участницы ОИЯИ) CMS эксперимента на LHC в ЦЕРН, посвященная 10-летию этой коллаборации. С приветственными словами к участникам обратились ректор БГУ профессор В. И. Стражев и председатель Государственного комитета по науке и технологиям член-корреспондент НАНБ Ю. М. Плескачевский.

На первом заседании выступили вице-директор ОИЯИ профессор А. Н. Сисакян, руководитель CMS профессор М.

Наш адрес в Интернете – <http://www.jinr.ru/~jinrmag/>

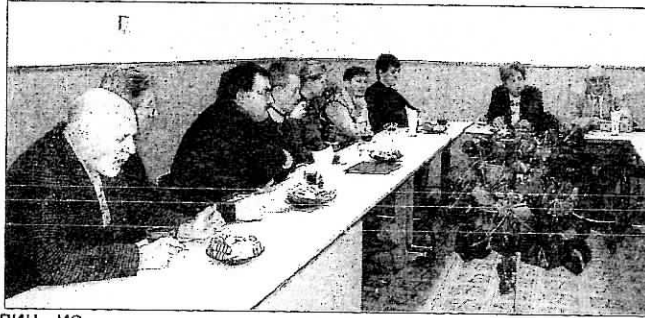
В рамках программы «Боголюбов–Инфельд»

23 ноября в Учебно-научном центре ОИЯИ состоялась встреча руководителей Программы «Боголюбов–Инфельд» с польскими сотрудниками Института.

Цель встречи – обмен мнениями по вопросам расширения сотрудничества с вузами Республики Польша и ряда других стран-участниц ОИЯИ, более широкого вовлечения их в учебно-научную сферу деятельности Объединенного института.

Во встрече, а вернее, в традиционном для УНЦ чаепитии, приняли участие один из руководителей программы «Боголюбов–Инфельд» директор УНЦ С. П. Иванова, секретарь программы и руководитель польского землячества в ОИЯИ В. Хмельовски, ответственная за подготовку школьников в рамках программы «Боголюбов–Инфельд» Э. Хмельовска, польские сотрудники ОИЯИ. Приглашены были и руководители других национальных землячеств – Н. Ангелов (Болгария), А. Ковалик (Чехия), А. Опрэа (Румыния). В обсуждении программы работы со школьниками участвовал старший научный сотрудник УНЦ И. А. Ломаченков.

Открывая встречу, Владислав Хмельовски поблагодарил всех сотрудников ОИЯИ, участвующих в реализации программы «Боголюбов–Инфельд». С. П. Иванова кратко рассказала о недавней поездке в Польшу с целью обсуждения возможных путей развития контактов между польскими университетами и



школами и УНЦ ОИЯИ. В рамках программы «Боголюбов–Инфельд» в 2004 году в Учебно-научном центре побывали более 100 молодых людей из Польши. Растет интерес и у польских школьников, этому немало способствует то, что и в ОИЯИ и в Польше есть люди, которые специально занимаются этим делом, а в УНЦ создан физический практикум для школьников. Этот увлекательный практикум и прекрасные преподавательские качества И. А. Ломаченкова уже успели оценить польские школьники.

Трижды приезжали в УНЦ учащиеся школы при посольстве Германии, которые выразили готовность сделать это обучение регулярным. Всех школьников привлекает не только интересный практикум, но и возможность познакомиться с ОИЯИ. Стал УНЦ и поддержкой для школ Дубны – три раза в неделю физический практикум осваивают учащиеся нескольких школ города.

В 2005 году в Ратмино будет проводиться III Школа «Ядерные методы и ускорители в биологии», а по окончании – летняя практика для студентов из университетов стран-участниц. Опыт практики прошедшего лета показал, что ее пик приходится на период массовых отпусков сотрудников Института, а это ограничивает число рабочих мест для студентов в лабораториях. Тем более, что идея практики – привлечь внимание студентов к отделам и лабораториям Института, связанным с базовыми установками.

В расширении количества мест для таких практикумов очень может помочь участие землячеств, связь сотрудников стран-участниц ОИЯИ с «родными» вузами. «Мы поняли, – отметила Светлана Петровна, – что для достижения больших успехов нам необходима база данных по темам дипломных работ, интересующих как студентов из Польши, так и из других стран-участниц». С этим согласились все. Как подчеркнул В. Хмельовски, участвуя в заседаниях комиссии

Государственного агентства по атомной энергии Республики Польша по сотрудничеству с ОИЯИ, он всегда

акцентирует внимание на необходимости финансовой поддержки тех групп в лабораториях, которые принимают молодых ученых или студентов из Польши. По мнению Алекса Опрэа, за последние годы сотрудничество с университетами Румынии расширилось, и в этом он видит заслугу УНЦ и коллег в лабораториях. С. П. Иванова от-

метила, что деятельность сотрудников ОИЯИ, активно работающих с УНЦ в этом направлении, необходимо стимулировать материально.

Как отметил Николай Ангелов, студенты, готовящие дипломные работы в УНЦ ОИЯИ, получают очень хорошие отзывы в Болгарии. Он предложил дополнить курс Учебно-научного центра лекцией по истории Института. А с Болгарией, заметила Светлана Петровна, сейчас обсуждается возможность выделения гранта для обучения в УНЦ студентов из этой страны. Владислав Хмельовски призвал коллег из других землячеств применить проверенный Польшей путь создания системы специальных грантов, которая, как показала жизнь, успешно работает, и воспользоваться хорошо отлаженным механизмом работы УНЦ.

Эва Хмельовска отметила, что поездка в ОИЯИ для школьников Польши – награда и устаиваются ее самые лучшие ребята, отобранные среди всех школ. Прозвучало предложение провести в Дубне международную олимпиаду по физике, пригласив школьников хотя бы из одного города Польши и одного города Германии. А студент Краковской Горно-металлургической академии Шимон Михалски, выполняющий сейчас дипломную работу в группе А. Г. Артюха (ЛЯР), предложил создать электронную страничку, посвященную программе «Боголюбов–Инфельд», и разместить ее на сайте электронной версии польского студенческого журнала «Student news», редактором которой он является. На этой странице можно размещать информацию о программе, планируемых мероприятиях, новости из ОИЯИ и УНЦ.

С. П. Иванова рассказала собравшимся, какими техническими и образовательными возможностями обладает сегодня Учебно-научный центр, который в 1991 году начался с одного письменного стола...

Ольга ТАРАНТИНА,
фото Сергея НЕГОВЕЛОВА.



НАУКА
СОПРЯЖЕНО
ПРОГРЕСС

Еженедельник Объединенного
института ядерных исследований

Регистрационный № 1154
Газета выходит по пятницам
Тираж 10220
Индекс 55120
50 номеров в год

Редактор Е. М. МОЛЧАНОВ

АДРЕС РЕДАКЦИИ:

141980, г. Дубна, Московской обл., ул.
Франка, 2.

ТЕЛЕФОНЫ:

редактор – 62-200, 65-184
приемная – 65-812
корреспонденты – 65-181, 65-182,
65-183.

e-mail: dnsp@dubna.ru

Информационная поддержка –
компания КОНТАКТ и ЛИТ ОИЯИ.

Подписано в печать 2.12 в 13.00.
Цена в розницу договорная.

Газета отпечатана в Дубненской типо-
графии Упрполиграфиздата Московской
обл., ул. Курчатова, 2а. Заказ 407.



Специальное приложение

3 декабря 2004 года

Этот выпуск мы посвящаем теме, волнующей умы не только физиков, но и всех людей, кому не безразличны пути научного поиска, проблемы будущего науки. Пуск в ЦЕРН Большого адронного коллайдера, намеченный на 2007 год, обещает захватывающие научные результаты, о которых шла речь на международной конференции в Вене. Об этом – обзор Вадима Беднякова.

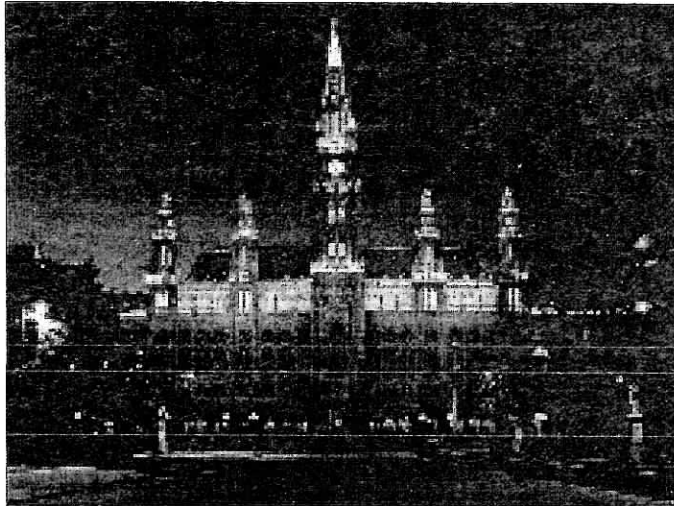
Самое сердце Европы, четвертый год XXI века

Несколько дней беззаботного, теплого и мягкого европейского лета. Вена – чистый, светлый и улыбающийся город, почти повсеместно хорошо и уверенно говорящий по-английски. Сразу видно, что уже давно и успешно ориентирован на приезжающих со всего света туристов (понятно, почему здесь так много китайцев и японцев). Уникальна архитектура. Почти каждый дом – шедевр, и, видно, что сильно гордится собой (такой чистый и умытый). Отель, хоть и не высшего класса, но приветливый, предупредительный и внимательный. Ночной кофе или пиво всегда под рукой, и обязательно с раннего утра молчаливые австрийцы тайпандского происхождения готовы сервировать вам завтрак, безмолвно улыбаясь. Люди наслаждаются жизнью – пьют пиво, неторопливо поглощают всякие вкусные разности и смотрят по ночам не отрываясь кино на огромном экране во всю площадь перед венской ратушей. Просто толпы народа, и ночью тоже.

Неудивительно, что именно здесь, в Вене, проходит международная конференция с таким странным названием – «Physics at LHC» – какая-то Физика, да еще на странном эЛэйЧСи. А ведь это – главное направление будущего развития физики элементарных частиц и астрофизики. Как минимум, лет на десять вперед мы будем сверять свои физические часы с дыханием LHC, как до этого сверяли ритм своей жизни по LEP.

Итак, две главные темы конференции – это разнообразные бозоны Хиггса и суперсимметрия. Примерно вдвое меньше времени было уделено двум другим основным направлениям – физике тяжелых ионов и физике b-кварков. В настоящее время В-физика – главный полигон исследования нарушения CP-симметрии, что имеет ключевое значение для понимания истории образования нашей Вселенной, в частности, ее барионной асимметрии. Работы в этой области идут полным ходом и, как минимум, лет на десять их еще хватит. Обсуждались еще Стандартная модель (СМ) и квантовая хромодинамика (КХД).

Как всегда, первое заседание открывают приветственным словом сами организаторы конференции в



лице австрийской Академии наук (профессор W. Kummer) и венского Института высоких энергий (профессор W. Majerotto). Главное пожелание участникам – плодотворной работы и, без этого нельзя, обязательно «проникнуться духом Вены», поскольку Вена действительно уникальное место и само по себе, несомненно, достойно особого внимания.

Далее пошла работа. Общее положение дел на начало лета 2004 года по

проекту LHC, уникальные характеристики этого коллайдера, программу ввода его в эксплуатацию и программу модернизации представил в первом научном докладе J. Engelen (CERN). Отмечен был вклад в создание различных элементов коллайдера таких стран, как Россия (Новосибирск, Протвино), Канада, Индия, Япония (КЕК), США (FNAL, BNL). Начало работы планируется на весну 2007 г. со светимостью $10^{33}/\text{см}^2/\text{сек}$ с последующим поднятием светимости на порядок за несколько лет. Среди главных проблем на этом пути – необходимость накопления в пучке большой энергии (до 350 МДж) и устранение эффекта электронного облака.

