**Образцов, Владимир Федорович.  
Поиски бозона Хиггса на коллайдере LEP : Детекторы для установки DELPHI : диссертация ... доктора физико-математических наук : 01.04.23. - Протвино, 1997. - 38 с. : ил.больше**

[**Цитаты из текста:**](https://search.rsl.ru/ru/search)

* **стр. 1**

**и Ф ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ В Э ИНСТИТУТ ФИЗИКИ ВЫСОКИХ ЭНЕРГИЙ I Н Е Р 97-15 На правах рукописи Образцов Владимир Фёдорович ПОИСКИ БОЗОНА ХИГГСА НА К О Л Л А Й Д Е Р Е LEP. ДЕТЕКТОРЫ ДЛЯ УСТАНОВКИ DELPHI 01.04.23 - ф и з и к а высоких э н е р г и й ДИССЕРТАЦИЯ н а соискание**

* **стр. 30**

**Acoplanarity (degrees) 200 - 50 - p (degrees) p (degrees) Рис. 20. Распределения по типичным переменным, используемьпл для подавления фона при поисках бозона Хиггса в нейтринном канале: НЕ\* ии. На гистограммах левой колонки приведены реальные данные (точки) и фон от событий qq (сплош­ ная линия). Н а гистограммах**

* **стр. 37**

**р и м е н т а DELPHI проведён поиск бозона Х и г г с а в широкой о б л а с т и м а с с . Поиск в к л ю ч а л в себя: • Поиск д о л г о ж и в у щ е г о**

**Оглавление диссертациидоктор физико-математических наук Образцов, Владимир Федорович**

**Актуальность проблемы**

**Важным компонентом практически любого исследования на установке DELPHI — ;ной из четырёх установок, действующих на большом электрон-позитронном кол-ьйдере (LEP) Европейского центра ядерных исследований (CERN), является изме-:ние интегральной светимости. Для определения параметров Z-бозона необходимо мерять светимость с точностью ~ .1%. С этой целью в ИФВЭ был создан преци-онный детектор светимости — электромагнитный калориметр в области малых лов STIC.**

**Для успешного осуществления экспериментальной программы исследований :тановка должна иметь высокую эффективность регистрации различных частиц в частности мюонов. Для обеспечения высокой эффективности мюонного тригге-i и его надёжности в состав установки был включён передний мюонный годоскоп, зданный в ИФВЭ.**

**После обнаружения t-кварка в опытах на рр-коллайдере FNAL бозон Хиггса ляется последней, ещё не обнаруженной фундаментальной частицей в стандарт->й модели (СМ). Поиск этой частицы имеет принципиальное значение для пробки СМ и её обобщений, например для минимальной суперсимметричной стан-фтной модели (MCCM). LEP является идеальным прибором для поиска бозона иггса с точки зрения фоновой ситуации и ожидаемого числа событий.**

**Цель диссертационной работы**

**• Поиск бозона Хиггса в диапазоне масс 0-60 ГэВ/с2.**

**• Создание детектора светимости(электромагнитного калориметра в области малых углов) и мюонного годоскопа для установки DELPHI. „ , ториметра новой конструкции,**

**КНИГАИМЕЕТ r ^ „**

**2. Мюонный годоскоп установки DELPHI, его применение в триггере, методику измерения параметров годоскопа и их контроля в условиях реального эксперимента.**

**3. Результаты поиска бозона Хиггса в области масс 0-60 ГэВ/с2.**

**Научная новизна и практическая ценность. Создан электромагнитный калориметр нового типа, измерены его характеристики. Разработана методика его использования для прецизионного измерения интегральной светимости.**

**Создана система мюонного триггера на базе сцинтилляционного годоскопа большой площади. Разработана методика измерений параметров годоскопа в условиях реального эксперимента. Разработана методика использования мюонного годоскопа для калибровки детекторов DELPHI.**

**Впервые проведён поиск бозона Хиггса в широком диапазоне масс, как в контексте стандартной модели, так и в её минимальном суперсимметричном расширении.**

**Апробация работы и публикации. По результатам выполненных исследований опубликовано 13 научных работ. Основные результаты, использованные в диссертации, опубликованы в виде препринтов ИФВЭ и CERN, в журналах "Nuclear Physics", "Zeitschrift fur Physik", "Nuclear Instruments & Methods", "IEEE Transactions of Nuclear Science" [l-lj]. Они докладывались на международных конференциях, семинарах ИФВЭ, ИТЭФ.**

**Структура диссертации. Работа изложена на 38 страницах, состоит из введения, четырёх глав и заключения, содержит 23 рисунка, 2 таблицы и список цитируемой литературы, включающий 13 наименований.**

**СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ**

**В первой главе рассмотрена постановка эксперимента на встречных е+е~-пучках при энергии вц.м. ~ 90 ГэВ/с2 в области пика Z-бозона, описана установка DELPHI, на которой и для которой были выполнены работы, вошедшие в диссертацию.**