Ведутся работы по сборке детекторов ATLAS, CMS и ALICE. Место расположения детектора ATLAS под землей уже выглядит вполне «индустриально» и значительно плотнее заполнено, чем подземная область, предназначенная для CMS. Несмотря на разного рода трудности, заметный прогресс отмечен в подготовке обоих экспериментов. Та же ситуация имеет место для LHCb и ALICE. Компьютинг на LHC успешно развивается. Шаг за шагом создается LHC GRID и уже достигнут заметный технический прогресс, однако необходимы дополнительные ресурсы. Современное состояние дел на LHC и в CERN в целом было тесно увязано докладчиком с перспективами развития и модернизации как коллайдера LHC, так и общей стратегии работ в CERN на перспективу до 2020 года. В заключение было сказано, что LHC-проект аккумулирует в себе наиболее многообещающие усилия в физике частиц нашего времени и, что важно, эти усилия уже начали воплощаться в жизнь. Главная задача ускорительщиков – обеспечить пучок и первые столкновения частиц в 2007 году.

Стратегия поиска и обнаружения бозонов Хиггса

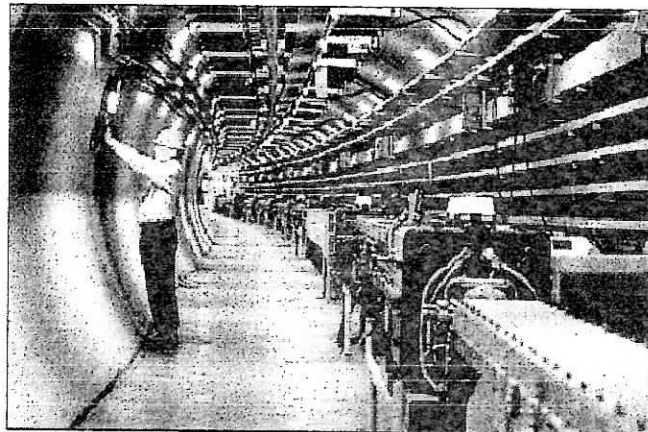
Первый день работы конференции был посвящен обсуждению стратегии поиска и обнаружения бозонов Хиггса. Начало положено обзорным теоретическим докладом А. Djouadi (Париж) на предмет ожидаемых при энергиях LHC феноменологических проявлений бозона Хиггса Стандартной модели (СМ) и плеяды хиггсовых бозонов суперсимметричных (SUSY) теорий. Были рассмотрены ключевые механизмы образования бозона Хиггса в СМ, особое место уделено роли радиационных поправок в каждом из механизмов рождения. Главное заключение – детектирование бозона Хиггса СМ в принципе гарантировано, поскольку даже для низкой светимости LHC уровень в 5 σ вполне достижим, если принимать во внимание все возможные каналы образования и распада. Отмечены основные способы проверки механизма нарушения электрослабой симметрии на LHC, включающие в себя определение масс(ы), спина, четности, ширины распада бозонов Хиггса, их констант связи с фермионами и самодействия.

Для нейтральных бозонов Хиггса в минимально SUSY расширенной СМ (MSSM) перспектива обнаружения близка к случаю СМ, однако здесь ситуация выглядит более запутанной, поскольку имеется значительно большее разнообразие константы связи как с фермионами, так и с калибровочными бозонами. Для заряженного бозона Хиггса (естественно, суперсимметричного) механизм образования в сильной мере зависит от соотношения его массы и массы топ-кварка. Главными продуктами распада заряженного бозона Хиггса в MSSM являются тау-лептонная пара и пара $t\bar{b}$ -кварков. В докладе рассмотрены различные сценарии, в частности, такой, когда все MSSM бозоны Хиггса, кроме легчайшего, имеют достаточно большие массы и их поиск практически не зависит от поиска легчайшего бозона Хиггса. Значительно более проблематичен промежуточный случай, когда массы бозонов Хиггса MSSM недостаточно велики. При этом регистрация легчайшего бозона Хиггса за счет подавления его взаимодействия с калибровочными бозонами и значительного уменьшения сечения его образования более проблематична, чем в СМ. Еще более запутанная ситуация с остальными бозонами Хиггса MSSM.

Наиболее привлекателен, безусловно, случай «сильной» связи, когда параметр $\tan\beta$ достаточно велик, а массовый параметр Хиггс-сектора M_A не превышает 150 ГэВ. В этом случае имеет место легкий сектор бозонов Хиггса (массы всех бозонов Хиггса примерно равны 150–200 ГэВ), сечения взаимодействия достаточно велики для значительного числа возможных каналов и допустима практически полная проверка предсказаний MSSM. С другой стороны, имеются и свои специфические проблемы, такие как слишком большие ширины распада бозона Хиггса, когда один канал распада становится фоном для другого и т.п.

Учет возможного влияния «не слишком» тяжелых SUSY частиц еще более усложняет ситуацию, особенно важной может быть роль петлевых SUSY поправок и распады бозонов Хиггса на SUSY частицы, что приводит к необходимости изменения стратегии поиска. Каскадные распады самих SUSY частиц, таких как, например, s -топ-кварк, также усугубляет ситуацию, поскольку бозоны Хиггса здесь могут фигурировать как на промежуточных, так и на конечных стадиях каскада.

В этой связи хочется отметить: поскольку вероятность того или иного канала распада в значительной степени зависит от соотношения масс как самих бозонов Хиггса, так и масс других частиц, в том числе и



не известных заранее масс SUSY частиц, то необходима тщательная систематизация всех таких индуцированных SUSY возможностей. Такого сорта комплексные исследования только начались, и совершенно ясно, что необходимы дальнейшие всесторонние усилия именно в этом направлении. С другой стороны, как хорошо известно, MSSM – это еще далеко не единственная реализация SUSY, и возможны вполне разумные сценарии за рамками MSSM, например, такие как Next-to-MSSM, где имеется более богатый Хиггсовский сектор, то есть помимо одного заряженного бозона Хиггса, есть еще три CP-четных и два CP-нечетных бозона Хиггса. Преимущество данной схемы состоит, в частности, в том, что практически полностью снимаются ограничения на массы бозонов Хиггса с LEP и допустимы очень легкие массы бозонов Хиггса (менее 50 ГэВ). Даже в специальном сценарии двух легких CP-четных бозонов Хиггса представляется крайне сложным разобраться во всех возможных сигнатурах и каскадах распадов этой модели.

В заключение доклада Абдельхак Джоуфди отметил, что благодаря уже большой проделанной работе (как теоретиков, так и экспериментаторов) детектирование бозонов Хиггса СМ (причем любых масс) гарантировано на LHC. Необходимый следующий важный шаг – это детальная проверка механизма нарушения электрослабой симметрии, то есть измерение массы, ширины распада, констант связи с фермионами и самодействие бозонов Хиггса, их спина и четности. В целом докладчик считает, что легкий бозон Хиггса MSSM (и другие его собратья) также должен быть зарегистрирован на LHC. Однако существенные сложности возникают из-за специфических областей пространства параметров MSSM и множества возможностей с рождением и распадами SUSY частиц, да и вполне возможной неминимальностью самой SUSY.

«Экзотическая» возможность полного отсутствия сигнала от бозонов Хиггса и одна из вероятных интерпретаций такого «несчастливого случая» были рассмотрены в докладе М. Chanowitz (LBL, USA).

Современный статус поиска бозонов Хиггса на LEP и Теватроне обсуждался в выступлениях N. Konstantinidis (University College, London) и B. Tuchming (Saclay, France). Был проведен анализ данных LEP и даны верхние границы масс бозонов Хиггса как в СМ, так и вне СМ (фермион-фобик, невидимых, флавор-независимых, заряженных и нейтральных в MSSM). Отмечено, что если масса бозона Хиггса СМ действительно окажется равной примерно 116 ГэВ, то на LEP была зарегистрирована самая первая в мире пара бозонов Хиггса. Проанализирована связь увеличения точности измерения электрослабых данных, таких как масса топ-кварка, константы сильного взаимодействия на Z-пике с массой бозона Хиггса. Показано, что масса СМ бозона Хиггса меньше 237 ГэВ. Главный источник увеличения точности определения электро-

слабых параметров на ближайшие три года – это Тэватрон (за счет уточнения масс топ-кварка и W-бозона).

Как известно, поиск бозона Хиггса SM (легче 130 ГэВ) на Тэватроне ведется D0 и CDF коллаборациями путем регистрации подходящих $b(\text{анти})b$ -пар, сопровождающихся лептонной парой от распада калибровочного бозона, который ассоциативно рождается в адронных столкновениях вместе с бозоном Хиггса. Для тяжелых бозонов Хиггса SM (тяжелее 130 ГэВ) главный канал образования на Тэватроне – слияние глюонов, при этом регистрация осуществляется за счет распада бозона Хиггса на пару калибровочных бозонов (один из которых чаще всего виртуальный) с образованием лептонных пар. На базе половины обработанной статистики ни D0, ни CDF пока таких распадов не обнаружили. В докладе приведены верхние границы на произведения сечений образования на относительные вероятности распада по соответствующему каналу как для легких, так и для тяжелых бозонов Хиггса. Обсуждаются также перспективы и надежды на обнаружение бозона Хиггса и исследования его характеристик по мере увеличения светимости Тэватрона.

Обзор широкого спектра возможностей обнаружения на LHC бозонов Хиггса различного происхождения (SM, MSSM, и т. п.) сделал P. Sphicas (Athens). Рассмотрены варианты образования и распадов легких, тяжелых и очень тяжелых бозонов Хиггса в SM. Особое внимание уделено механизму образования бозонов Хиггса за счет слияния векторных бозонов. Утверждается, что на LHC будут исследованы все области допустимых значений масс бозона Хиггса SM. Для регистрации эффекта обнаружения бозона Хиггса на уровне пяти стандартных отклонений достаточно всего нескольких месяцев набора данных при минимальной светимости LHC. Исследована точность определения на LHC таких параметров бозона Хиггса, как масса, ширины распада, спин и четность.

Во второй половине доклада Sphicas расширил свой анализ на область бозонов Хиггса в MSSM и рассмотрел область масс и основные моды распада и образования как легчайшего, так и тяжелых бозонов Хиггса в MSSM. Список уже исследованных (в той или иной мере) мод включает уже более 35 распадов. Возможности регистрации всех нейтральных бозонов Хиггса MSSM наиболее удобно представлять в плоскости параметров $\tan\beta$ и M_A , от которых в наиболее сильной форме зависит вся феноменология хиггсова сектора MSSM. Как уже отмечалось, значительное усложнение в процедуру регистрации бозонов Хиггса привносят SUSY частицы, которые могут участвовать как в процессах образования, так и распадов бозонов Хиггса. Особенно интересен случай, когда массы нейтрально и чарджино не превышают 1 ТэВ.

Главное заключение по поводу перспектив обнаружения бозонов Хиггса в MSSM основано на полной уверенности докладчика в том, что, по крайней мере, один из таких бозон Хиггса будет обнаружен. Дополнительная сложность возникает в случае малых и промежуточных значений $\tan\beta$ и малых M_A , где очень трудно отличить феноменологию SM от MSSM. «Невидимые» бозоны Хиггса тоже представляют проблему. В целом, поскольку детекторы LHC разрабатывались для поиска и регистрации именно бозонов Хиггса, то неудивительна уверенность автора в том, что весь спектр масс бозона Хиггса в SM будет исследован в течение одного года. Тот же оптимизм касается MSSM расширения, где легчайший бозон Хиггса также будет доступен для регистрации. В зависимости от параметров MSSM, если повезет, то, в принципе, можно будет зарегистрировать все бозоны Хиггса MSSM. Однако

не следует забывать о незримо присутствующей возможности различных расширений MSSM, например, с учетом CP-нарушения и т. п. В настоящее время продолжается поиск наиболее подходящих процессов регистрации бозонов Хиггса, в частности, считается очень перспективным механизм образования бозонов Хиггса за счет слияния векторных бозонов. Доклад Sphicas'a, особенно в его теоретической части, сильно перекрывается с предыдущим докладом A. Djouadi.

Вся вторая половина первого дня была полностью занята рабочей сессией, посвященной проблеме бозонов Хиггса. На сессии было сделано 9 докладов, причем только два из них (A. Kulesza, Karlsruhe, Germany, D. P. Roy, TIFR Mumbai, India) не касались обсуждения перспектив детектирования бозонов Хиггса на основе моделирования конкретных условий детекторов CMS и ATLAS.

Чисто теоретический доклад был сделан A. Kulesza. Он посвящен вопросам борьбы с большими логарифмическими поправками высших порядков при вычислении распределений по поперечному импульсу рождающихся на LHC бозонов Хиггса. Была предложена новая схема их пересуммирования, учитывающая пороговые и другие поправки.

От лица коллаборации ATLAS V. Perez Reale (Bern) сделала сообщение о системе триггирования. Главный упор касался триггеров, необходимых для выделения сигнала от бозонов Хиггса. Для решения поставленных на LHC задач необходим очень высокий уровень редукции числа событий (10^{13}), поскольку, к примеру, число перекрывающихся событий при пересечении двух сгустков пучка достигает 23. Система триггирования ATLAS позволяет при частоте взаимодействия в 1 ГГц достичь скорости записи данных на уровне 200 Гц. При этом используются как триггер низшего уровня (Hardware) так и триггер высокого (Software) уровня. На примере распадов Хиггса бозонов на четыре лептона (преимущественно электрона) и два фотона продемонстрирована эффективность работы системы различных триггеров ATLAS. По существу, впервые в полной мере проведено исследование системы триггеров и эффективности офф-лайн селекции событий распадов бозонов Хиггса при полной симуляции детектора ATLAS. Оценка ошибочного отбрасывания правильных событий не превышает 1 процент. В настоящее время продолжается дальнейшая работа для других каналов распада бозонов Хиггса.

Два детальных и совершенно независимых друг от друга доклада от коллабораций ATLAS и CMS были посвящены распаду бозона Хиггса на 4 мюона. S. Hassani (Saclay, France) на базе полного моделирования установки ATLAS рассмотрел (для низкой светимости LHC) вопросы о точности определения массы бозона Хиггса SM, качестве подавления фона и оценил ожидаемую степень значимости возможной регистрации бозона Хиггса по его распаду на 4 мюона. Основная идея состояла в том, чтобы учесть реальные условия работы и возможности мюонной системы, внутреннего детектора и проверить программное обеспечение по реконструкции событий. В целом результаты данного более аккуратного анализа несколько ухудшают ожидаемое разрешение и эффективность (примерно на 10 процентов). Аналогичная работа была проделана для детектора CMS M.Sani (Florence, Italy), и был получен близкий результат. В частности, очень хорошее разрешение CMS по импульсу мюона весьма важно для успешного исследования распада бозона Хиггса на 4 мюона. Для низкой светимости LHC бозон Хиггса с массой в интервале от 200 до 400 ГэВ может быть зарегистрирован менее чем за год работы CMS. Несколько лет необходимо для регистрации таким же образом бозона Хиггса с массой 125–140 ГэВ.

В связи с этим замечательным распадом ($H \rightarrow 4\mu$) одно вызывает недоумение. Перспективы этого распада для установки ATLAS были изучены также в ОИЯИ, но где «потерялась» наша группа – осталось загадкой...

S. Armstrong (BNL, USA) показал, что механизм образования бозонов Хиггса за счет слияния векторных бозонов (VBF-механизм) весьма перспективен для поиска бозонов Хиггса промежуточных масс (от $2M_z$ до 500 ГэВ). Поиск Хиггс-бозонов SM меньших масс (от 125 ГэВ до $2M_z$) за счет VBF-механизма обладает также значительной чувствительностью, поскольку имеется возможность мечения так называемых форвард-струй (с большим значением быстроты) одновременно с наложением вето-условия на струи из центральной области. Этот оптимистический результат не зависит от использованного типа генератора событий и является весьма стабильным. VBF-механизм перспективен для поиска так называемых невидимых мод распада бозонов Хиггса. Он позволяет измерить также параметры бозона Хиггса в SM. Используя различных моды VBF-механизма (в одном и том же эксперименте) можно исследовать значительную (если не всю) область параметров бозонов Хиггса в MSSM.

Теоретические проблемы и возможности поиска заряженных бозонов Хиггса MSSM на LHC обсуждались в докладе Д. П. Ройя. Если заряженный бозон Хиггса легче t -кварка, то t -кварк может распадаться на этот бозон и b -кварк, когда же t -кварк легче заряженного бозона Хиггса, наоборот, сам бозон Хиггса распадается на t -кварк и b -антикварк, или на τ -лептонную пару или W -бозон и легчайший бозон Хиггса MSSM. Обсуждалась роль как NLO KХД, так и SUSY KХД поправок.

Создается впечатление, что эта область еще не разработана так же хорошо как, скажем, процессы с нейтральными бозонами Хиггса; пока нет работ по симуляции процессов прохождения заряженных бозонов Хиггса через ATLAS.

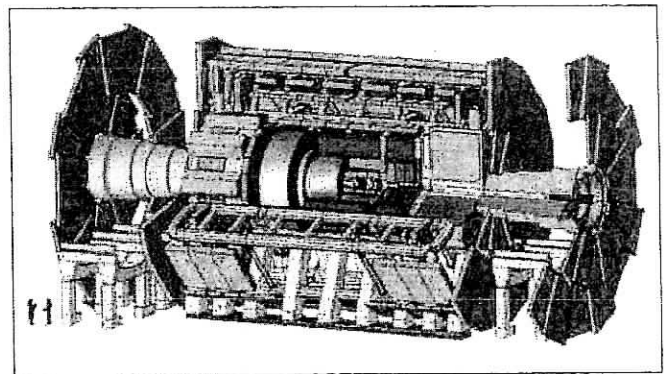
Для четырех типичных сценариев MSSM поиска бозонов Хиггса для установки CMS N. Marinelli (Athens, Greece) рассмотрел «нестандартный» – посредством s -кварк (или глюино) каскада – механизм образования всех трех нейтральных бозонов Хиггса в MSSM. Продемонстрирована неплохая возможность регистрации этих нейтральных бозонов в случае малых значений $\tan\beta$ и массового параметра M_A , когда другие, более «стандартные» сценарии их поиска оказываются неэффективными. Отмечено, что, по крайней мере, легчайший бозон Хиггса может быть вполне зарегистрирован посредством такого SUSY каскада. Исследование каскадного рождения бозонов Хиггса представляет особый интерес, поскольку оно позволяет, в принципе, определять интенсивность взаимодействия MSSM бозонов Хиггса с SUSY частицами (скварками и гайджтино). В настоящее время этот анализ проводится на базе полной симуляции детектора CMS. По всей видимости, такая же задача должна стоять и перед ATLAS'ом.

Весьма детальное исследование возможности регистрации с помощью детектора CMS частицы радиона – скалярной проекции гравитона в теориях высших размерностей – было представлено S. Gennai (Pisa, Italy). Основной механизм образования радиона – это глюон-глюонное слияние (аналогичное одному из каналов рождения нейтрального бозона Хиггса), основной механизм распада – это распад на два легчайших бозона Хиггса. При этом конечные состояния содержат 4 частицы (bb -пару в сопровождении $\gamma\gamma$, $\tau\tau$ или bb -пары). Результаты моделирования позволяют иметь хорошие перспективы для регистрации как

радиона (с массой 300 ГэВ) так и бозона Хиггса (с массой около 125 ГэВ) по всем рассмотренным конечным состояниям. Наиболее перспективен канал с четырьмя b -кварками.

Не менее важным, чем обнаружение бозонов Хиггса, является определение их основных характеристик. В докладе M. Duehrssen (Freiburg, Germany) показано, что измерение массы возможно, как минимум, с точностью 1 процент. Имеется несколько способов определения спина и CP-четности бозонов Хиггса. Сочетание всех регистрируемых каналов позволяет провести измерение также относительных интенсивностей взаимодействия бозонов Хиггса по разным каналам с точностью 10–50 процентов. Полная ширина Хиггс-бозона не наблюдаема непосредственно, поскольку невозможно отделить процесс рождения бозона Хиггса от процесса его распада. Поэтому приходится делать некоторые теоретические допущения (о CP-четности и нулевом спине) при определении абсолютных значений констант связи бозона Хиггса с различными частицами. Измерение абсолютных значений констант связи бозонов Хиггса по разным каналам взаимодействия поможет определить природу (SM или MSSM) самих бозонов Хиггса в особенно сложных для анализа областях параметров.

Первый день довольно быстро и вполне естественно завершился банкетом в самой настоящей венской ратуше и сопровождался приветствием мэра Вены. Внутри все солидно и чопорно – понятно, что здесь собираются серьезные люди принимать важные для города решения, хотя на площади перед ратушей расположен огромный экран, где теплыми венскими вечерами самый разнообразный народ, подзаправившись изрядно пищей, вином и пивом прямо здесь перед экраном, весьма комфортно проводит как остаток текущего дня, так и незаметно встречает наступление нового. В общем, не напрягаются, живут и отдыхают в свое удовольствие.



Суперсимметрия: от статуса – к планам коллабораций

День второй посвящен был суперсимметрии, однако начался с больших пленарных статусных докладов коллабораций ATLAS и CMS. О состоянии дел в коллаборации ATLAS рассказал Marzio Nessi (CERN). Все компоненты ATLAS Barrel Toroid уже произведены, ведется его сборка (полугодовая задержка вызвана проблемами с доставкой компонент тепловой защиты, сваркой охлаждающих азотных трубок). Завершается производство камер для мюонной спектроскопии. Произведено уже 88 процентов MDT камер, критичным является фронт-энд электроника. Электромагнитный баррель калориметр и соленоид уже подверглись охлаждению и готовы для окончательной проверки. Все ATLAS калориметры находятся на завершающей стадии сборки. Баррели уже готовы для инсталляции и будут помещены в подземные условия проведения эксперимента в конце

2004 года. Началось массовое производство фронт-энд электроники. Проводятся тестовые измерения на пучках, которые демонстрируют ожидаемые характеристики аппаратуры. Следующий шаг – это сборка узлов детектора под землей. Полным ходом идут производство компонентов внутреннего детектора и другие сопутствующие работы. Различные работы ведутся параллельно. По словам Марцио Несси, имеет место заметный прогресс в создании детектора ATLAS. Уже многие компоненты перешли из стадии производства в стадию установки и запуска (инфраструктура, криогеника, мюонная система, калориметрия и т. п.). Главные усилия в настоящее время сосредоточены на производстве внутренней трекинг-системы, которая должна быть полностью готова в первой половине 2006 года. Другая основная проблема – это необходимость успеть вовремя со сборкой, проверкой, и монтажом под землей баррель-тороида, задержка которого была обусловлена проблемами с доставкой его компонент в 2003 году. Значительная активность по сборке, проверке и запуску отдельных элементов установки в ЦЕРН в наземных условиях крайне важна для успешных и своевременных сборочных работ под землей. Начаты подземные работы по сборке узлов детектора. Все необходимые подземные помещения уже переданы в распоряжение коллаборации и закончена инсталляция всей инфраструктуры. Осенью 2004 года ожидается установка первой тороидальной катушки и предполагается спуск под землю барреля LAr-криостата. Начаты важные комбинированные проверки частей установки на пучке.

Статус работ по установке CMS столь же полно был изложен в докладе А. Бэла (A. Ball, CERN). Отметим лишь некоторые различия. Главное отличие по отношению к ATLAS состоит в том, что CMS-детектор будет собран на поверхности и потом целиком опущен под землю на место непосредственного проведения эксперимента. Подземное помещение для детектора CMS еще не полностью готово к установке необходимой околдетекторной электроники, систем питания и т. п. Начало этих работ ожидается в апреле 2006 года. В целом, несмотря на возможные проблемы, коллаборация имеет своей целью подготовить CMS к подземной работе к апрелю 2007 года.

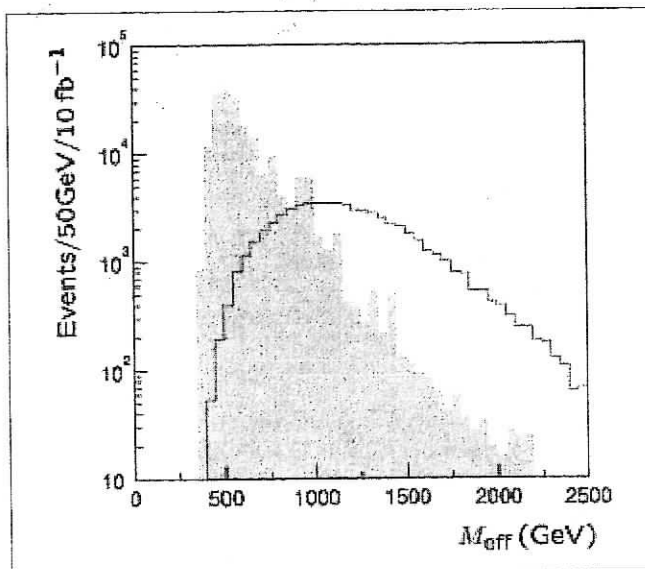
Суперсимметрия обладает очень широким спектром феноменологических проявлений (множество суперпартнеров, последовательности распадов, кандидаты на роль темной материи, нарушение R-четности, CP-нарушение, нарушение закона сохранения лептонного числа, и т. д. и т. п.). Тем не менее, классик и новый Нобелевский лауреат Дэвид Гросс сказал: «Экспериментальное обнаружение суперсимметрии равносильно обнаружению квантовой размерности пространства-времени». Однако всем известно, что суперсимметрия должна быть нарушена, причем, необходимо спонтанное и мягкое нарушение SUSY. Вот именно для этого и придуман так называемый скрытый сектор SUSY, где, собственно, и происходит (непонятно как) столь необходимое нам нарушение SUSY. Далее уже это нарушение путем специального, не зависящего от типа частиц (флэйвора), взаимодействия переносится в наш, наблюдаемый сектор суперсимметричной теории. Проявления SUSY, то есть ее феноменология, в сильной степени зависит именно от механизма переноса этого нарушения (гравитационное, калибровочное, путем гейджино, аномальное или за счет струн и т. п.), а также в значительной степени и энергетического масштаба, на котором оно происходит. Доклад Сабины Крамл (S. Kraml, Vienna, Austria) был, главным образом, посвящен рассмотрению зависимости SUSY феноменологии (спектра частиц, кто легчайшая LSP и т. п.) от характера переноса нарушения SUSY в наш видимый сектор из скрытого. Отмечены были также две важные возможности SUSY

моделей: CP-нарушение через CP-нечетные мягкие фазы и нарушение лептонного числа за счет несохранения R-четности и смешивания нейтрино с нейтралينو. Отмечена опасность принять за проявление SUSY сигнал от дополнительных размерностей (отличающийся только спином).

J.-F. Grivaz (Paris) рассказал о результатах «стандартного» SUSY поиска (при сохранении R-четности, когда нейтралино – LSP и MSSM берется с учетом граничных условий на объединение) на LEP и на Тэватроне (где за счет цветного заряда рождение скварков и глюино, а также и соответствующий фон значительно усилены). На LEP основные каналы поиска SUSY – это события с t-скварками и с мюонами. Был проведен поиск чарджино и нейтралино, а также предприняты попытки получить ограничения на легчайшую SUSY частицу LSP (нейтралино). На Тэватроне в D0 эксперименте был проведен поиск трехлептонных событий ассоциативного образования нейтралино и чарджино с распадом на лептоны и два LSP. Особый интерес представляет распад B_s -мезона (содержащего s-кварк) на два мюона. В CM его вероятность очень мала, однако в MSSM она пропорциональна 6-й степени $\tan\beta$, что позволяет получать весьма жесткие ограничения на параметрическое пространство MSSM. В целом основные ограничения на SUSY частицы получены с LEP, однако Тэватрон уже близок к тому, чтобы начать снабжать нас новыми, превосходящими по точности LEP ограничениями.

Обзор перспектив обнаружения SUSY на LHC был сделан Франком Пэйджем из Брукхейвенской национальной лаборатории (F. Paige, BNL, USA). Суперсимметрия, с массами SUSY частиц в тэвной области, является весьма привлекательной схемой расширения CM. Она естественным образом объясняет бозоны Хиггса с массами в области 100 ГэВ, дает подходящего кандидата на роль темной материи – нейтральное, стабильное и легчайшее SUSY состояние – нейтралино. Необходимость такой темной материи уже хорошо установлена результатами измерений анизотропии фонового микроволнового излучения. Сложность обнаружения SUSY состоит в том, что фоном к искомому SUSY процессу часто является другой, тоже SUSY процесс. По этой причине приходится опираться на дополнительные модельные предположения. В этой связи, видимо, уместно заметить, что *обнаружение SUSY есть, по существу, доказательство справедливости той или иной реализации SUSY – MSSM, NMSSM, и т. п.* Наиболее популярна и более всего разработана mSUGRA версия SUSY, обладающая всего четырьмя параметрами (плюс знак параметра μ). Однако рассмотрены также другие варианты нарушения SUSY – GMSB, AMSB и др.

Основной канал образования SUSY (тэвных) частиц на LHC осуществляется посредством глюино и скварков, которые взаимодействуют сильным образом, а вероятность их рождения сравнима с вероятностью образования адронных струй (при одинаковых переданных импульсах). Основная характеристика SUSY-события – это распад или цепочка распадов с образованием в конечном состоянии легчайшей стабильной слабовзаимодействующей частицы (нейтралино), наличие которой всегда сопровождается значительной недостающей «поперечной» энергией. Согласно моделированию SUSY-сигнал должен быть легко виден в области максимальных значений поперечной эффективной массы, которая представляет собой сумму недостающей поперечной энергии и поперечных энергий четырех и более адронных струн. Оптимистическая оценка состоит в том, что такой SUSY-сигнал легко может быть обнаружен, однако прежде необходимо крайне тщательно исследовать возможности и характеристики самих детекторов. После наблюдения значительного числа ано-



мальных, SUSY-подобных событий (то есть много струй и большая недостающая поперечная энергия) можно будет предпринимать попытки определения таких SUSY характеристик, как разности масс нейтралино и т. п., путем, например, тщательного кинематического изучения конца распределения событий по соответствующей эффективной массе (endpoint fit). Главным фоном в этом случае будет образование топ-антитоп-кварковых пар, подавление которого можно будет осуществить за счет пар изолированных лептонов. Особый интерес для дискриминации SUSY моделей представляют скварки 3-го поколения, однако их выделение весьма сложно. Главным источником является каскадный распад глюино. Тем не менее, путем фитирования конца распределения по эффективной массе $t\bar{b}$ -пары удастся достичь точности определения разности масс глюино и чарджино на уровне 10 процентов.

При нарушении SUSY калибровочным способом (GMSB-схема) LSP уже другая частица – гравитино и феноменология SUSY зависит от природы следующей за гравитино легчайшей SUSY частицы (NLSP), обычно это нейтралино или s -лептон, время жизни которого тесно связано с масштабом нарушения SUSY. Распад NLSP-нейтралино на LSP-гравитино сопровождается испусканием так называемого «ни-на-что-не-указывающего» (non-pointing) фотона – главная подпадающая измерению характеристика этого распада. Другая особенность GMSB-схемы – долгоживущие s -лептоны, которые ведут себя как обычные мюоны. Однако s -лептоны возможно легко отделить на основании селекции по импульсу и скорости.

Итак, если имеет место именно «тэвная» SUSY, то ATLAS и CMS должны ее «легко» зарегистрировать на основе совместных инклюзивных измерений. Методы регистрации часто вынуждены опираться на анализ последовательных цепочек распадов. При этом приходится принимать во внимание весь набор масс и констант связи SUSY частиц, принимающих участие в цепочке распадов. Значительные усилия еще предстоит предпринять в этом направлении – отсутствует пока даже анализ на уровне быстрого моделирования установок. Не учтены важные ограничения из астрофизики и не рассмотрены пока особо сложные последовательности распадов. Недостаточно обсуждается процедура измерения сечений и относительных вероятностей различных каналов образования и распада SUSY частиц.

Известный классик суперсимметрии Г. Кейн (G. Kane, Michigan, USA) в своем выступлении под названием «После бокала шампанского – к фундаментальной теории», обсуждал вопрос о том, какие, собственно, шаги

необходимо предпринять после самого первого экспериментального обнаружения долгожданного сигнала новой физики, сигнала SUSY. Проблема в том, что само по себе обнаружение чего-то, похожего на SUSY-сигнал, недостаточно. Главное в том, что именно и с какой степенью достоверности можно сказать на основе этого сигнала о SUSY, ее конкретной реализации, ее параметрах. Значительную помощь мог бы оказать в этом деле будущий линейный коллайдер, но пока его нет, надо искать другие надежные методы. Наилучшим, основным, претендентом на адекватное объяснение новой физики пока остается SUSY. Этому много причин, все они перечислялись в докладе. Центральная нерешенная проблема SM – это механизм электрослабого нарушения симметрии, механизм Хиггса. Для SUSY это, соответственно, механизм нарушения SUSY. Основной вопрос – как от данных LHC перейти к фундаментальной теории. В эксперименте измеряются такие величины, как массы именно массовых состояний соответствующих частиц и относительные вероятности образования этих массовых состояний. Но эти величины – как раз и не то, что входит в лагранжианы и чем так любят оперировать теоретики. Необходим адекватный пересчет, для проведения которого недостаточно пока лишь коллайдерных данных LHC. Здесь нужны усилия как со стороны эксперимента, так и со стороны теории. Например, для выделения потенциально интересного сигнала не следует на начальной стадии исследований накладывать изначально слишком много ограничений, поскольку нет жестких характеристик SUSY-события. Эти характеристики могут сильно варьироваться в зависимости, например, от схемы нарушения SUSY. Другая возможность состоит в проведении глобального фитирования различных коллайдерных наблюдаемых в рамках SUSY-подхода с учетом дополнительной информации неколлайдерного происхождения. На этом пути, например, можно косвенно оценить массу LSP. Г. Кейн отметил в этой связи проблему исследования нарушения CP на LHC. Данные LHC (совместно с данными более низких энергий), объединенные с адекватной теоретической схемой, позволят прояснить механизм нарушения SUSY и выбрать правильное направление на пути построения более фундаментальной базисной теории. В известном смысле, теория, пока отсутствуют данные с линейного электрон-позитронного коллайдера, должна восполнять как раз этот недостаток. Без тесной кооперации теоретиков с экспериментаторами будет крайне трудно продвинуться далее, за пределы простого наблюдения аномальных (не SM) событий. Я спросил Г. Кейна: «Не слишком ли много надежд возлагается на «спасительный» линейный коллайдер будущего, имеется ли возможность до этого получить недвусмысленный SUSY-сигнал?» – и получил уверенный и непонятный ответ: «Ищите димюоны одного знака на Тэватроне – это сигнал SUSY, нет им другого объяснения».

Жановьева Беланже из Франции (G. Belanger, LAPP Annecy, France) в своем выступлении «SUSY Dark Matter» обсуждала значимость низкоэнергетических следствий, следующих из астрономических ограничений на количество темной материи во Вселенной, на пространство параметров SUSY и возможность регистрации на LHC соответствующих SUSY-частиц. Предполагалось, что именно SUSY LSP и является той самой частицей холодной темной материи. Это важное предположение и позволяет связать поиск SUSY на ускорителях при высоких энергиях с такого сорта астрофизическими и космологическими ограничениями. Обсуждался в основном канонический случай mSUGRA. В частности, полностью игнорируются данные коллаборации DAMA. Можно по-разному относиться к этим результатам, но если они правильные, то следствия для LHC должны

быть крайне существенные и, что самое главное, легко проверяемые.

Вопрос о точности определения параметров лагранжиана MSSM с помощью различных программ совместного фита данных LHC и LC обсуждается Т. Plehn'ом (CERN). В частности показано, что учет данных LC значительно (почти на порядок) увеличивает точность определения этих параметров.

В этой связи хочется заметить, что уж больно часто на форуме, посвященном физике на LHC, упоминается будущий «спасительный» линейный коллайдер LC. Создалось впечатление, что LHC неполноценен без LC. Понятно стремление теоретиков заглядывать далеко вперед, но давайте все же сначала детально разберемся именно с возможностями LHC, ведь столько сил и денег уже потрачено!

Маленькая индийская «бабушка» Рохини Годбоул (R. Godbole, India) представила полный обзор состояния дел с нарушением CP-симметрии в SUSY моделях. В частности, было рассмотрено влияние нарушения CP на свойства заряженных и нейтральных гейджино в MSSM и возможность их регистрации на LHC. Другая область проявления CP-нарушения (за счет CP-нарушения в параметрах мягкого нарушения SUSY) — это бозоны Хиггса. Отмечено, что важная роль в этом исследовании на LHC принадлежит именно заряженным бозонам Хиггса, особенно в том случае, когда их масса не слишком велика, а эффект CP-нарушающих фаз максимален. В целом, перспектива нарушения CP-симметрии в MSSM в значительной степени влияет на феноменологические проявления SUSY. Возможность исследования этих эффектов на адронном коллайдере LHC еще недостаточно хорошо исследована.

Интересная возможность исследования SUSY процессов с нарушенной R-симметрией, а также с нарушением закона сохранения лептонного числа была рассмотрена в докладе В. Порода из Валенсии (W. Porod, Valencia, Spain).

Точность определения SUSY параметра $\tan\beta$ с помощью CMS детектора на основе изучения распада бозона Хиггса на два τ -лептона была оценена S. Lehti (Helsinki, Finland). Особое внимание при этом обращено на влияние разного рода неопределенностей (статистики, неточности определения массы бозона Хиггса, неопределенностей в величине сечения и вероятности этого процесса, светимости коллайдера и т. п.). Источником главной неопределенности является теория. Предполагая значимость сигнала на уровне 5σ , ожидается 35-процентная точность в определении $\tan\beta$.

Первое детальное исследование возможности обнаружения SUSY (в версии mSUGRA модели) с помощью детектора CMS было выполнено группой из университета Флориды (докладчик A. Drozdetski, University of Florida, Gainesville, USA). Проведено полное моделирование детектора CMS, сделана симуляция триггера и выполнена полная реконструкция событий. Получены оптимистические оценки для возможности регистрации такого сорта SUSY-сигнала. Группа продолжает исследования в этом направлении. *По степени проработки деталей эта работа заслуживает особого внимания, и аналогичное исследование необходимо провести для установки ATLAS.*

В mSUGRA варианте все массы SUSY-частиц, вероятности их образования и распад характеризуются пятью параметрами. Причем, каждый выбор точки в пространстве параметров отвечает вполне определенной феноменологии (то есть вполне определенному спектру масс частиц и т. п.) и требует различных стратегий при анализе экспериментальных данных. В докладе Г. Комионз из Берна (G. Comune, University of Bern) для одной из таких специфических точек пространства парамет-

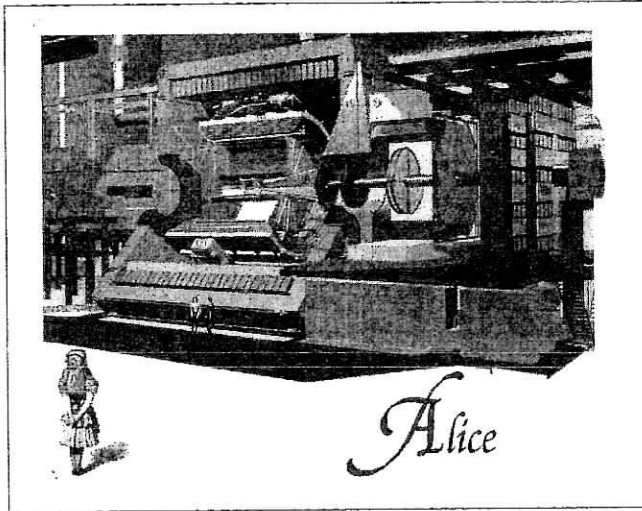
ров mSUGRA модели, лежащей в так называемой области коаннигиляции, характеризующейся близостью масс LSP и одной из легчайших SUSY частиц (часто с-лептона) рассмотрена возможность регистрации с помощью детектора ATLAS SUSY-сигнала и определения спектра масс некоторых SUSY-частиц (с-лептонов и гейджино). Благодаря такой близости масс двух легчайших SUSY-частиц в данном случае имеет место характерная особенность — наличие мягкого лептона в цепочке превращений SUSY-частиц. В основе методики определения масс SUSY-частиц лежит совокупность соотношений между массами этих частиц и различными комбинациями инвариантных масс продуктов их распада. В частности, максимальное значение массы лептонной пары связывает значения трех масс последовательно распадающихся SUSY-частиц.

Другая предельная mSUGRA область (focus point region) и другие, адронные, конечные состояния были рассмотрены под углом зрения регистрации SUSY-сигнала и определения масс частиц на ATLAS в выступлении Томазо Лари из Милана (T. Lari, University of Milan). Данная область параметров mSUGRA феноменологически характеризуется порой чрезмерно большими значениями масс SUSY-частиц. Также в этой работе была рассмотрена возможность реконструкции глюино и скварков в основной области параметров низкоэнергетического приближения mSUGRA. Это, вероятно, заключительный и решающий этап определения спектра масс всех SUSY-частиц, поскольку он опирается на результаты предшествующего измерения массы LSP. Начат анализ на базе детального моделирования детектора.

Общую стратегию поиска новой физики, и SUSY в частности, обсуждал в своем выступлении П. Ренкель (P. Renkel, Rehovot, Israel). Ситуация выглядит, вообще говоря, немногим лучше, чем в известной русской сказке, где надо найти неизвестно что неизвестно где. Более или менее понятно, что надо искать, а вот где именно, не очень. Мы знаем точно, что SUSY должна быть нарушена, но как и на каком масштабе? А от ответа на этот вопрос зависит, какая частица LSP, как устроен весь спектр SUSY-частиц, и, следовательно, какова должна быть стратегия их поиска. Более или менее также понятно, что события-претенденты должны, как минимум, характеризоваться большой недостающей долей поперечной энергии и образованием пар тяжелых частиц. В докладе предложена схема, как можно модельно-независимым путем искать неизвестный сигнал с помощью так называемого калибровочного или реперного фона. Методика позволяет находить «подозрительные» области, где может спрятаться искомый сигнал новой физики.

В случае нарушения SUSY калибровочным образом (GMSB-схема), LSP — гравитино, а NLSP — нейтралино или с-лептон, и вся феноменология SUSY определяется типом NLSP и его времени жизни. Если NLSP — нейтралино с относительно небольшим временем жизни, то NLSP может и распадаться внутри детектора и следует искать события с недостатком поперечной энергии и так называемыми «не-указывающими-на-точку-взаимодействия» фотонами достаточно высокой энергии. В этом случае есть надежда зарегистрировать гравитино. Такая возможность исследована для ATLAS японской группой (доклад K. Kawagoe, Kobe University, Japan).

Во время секционного рабочего совещания по ультрапериферическим столкновениям были сделаны сообщения о рождении тяжелых векторных мезонов на LHC (J. Nystrand, Norway); о взаимодействии высокоэнергичных фотонов при энергиях LHC (K. Piotrkowski, Belgium); об образовании двухлептонных пар на LHC (K. Hencken, Basel) и программе исследований спектроскопии адронов на STAR (S.-U. Chung, BNL, USA).



Тяжелые ионы и В-физика

Третий день конференции начался со статуса эксперимента ALICE на LHC, который был представлен К.Фабианом (Ch. Fabjan, CERN). Обсуждались новые по сравнению с SPS и RHIC возможности использования LHC в качестве коллайдера ионов. Это значительное увеличение множественности (до 8000 на единицу быстроты или регистрации до 15000 частиц), изучение мягких процессов в новой кинематической области, новые перспективы исследования жестких процессов и т. п. Программа исследований на ALICE включает изучение глобальных свойств (множественностей, распределений по скорости), зависимости активных степеней свободы от температуры (отношений выходов адронов и их спектры, непрерывные спектры дилептонов и прямых фотонов), коллективных эффектов типа эллиптических потоков, деконфайнмента (путем спектроскопии чармония и ботония), восстановления киральной симметрии, прохождения партонов через кварк-глюонную плазму и других явлений, в том числе и ряда критических.

Очень интересный обзорный доклад был сделан Джоном Харрисом (J. W. Harris, Yale University, USA) на тему современного статуса физики тяжелых ионов. Помимо простого и доходчивого введения в проблему, были обсуждены результаты RHIC (коллайдера релятивистских тяжелых ионов) и возможности образования горячего сгустка КХД материи (в «простонародье» – кварк-глюонная плазма), а также методика исследования такого состояния вещества с помощью процессов жесткого рассеяния. Полученные наблюдаемые указывают на то, что в столкновениях на RHIC образуется сильно-взаимодействующая область КХД-материи. Аналогичная тема сверхгорячей КХД-материи в столкновениях тяжелых ионов была затронута в докладе Б. Мюллера (B. Mueller), где сначала анализировался опыт SPS и RHIC, а затем обсуждались более конкретные возможности экспериментов с тяжелыми ионами на LHC.

Конкретная программа исследований с тяжелыми ионами на LHC с помощью установки ATLAS была изложена в докладе Л. Росселе (L. Rossetti, Geneva). Показано, что ATLAS имеет весьма хорошие перспективы в этом направлении. Аналогичная программа исследований с тяжелыми ионами, но уже на установке CMS, была представлена в докладе Б. Выслоха (B. Wyslouch, MIT, USA). Значительное увеличение энергии сталкивающихся тяжелых ионов на LHC позволит исследовать совершенно новые кинематические области реакций pp, pA и AA-взаимодействий при больших значениях сечений сталкивающихся частиц, изучить новые процессы в начальных состояниях, а также эффекты насыщения в области средних значений быстрот. Будут

изучены более длительные фазы горячего состояния партоновой материи. Детектор CMS, как и ATLAS, имеет хорошие перспективы в исследовании физики тяжелых ионов на LHC. Дополнительные возможности имеются у CMS за счет осуществления более тщательной калориметрии под нулевым углом с помощью таких приборов, как ZDC, CASTOR и TOTEM.

На рабочей сессии по тяжелым ионам обсуждались более конкретные вопросы. Так, Н. Арместо (N. Armesto Perez, CERN) изложил общую теорию ослабления (quenching) струн во время их прохождения через кварк-глюонную среду. Проблемы выделения струй при огромном их образовании и взаимном перекрытии в Pb+Pb столкновениях на LHC обсуждались в докладе А. Морша (A. Morsch, CERN). Для разделения струй (и борьбы с фоном) на установке ALICE отмечена особая необходимость эффективного триггирования и реконструкции струн, в частности, с помощью дополнительного электромагнитного калориметра EMCAL, обладающего хорошим разрешением по направлению и энергии. Важность правильного выделения струны связана с пониманием и адекватным определением ее формы. Другая связанная проблема – это значительное ослабление струй, для решения которой предлагается (по крайней мере, на данном этапе) использовать возможности моделирования для определения распространения партонов ливней и оценки происходящих при этом потерь энергии.

В докладе М. Монтено (M. Monteno, Torino, Italy) обсуждалась процедура определения степени центральности в столкновениях как Pb-Pb, так и p-Pb, а также методы реконструкции в этих столкновениях множественностей заряженных частиц наряду с анализом распределения этих множественностей по скорости с помощью ZDC-детектора по измерению множественности частиц под нулевым углом к направлению пучка сталкивающихся ионов, а также с помощью кремниевого пиксель-детектора SPD. Важное место также заняло изучение зависимости множественности заряженных частиц от степени центральности в свинец-свинец столкновениях.

Доклад А. Дайнеси (A. Dainese, Padova, Italy) был посвящен обсуждению возможности использования жестких процессов как зондов при столкновениях тяжелых ионов, исследованию потерь энергии тяжелых кварков при прохождении через кварк-глюонную среду. В частности, для детектора ALICE путем исследования реакции распада D-мезона на пион и каон (выделение методом смещенной вершины) подробно рассмотрен вопрос инклюзивной реконструкции очарованного кварка и чувствительности к потерям энергии очарованных кварков при прохождении через кварк-глюонную среду. Это своего рода путь исследования деконфайнированной КХД-материи с помощью потерь энергии частиц-зондов, образованных в жестких процессах. Показано, что ALICE имеет хорошие возможности в этом направлении за счет исследования процессов с тяжелыми кварками. ALICE в состоянии реконструировать D0-мезоны, образованные в свинец-свинец столкновениях при средней множественности на интервал быстроты в 6000 заряженных частиц.

Возможности детектора ALICE по исследованию распадов кваркониев с испусканием двух электронов (например, Ипсилон) рассмотрены в докладе Р. Шикера (R. Schicker, Heidelberg, Germany). Многообещающие перспективы детектора ALICE по изучению кваркония и очарованных адронов путем регистрации электронов и мюонов с помощью мюонного спектрометра были подробно обоснованы в выступлении П. Дюпэ (P. Dupieux, Clermont-Ferrand, France). Аналогичные исследования с помощью детектора CMS обсуждались в докладе О. Кадовой из МГУ.

Второй «изюминкой» третьего дня была В-физика. Недавнее прошлое, интригующее настоящее и очень многообещающее будущее В-физики с немалым педагогическим шиком обрисовал профессор из Нагой А. Санда (A. I. Sanda, Nagoya, Japan). По его утверждению, распады В-мезонов еще много-много лет будут представлять собой увлекательную область перспективных исследований. Множество новых важных данных получено недавно с помощью специализированных экспериментов Belle (в Японии) и BaBar (в Америке), исключительно нацеленных на исследование физики нарушения CP-симметрии в распадах В-мезонов. В частности, докладчик утверждает, что схема Каббиво-Кобаяши-Маскавы пока успешно работает, и, кроме того, если в низкоэнергетической эффективной теории у той или иной константы связи имеется хоть какая-нибудь возможность иметь ненулевую комплексную фазу, то это фаза с большой вероятностью себя обязательно проявит. С другой стороны, везде, где есть намеки на новую физику, можно и нужно искать нарушение CP-симметрии. Будущее этой физики – это SuperKEKB и SuperPEPII, причем, светимость SuperKEKB должна быть на уровне 5×10^{35} см²/с. В связи с этой уникальной задачей докладчик вдохновенно обсуждал проблемы финансирования, и в частности, утверждал, что следующий японский главный проект будет связан с созданием линейного коллайдера, на который пока нет средств из-за работ по В-физике на КЕКВ. Вообще необходимость новой супер-В-фабрики признается всеми, однако она, скорее всего, будет единственной в мире, и ее финансирование начнется в том случае, когда Belle и BaBar объединятся. При этом дальнейшая стратегия исследований на супер-В-фабрике в значительной степени зависит от тех новых результатов по В-физике, что будут получены на LHC. LHC и В-фабрики дополняют друг друга. Прецизионные эксперименты (скажем, на В-фабрике) даже без прямых указаний с LHC, могут независимым образом указать нам на новую физику. Одно из ключевых утверждений автора состоит в том, что нам необходимы непредвиденные, неожиданные открытия, которые вполне могут быть совсем рядом, «за ближайшим углом».

Более детальные результаты экспериментов с обеих В-фабрик представил Д. Макфарлан (D. MacFarlane, San Diego, USA). Он ясно сформулировал главные задачи этих исследований – тщательный анализ CP-нарушающих асимметрий в распадах В-мезонов, проверка SM и поиск CP-нарушающих асимметрий за счет эффектов вне рамок SM, систематическое исследование всех возможных распадов В-мезонов, в особенности тех, которые чувствительны к проявлениям новой физики. Точное определение параметров матрицы СКМ и других важных параметров SM, в том числе КХД поправки. Выполнение широкого спектра исследований других физических процессов, таких как спектроскопия тяжелых кварков, физика тау-лептона, КЭД, непертурбативная КХД и т. п. Оба эксперимента: Belle и BaBar, – совместно уже накопили один из самых больших наборов данных в физике частиц.

Т. Накада (T. Nakada, CERN/EPFL, Lausanne, Switzerland) рассказал о ходе подготовки установки LHCb и планируемых на ней исследованиях нарушения CP-симметрии, изучения редких распадов различных адронов, содержащих b-кварк и поиска проявлений новой физики. В связи со значительным увеличением светимости и улучшением других важных характеристик Тэватрона стало возможным проводить на нем исследования актуальной области В-физики. Этому посвящен новый эксперимент BTeV (доклад S. Bianco, Frascati, Italy), программа исследований которого близка к программе LHC. Предполагается, что установка BTeV начнет работу в 2009 году.

Вечерняя рабочая сессия по В-физике включала следующие выступления. Последние результаты по физике b-кварка с Тэватрона (C. Blocker, Brandeis University, USA). Исследование B_s и B_c смешивания на LHCb (B. Carron, Lausanne, Switzerland). Возможности LHCb для определения CP-параметра гамма из распада $B_s \rightarrow D_s K$ (E. Rodrigues, CERN). Чувствительность LHCb к параметру гамма в распаде $B \rightarrow hh$ и U-спин (L. Fabbri, Bologna, Italy) и распаде $B0 \rightarrow D0 K^*$ (S. Amato, Rio de Janeiro, Brazil). Перспективы изучения В-физики с помощью детекторов ATLAS и CMS (V. Gheise, Innsbruck, Austria). Редкие распады с LHCb (I. Belyaev, LAPP Annecy, France / ITEP Moscow, RU). *Заметим, что почти все русские на эту конференцию приехали не из России, они хорошо и уверенно говорят по-английски.*

Утомительный третий день конференции наконец-то закончился – прекрасной часовой видео-лекцией «Vienna, Time after Time: Building and Culture through the Centuries» R. Gadsden (Univ. of Applied Arts, Vienna).

Под знаком проверки Стандартной модели

Четвертый день прошел под знаком проверки Стандартной модели и обсуждения возможных ее расширений (за исключением SUSY). Общее состояние дел с проверкой Стандартной модели участники конференции узнали от Пола Лангакера (P. Langacker, Pennsylvania, USA). От него я впервые услышал, что Новой Стандартной моделью называется старая ее версия, дополненная ненулевыми значениями масс нейтрино. Прецизионные измерения слабых процессов по каналу заряженных и нейтральных токов на LEP и SLC, физика бозонов Хиггса, тяжелые кварки и их распады, нейтрино, нарушающие сохранения флейвора нейтральные токи и электрический дипольный момент (аномальный магнитный момент лептонов), космология и астрофизика – в этих областях была подвергнута проверке SM. Несмотря на то, что почти везде SM устояла и пока еще хорошо описывает наблюдаемые, всем уже известные теоретические проблемы, ряд чисто экспериментальных указаний все больше и больше подтачивают корни нашей SM и требуют новых, более изощренных моделей и подходов. Среди них струны, SUSY, новые нейтральные токи, некоторая экзотика, достающаяся нам из области очень высоких, почти планковских масштабов, большие дополнительные размерности, композитность и т. п.

Конкретные возможности и перспективы исследования таких SM процессов и явлений, как распределения партонов, КХД константы связи и КХД-струи, электро-слабая физика W- и Z-бозонов, трехбозонные константы связи, физика топ-кварка были подробно рассмотрены в выступлении Й. Мниха из Аахена (J. Mnich, Germany). Так, на LHC даже в режиме низкой светимости будет рождаться примерно 200 W-бозонов, 50 Z-бозонов и одна топ-антипара в секунду. При этом предполагается измерение масс калибровочных бозонов с абсолютной погрешностью не более 15 МэВ. LHC – фабрика топ-кварков. В целом, исследование SM-физики на LHC крайне важно особенно на начальной стадии работы ускорителя, поскольку эти процессы позволяют исследовать возможности детекторов, проверить и модифицировать генераторы за счет уточнения знания функций распределения партонов в новой кинематической области, что позволит быть готовым к надежной регистрации новых явлений.

В докладе Джозефа Лыккена (J. Lykken, FNAL, USA) подробно обсуждались возможности наблюдения различных проявлений моделей дополнительных размерностей. Наряду с SUSY эти модели дополнительных размерностей (ED) в настоящее время являются основными путями выхода за рамки SM. Как SUSY, так и ED предсказывают эффекты новой физики как раз на тэв-

механизм фотон-глюонного слияния, глюонные и кварковые функции распределения в ядрах и т. п. Как заметил докладчик К. Hencken (Basel, Switzerland) — эти события совершенно точно будут иметь место, и не надо их просто так выбрасывать.

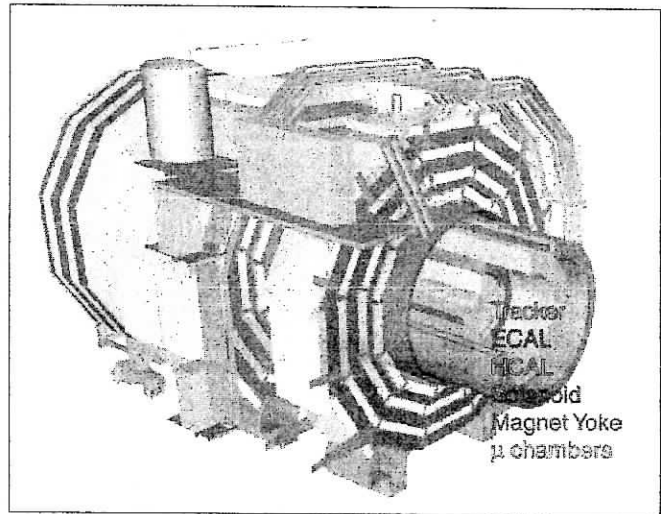
Ф. Ферро (F. Ferro, Genova, Italy) рассказал об эксперименте TOTEM на LHC, который нацелен на измерение полного протон-протонного сечения при энергии 14 TeV с 1-процентной точностью, на определение упругого сечения в области малых передач и на исследование различных дифракционных процессов. Метод измерения основан на применении оптической теоремы и практически не зависит от светимости.

Возможность исследования на LHC процессов образования бозонов Хиггса дифракционным образом, когда осуществляется тагирование протонов, вылетающих под нулевыми углами, рассмотрел А. Мартин (A. Martin, Durham, UK). Обсуждению конечного состояния адрон-адронных столкновений, содержащего большое число частиц, был посвящен доклад С. Шумана (S. Schumann, Dresden, Germany). Он привел результаты расчета конечных состояний, которые обусловлены множественной жесткой эмиссией частиц под большими углами, включая адронизацию и случаи значительного перекрытия струй. Заключительное выступление на этой секции было сделано Л. Франкфуртом (L. Frankfurt, Tel Aviv, Israel) на предмет методов выделения процессов центрального столкновения протонов, их особой важности и анализа их конечных состояний.

Дальнейшее обсуждение CM сконцентрировалось на топ-кварках. М. Зелински представил обзор (автор I. Fleck, Freiburg, Germany) достижений CDF и D0 по физике топ-кварка. На Тэватроне оба эксперимента наблюдают образование топ-анти топ пары, однако значения сечения заметно зависят как от метода регистрации этой пары, так и от детектора. Использование двухлептонного канала дает значение сечения образования пары на D0, равное 14,3 pb, а на CDF, соответственно, 7,0 pb. В целом, значения сечений, полученные D0, систематически выше значений CDF. D0 коллаборация провела новый анализ, в результате которого значение массы топ-кварка достигло 180,1 ГэВ/c², что, в свою очередь, сместило среднее мировое значение массы (RUN I) с 174.3 на 178.0 ГэВ/c². Это привело к увеличению среднего значения ожидаемой массы бозона Хиггса до 125 ГэВ/c², и теперь оно лежит в области, которую нельзя исключить результатами прямого поиска на LEP. На Тэватроне сделана оценка спиральности W-бозона, измеренная продольная компонента соответствует предсказанию SM.

Программа уже будущих исследований по физике t-кварка на установке ATLAS была изложена в докладе Э. Монэ (E. Monnier, Marseille, France). Интерес к изучению топ-кварка на LHC очевиден — масса t-кварка, самой тяжелой из известных элементарных частиц, несомненно является фундаментальным параметром и подлежит максимально точному определению (1 ГэВ). Время жизни топ-кварка настолько мало, что он — единственная (пока) из элементарных частиц, распадающаяся прежде, чем адронизуется (то есть пока не обнаружены адроны, содержащие связанные топ-кварки). Поскольку LHC — фабрика по производству этих самых топ-кварков, и поэтому будет набрано их очень большое число, то имеется возможность детального изучения всех свойств t-кварков (константы из связи с бозонами Хиггса, спин, электрический заряд, возможность распадов с CP-нарушением и т. п.). Исследование процессов с t-кварками необходимо еще и по той причине, что оно даст первые физические результаты после начала работы коллайдера LHC, а затем эти процессы будут фоновыми при поиске эффектов новой физики, SUSY-частиц и т. п. Понимание свойств

и характеристик рождения и распада топ-кварков будет лежать в основе надежного способа тестирования и калибровки детекторов. Главными процессами образования топ-анти топ пар на LHC будут глюон-глюон (90%) и кварк-анти-кварк (10%) аннигиляция. Распад этой пары будет идти по двухлептонному каналу (5%), полуплептонному (30%), адронному (45%) и с инклюзивным образованием тау-лептона (20%). Как и на Тэватроне, по всем этим каналам распада будет определяться масса топ-кварка. Предполагается также искать резонансные состояния типа SUSY-бозонов Хиггса, которые могли бы распадаться на топ-анти топ пару. Представляют интерес также слабые процессы одиночного рождения t-кварков. Они дают возможность независимого исследования характеристик топ-кварка, а также некоторых слабых нейтральных процессов, идущих с нарушением закона сохранения флейвора (FCNC). Аналогичная программа исследований свойств t-кварка на установке CMS была представлена С. Слабоспицким из Протвино.



О «главных вопросах» физики частиц

В последний, пятый день конференции было всего несколько выступлений обзорного характера. Первым Михаэл Тернер (M. Turner, ассистент-директор NSF, Arlington, USA) сделал прекрасный доклад («The Big Questions, Accelerators, Telescopes, the LHC and the Future») о главных вопросах современной физики частиц, о связи ускорителей и неускорителей-телескопов, о значении LHC и дальнейшем стратегическом развитии физики частиц. Он уверен, что у физики элементарных частиц имеется нечто, что нельзя купить не за какие деньги, — великолепная возможность глубочайших открытий как минимум в течение ближайших 50 лет. Это «Квантовая Вселенная» — ее задача определить на базе представлений квантовой физики элементарных частиц, из чего создана Вселенная и как она «работает». По его мнению, для решения этой грандиозной задачи всем необходимо работать вместе — физикам и астрономам, решающим свои задачи с помощью ускорителей и телескопов и т. п. Потенциал открытий LHC (в том числе и чисто астрофизического значения) очень велик. Это темная материя — необходимо уметь «производить» ее на ускорителе. Это проверка концепции инфляции — необходимо обнаружить фундаментальные скалярные частицы. Это проверка механизма ускорения Вселенной и доказательство существования суперсимметрии. Это определение природы пространства-времени и открытие дополнительных размерностей. Поэтому, считает М. Тернер, эксперименты на LHC «обречены» на успех.

Далее он остановился на проблеме ускоренного расширения Вселенной, которое было обнаружено в 1998

году из анализа зависимости светимости Сверхновых от красного смещения. Он обсуждал результаты измерения характеристического спектра анизотропии микроволнового излучения, полученные WMAP. Эти данные подтверждают наличие темной материи и темной энергии, на долю которой «списывается» весь недостаток плотности вещества-энергии во Вселенной.

Действительно, WMAP говорит нам, что плотность Вселенной равна критической, на долю темной материи приходится 1/3 критической плотности, таким образом, весь недостаток (2/3 критической плотности) мы смело «списываем» на темную энергию. «Решение проблемы существования темной энергии требует совершенно новых сумасшедших идей», – говорит Тернер, замечая, однако, что не все сумасшедшие идеи подходят, поскольку основная масса их просто сумасшедшие... Один из вариантов состоит в том, чтобы принять идею полного отсутствия темной энергии и просто считать Вселенную «пустой» и подверженной ускоряющемуся расширению. Другой вариант – искать новую гравитационную физику. Одно ясно, что ускорение Вселенной – это глубочайшая мистерия современной науки.

М. Тернер производит впечатление сильного, пронзительного, очень эрудированного и уверенного в себе человека. На мой «коварный» вопрос об уровне достоверности ускоренного расширения Вселенной он «дал» 4σ , прекрасно осознавая, что это всего лишь оценка статистической точности измерений. От него я узнал, что расширяющаяся ускоренно Вселенная и темная энергия – вообще говоря, вещи разные, одно – космологическая постоянная или что-то подобное, а другое – проявление геометрии и кинематики измерений, а связываются они только посредством теории относительности.

Второй выступала Фабиола Джанотти (F. Gianotti, CERN). Ее обзор касался первоочередных физических задач на LHC, решению которых будет посвящен первый год работы ускорителя. Обсуждалась последовательность запуска ускорителя: какие детекторы, триггеры и характеристики установок будут использоваться на самом первом этапе, как будет осуществляться переход от создания ускорителя к первым тестовым пучкам, от тестовых измерения с космическими лучами к первым штатным столкновениям ускоренных протонов. Рассмотрено несколько примеров физических задач, решение которых можно осуществить на малой статистике в несколько обратных fb. В целом, потенциал LHC вполне достаточен для обоснованного ожидания важных открытий уже в первые месяцы (первый год) работы LHC. Так, один день работы LHC по исследованию CM процессов при светимости 10^{33} см²/сек «статистически» равен 10 годам работы ускорителей предыдущего поколения. Суперсимметрия, точнее, SUSY-подобные события, будет обнаружена достаточно быстро, более сложно обнаружить легкий бозон Хиггса.

Интересно также, не будут ли преподнесены какие-либо приятные сюрпризы? Наиболее критичным в первые годы работы ускорителя будет вопрос о стабильности работы и светимости. Состояние детекторов ATLAS и CMS позволит проводить нормальные измерения, хотя на момент старта ускорителя характеристики детекторов будут далеки еще от оптимальных, поскольку ожидаются задержки с вводом их в строй. Еще предстоит затратить много сил и времени на наладку детекторов и триггеров на пучке, надо в первую очередь исследовать «хорошо известную» физику Стандартной модели и сравнить ее с предсказаниями Монте-Карло моделирования и т. п.

Ф. Джанотти – типичный пример деловой женщины, число которых заметно увеличилось в ряду менедже-

ров от физики, руководителей экспериментов, докладчиков и т. п. Она держится уверенно, материал излагает не по-женски ровно, без лишних эмоций и патетики. Прекрасно понимает, что обнаружение SUSY – это нелегкий процесс, когда требуется когерентное наблюдение аномальных пиков в ряде различных распределений и т. п. Регистрация же аномальных SUSY-подобных событий-претендентов – дело, по-видимому, первого года измерений на LHC. В самом конце она дала общую стратегию исследований на первом году работы LHC, главное: это калибровка детекторов по CM процессам, проверки правильности моделирования и т. п. О программе исследований первого года работы LHC в области дифракционной физики более подробно рассказал Марио Дили (M. Deile, CERN).

В следующем обзорном докладе А. Блондел (A. Blondel, Geneva) обсуждал другие важные эксперименты ускорительного типа в современной физике частиц, проведение которых будет осуществляться уже не на LHC. В основе всех этих программ лежит необходимость создания протонного источника сверхвысоких интенсивностей (SPL – сверхпроводящий протонный линак). Эта область включает в себя в первую очередь физические программы нейтринных фабрик с учетом так называемых бета-пучков и низкоэнергетических супер-пучков на базе SPL, исследования нейтринных осцилляций, физику каонов, исследования взаимодействий нейтрино при максимально доступных ускорительных энергиях, исследования на мюонных коллайдерах и фабриках бозонов Хиггса.

Заключительный доклад под названием «Революции и Открытия» сделал Крис Куигг (Ch. Quigg, FNAL, USA). Из этого, по существу, историко-философского эссе недвусмысленно следует, что, к примеру, поиск бозона Хиггса, то есть объяснение механизма нарушения электрослабой симметрии, является ключевым и абсолютно необходимым звеном в понимании того, почему Мир устроен именно так, как он устроен. А это уже один из самых главных вопросов, волновавших умы людей во все времена. И в этой связи заставляет сердца наполняться гордостью то, что решение данной проблемы лежит в русле развития современной физики элементарных частиц. Более того, с помощью LHC мы непосредственно приближаемся к одному из его возможных решений. Нарушение электрослабой симметрии осуществляется путем нового фундаментального взаимодействия, масштаб энергии которого составляет несколько сотен ГэВ, и это взаимодействие должно быть открыто на LHC.

В середине этого дня Г. В. Мицельмахер и И. Хрубек, организаторы венской версии 2004 года «Physics at LHC», торжественно закрыли конференцию, поблагодарили участников и отправив их в послеобеденную и прощальную экскурсию по Вене.

Итак, наконец, приходит удовлетворение от честно выполненного долга. Вот и награда – утренний, почти недельной давности, приезд в Вену сопровождался дождем, было сумрачно, 19° С, такси от Восточного вокзала с турком за рулем куда-то меня долго сквозь пробки на дороге неспешно везло. И привезло в отель, где ключи только после 12-00 и т. д. и т. п. Отъезд же из Вены, наоборот, полон солнцем, ярко и жарко, 26° С, за рулем такси уже белобрысый улыбчивый австриец арийского на вид происхождения (хотя ведь тоже взял 10 евро!). Еду домой, правда, пока через Германию...

Вадим БЕДНЯКОВ,
ученый секретарь
Лаборатории ядерных проблем
имени В. П. Дзелепова

О досрочных пенсиях и трудностях их оформления

(Окончание. Начало в №№ 44-45.)

Справки, пояснения, объяснения, расчеты и другие подобного рода документы исходят от работодателя, под которым подразумевается Институт, и должны подписываться либо директором Института, либо по его поручению (доверенности) другим должностным лицом. Поскольку занятость на определенных работах должна подтверждаться документами того периода, когда эти работы проводились, то на документах должны быть указаны дата их составления, адресат, которому направляется документ, подпись лица, имеющего право подписывать документы от имени ОИЯИ, с указанием должности. В необходимых случаях документ может быть заверен печатью.

Протоколы льготных комиссий подразделений Института при рассмотрении заявления сотрудника Института о подтверждении льготного стажа для оформления досрочной пенсии по старости должны содержать информацию, определяющую:

- производство, к которому относится выполняемая работа;
- структурное подразделение, в котором занят работник;
- профессию или должность, включенную в списки № 1 и/или № 2;
- соответствие спискам № 1 и/или № 2 наименования профессий рабочих и должностей руководителей и специалистов, указанных в трудовых документах сотрудников Института;
- характер выполняемых работ или занятость на работах с особыми условиями труда, которые предусмотрены списками № 1 и/или № 2;
- занятость на определенном оборудовании или работу с определенными материалами;
- занятость постоянной в течение полного рабочего дня или фактическую;

- стаж работы с особыми условиями труда с указанием периода(ов) работы;

- перечень документов, которыми подтверждаются характер выполняемой работы или условия труда, дающие право на досрочное льготное пенсионное обеспечение.

Больше всего вопросов при определении права сотрудников Института на досрочную льготную пенсию по старости возникает в связи с установлением занятости сотрудников Института на работах с особыми условиями труда – постоянной и непосредственной в течение полного рабочего дня или фактической. На подсчет стажа по фактически отработанному времени (лет, месяцев, дней) в первую очередь влияет выполнение сотрудниками Института работ по совмещаемой профессии, которая может быть и не предусмотрена списками. Влияет также и работа на оборудовании или с материалами, которые также не предусмотрены списками. Фактически отработанное время (лет, месяцев, дней) – это количество календарных лет, месяцев и дней, отработанных в особых условиях труда. При исчислении периодов работы по фактически отработанному времени учет подлежат полные рабочие дни, в течение которых работник был занят на работах, дающих право на досрочное назначение трудовой пенсии по старости. Для этого в подразделениях должен вестись тщательный учет отработанного времени конкретным работником.

Учет специального трудового стажа по фактически отработанному времени согласно действующим нормативно-правовым актам допускается в отношении следующих категорий работников:

- работников организаций, заня-

тых в режиме неполной рабочей недели в связи с сокращением объемов производства, если они выполняли в течение полного рабочего дня работы, дающие право на пенсию в связи с особыми условиями труда;

- работников специализированных ремонтных организаций, цехов и участков, постоянно полный рабочий день занятых на работах, дающих право на пенсию в связи с особыми условиями труда (п. 14 разъяснения Минтруда России от 22 мая 1996 г. № 5); работников научно-исследовательских учреждений, занятых на работах, предусмотренных подразделами 2 и 3 раздела IX списка № 1 и подразделом 6 раздела XI списка № 2 (письмо Минтруда России от 15 июня 1995 г. № 1079-ВЯ);

- работников, занятых на работах с радиоактивными веществами и источниками ионизирующих излучений, предусмотренных разделами XXII и XXIV списка № 1 и разделами XXXII и XXXIV списка № 2 (письмо Минтруда России от 25 мая 1993 г. № 937-ВК);

- работников, которым исчисление специального трудового стажа по фактически отработанному времени прямо предусмотрено списками.

Во всех случаях (за исключением работников, указанных в подразделе 8 раздела XXXIV списка № 2) минимальной величиной при учете специального трудового стажа является полностью отработанный рабочий день в условиях предусмотренных списками.

Подытоживая вышесказанное, следует еще раз отметить, что оформление пенсии для работающего сотрудника – процедура довольно сложная и трудоемкая. Обязанность по ее своевременному и четкому проведению лежит как, в первую очередь, на самом работнике, так и на структурных подразделениях и службах Института.

**Л. БОРИСКИНА, начальник
юридического бюро ОИЯИ.**

Из официальных источников

Переподчинение соцзащиты

По закону об изменении принципов местного самоуправления управление социальной защиты населения вошло в состав соответствующего областного комитета как территориальное подразделение. Теперь средства, которые раньше перечислялись в город на социальную защиту граждан непосредственно в бюджет Дубны, будут расходоваться адресно из областного бюджета. Весь штат управления, оставаясь в Дуб-

не и осуществляя здесь свои функции, юридически теперь считается частью областной структуры и подчиняется только начальству по своей вертикали. В Дубне на базе отдела медико-социальной помощи, который раньше входил в состав управления соцзащиты, создается Центр социального обслуживания со своим аппаратом управления.

В настоящее время идет передача дел и создается база данных на

льготников, которые будут получать на лицевые счета денежные компенсации из областного бюджета. Это ветераны труда, ветераны вооруженных сил, работники тыла в годы ВОВ, жертвы незаконных политических репрессий. Работники управления постараются сделать организационный этап по возможности безболезненным для этих категорий жителей. **Об этом сообщила журналистам на брифинге в администрации города начальник управления Е. А. Игнатенко.**

«Пейзаж Дубны»

так называется выставка, открывшаяся в музее ОИЯИ.

Автор выставки – художник Ю. Г. Мешенков, выпускник Федоскинского художественного училища и Московского полиграфического института, представил более 50 живописных полотен – своеобразный творческий отчет за последние пять лет. С 1961 года Ю. Г. Мешенков живет и работает в Дубне, именно с нашим городом и его природой связано его творчество. Юрий Георгиевич стал автором герба Дубны. В настоящее время он работает в ОИЯИ, принимает участие в оформлении международных выставок, буклетов, постеров.

Выставка работает до конца декабря с 15.00 до 18.30 ежедневно

(кроме субботы и воскресенья) по адресу: ул. Франка, 2.

Надежда КАВАЛЕРОВА

«Евгений Онегин» на дубненской сцене

В среду, 24 ноября, Московский театр «Новая опера» прибыл в Дубну с постановкой оперы П. И. Чайковского «Евгений Онегин».

Это была уже четвертая постановка спектакля, созданного по произведениям великого поэта и великого композитора, которую мне удалось увидеть. Первые три – на родине, в театрах Опавы, Брно и Праги. Все эти постановки были выдержаны в классическом стиле, для каждой из 7 картин сценическое оформ-

ление с антрактами. В музыкальной редакции Е. Колобова сцена одна, пространство с пятью дверями, несколько кресел, столик; особую роль играет свет, антрактов нет. Последняя реплика Онегина: «Смерть, только смерть» – из самой первой версии оперы. Для исполнителей эта постановка требует большого напряжения, но результат великолепен. Исполнительницы партии Ольги – Мария Маркина, и Татьяны – Татьяна Печникова дубненцам знакомы по концерту в Детском оперном театре. Премьера спектакля была в октябре 1996, в то время обе солистки в «Новой опере» не работали, но в спектакль вошли удачно.

Оркестр, хор и солисты были выше всяческих похвал. Лучшая постановка, которую я видел.

Антонин ЯНАТА

НТБ ОИЯИ представляет

С 6 по 17 декабря в Научно-технической библиотеке ОИЯИ в Зале иностранной литературы открывается выставка иностранных книг, полученных в 2004 году.

На выставке представлены книги таких ведущих научных издательств, как Шпрингер, Кэмбридж, Оксфорд и др. На страницах 50 монографий и сборников обсуждаются проблемы квантовой механики, статистической физики, квантовой теории поля, космологии и астрофизики. Две книги посвящены новому перспективному направлению в науке: эконфизике. Несомненный интерес представляет книга «Век Нобелевских лауреатов», где представлены более 450 научных открытий и биографий ученых, получивших Нобелевские премии в 20-м веке в области химии, физики и медицины. Все книги отлично изданы и богато иллюстрированы, снабжены графиками и таблицами, фотографиями и рисунками. Надеемся, что выставка вызовет интерес не только именитых ученых, но и молодых людей, только начинающих свой путь в науке.

* * *

Важным событием в научной и культурной жизни нашей страны является выход в свет вводного тома «Россия» новой универсальной 30-томной «Большой Российской энциклопедии». Новая «Большая Российская энциклопедия» обеспечит исторический опыт человечества, а также новейшие достижения в мировой и отечественной

науке, культуре и обществе. Это более 80 000 статей, 20 000 иллюстраций обо всем, что представляет интерес для современного человека. Каждая статья рецензируется несколькими специалистами для того, чтобы информация в «БРЭ» была полной, достоверной и неконъюнктурной. Издание готовится под эгидой Российской академии наук.

Необходимость создания новой национальной энциклопедии очевидна. Последние десятилетия 20-го века принесли России новый исторический опыт, требующий научного осмысления, в повседневную жизнь вошло огромное количество новых понятий из самых разных областей, требующих точного энциклопедического определения.

С вводным томом «Россия» можно познакомиться в читальном зале Научно-технической библиотеки. Это 780-страничное цветное иллюстрированное издание состоит из тематических очерков: «Природа. Ресурсы. Экология», «История», «Население», «Народы и языки», «Религия и атеизм» и др. 1-й и 2-й тома, традиционно разделенные по алфавитному порядку, увидят свет в марте, апреле 2005 года.

Е. В. ИВАНОВА

ВАС ПРИГЛАШАЮТ

ДОМ КУЛЬТУРЫ «МИР»

Воскресенье, 12 декабря

16.00 Гала-концерт «Музыкальный фейерверк» Дубненского симфонического оркестра. Билеты продаются в кассе ДК «Мир». Справки по тел.: 4-70-62, 4-59-04.

В мире книг

В «Эврике» по пятницам

По просьбам наших читателей мы возобновляем давнюю рубрику нашей газеты, в которой рассказываем о новинках книжного рынка.

«Рекорды в шахматах»

Эта книга заинтересует как юных шахматистов, так и тех, кто давно увлекается игрой. Ее автор, известный шахматный обозреватель, международный арбитр, шахматный мастер Яков Дамский издал несколько книг о шахматах, переведенных на многие языки. «Рекорды в шахматах» – первое издание такого рода, в котором собраны и квалифицированы различные номинации. Получился своего рода шахматный Гиннес.

Иронический детектив: что новенького?

Издательство «Этерна» приступило к публикации новой серии книг «Детективные истории Ксении Воробей, феминистки и оптимистки». Первые книги этой серии: «В 10.40 с Курского вокзала» и «Из Урюпинска с любовью» уже поступили в «Эврику». Детективы являются плодом творчества двух сестер – Анны и Ольги Волошиных. Особое тепло и неповторимый колорит придает их книгам образ главной героини, чей характер, хотя и развивается в привычных рамках жанра, но заметно отличается от своих литературных «собратьев». Ксения у сестер Волошиных получилась узнаваемой, родной и очень дружелюбной.

Читатель.

Дом культуры «Мир» приглашает посетить фотовыставку Николая Ершова ежедневно в любое время в нижнем фойе.