**Цикл работы Большого электрон-позитронного коллайдера (LEP) включает (см. рис.1):**

**• Ускорение первичных электронов, рождение и ускорение позитронов до энергии 300 МэВ в линейном инжекторе (LIL).**

**• Накопление электронов и позитронов при энергии 500 МэВ в кольце электрон-позитронного аккумулятора (ЕРА).**

**• Транспортировку пучков в кольцо протонного синхротрона (PS), ускорение до 3,5 ГэВ.**

**• Транспортировку пучков из PS в SPS с дальнейшим ускорением до 22 ГэВ.**

**• Инжекцию в кольцо LEP с последующим ускорением до энергии ~ 45 ГэВ.**

**1учки электронов и позитронов сгруппированы в 4 (8) банчей (ток ~ 1 мА/банч.) и [ересекаются в четырёх промежутках, где расположены экспериментальные уста-ювки. Типичное время жизни пучков ~ 8 часов. Светимость ~ 1031с lcm 2 с**

**CERN Accelerators**

**ALEPH**

**South Area**

**P Pb ions**

**LEP: Large Electron Positron collider SPS: Super Proton Synchrotron AAC: Antiproton Accumulator Complex ISOLDE: Isotope Separator OnLine DEvice PSB: Proton Synchrotron Booster PS: Proton Synchrotron**

**LPI: Lep Pre-Injector EPA: Electron Positron Accumulator LIL: Lep Injector Linac LINAC: LINear Accelerator LEAR: Low Energy Antiproton Ring**

**Rudolf LEY, PS Division, CERN, 02.09.**

**Рис. 1. Схема ускорительного комплекса LEP.**

**Forward Chamber A Barrel Muon Chambers**

**Рис. 2. Общий вид установки DELPHI,**

**Установка DELPHI (детектор с идентификацией лептонов, фотонов и адро-нов) — это один из четырёх детекторов, работающих на е+е~-коллайдере LEP. Детектор (см. рис.2) состоит из центральной цилиндрической секции, перекрывающей диапазон ~ 40° < в < 140°, и двух торцевых частей, перекрывающих "переднюю" (заднюю) области углов.**

**Сверхпроводящий соленоид, который имеет длину 7,4 м и внутренний диаметр 5,2 м, создает однородное поле, равное 1,23 Тл и направленное вдоль оси пучков (z). Внутри соленоида расположены трековые детекторы центральной части:**

**- Вершинный детектор, дающий точное измерение траектории частиц. Точность измерения промахов треков в вершине взаимодействия для энергичных треков (Р > 10 ГэВ/с) составляет около 20 микрон.**

**- Внутренний детектор (ID), перекрывающий область углов 15° < в < 165° и обеспечивающий точность измерения трека и(R(j>) = 40 мкм.**

**- Время-проекционная камера (ТРС) — основной трековый детектор, дающий до 16 пространственных точек трека в диапазоне 40 см < R < 110 см. Точность реконструкции одной точки 250 мкм (Яф) и 880 мкм (Rz). ТРС участвует в идентификации заряженных частиц путём измерения dE/d,X с точностью 7,4%.**

**- Внешний детектор (OD) состоит из 5 слоёв дрейфовых трубок, расположенных между радиусами 197 и 206 см. Он существенно используется для измерения импульса частиц и уточнения параметров их траектории.**

**- В трековую систему входят также дрейфовые камеры FCA и FCB, расположенные в торцевой части установки на расстоянии \z\ = 160 см и \z\ = 275 см от точки взаимодействия.**

**- Электромагнитные калориметры — проекционная камера высокой плотности (НРС), передний электромагнитный калориметр из свинцового стекла (FEMC) и электромагнитный калориметр в области малых углов (STIC) — обеспечивают регистрацию и идентификацию электронов и фотонов в области углов 2° < в < 178°.**

**- Более 19000 пластиковых стримерных детекторов, которые являются активными элементами адронного калориметра (HCAL), установлены в 18 мм щелях между 50-мм железными пластинами ярма магнита. Адронный калориметр регистрирует нейтральные частицы, а также является элементом системы мюонной идентификации.**

**- В идентификации мюонов наряду с адронным калориметром участвуют мю-онные дрейфовые камеры (MUB, MUF и SMC), расположенные за ярмом магнита. Идентификация осуществляется путём сравнения координаты экстраполированного трека и ближайшего реконструированного сигнала мюонной камеры.**

**- Детектор черенковских колец (RICH) обеспечивает идентификацию как в центральной части установки (BRICH), так и в торцевой (FRICH). Детектор имеет как жидкий, так и газовый радиаторы, что позволяет осуществлять идентификацию частиц в диапазоне импульсов 0, 7 < р < 25 ГэВ/с.**

**- Сцинтилляционные годоскопы — TOF в центральной части и передний мюон-ный годоскоп в торцевой части используются для выработки триггера и подавления фона от космических мюонов.**

**- Система триггера DELPHI состоит из четырёх уровней. Два первых уровня (Tl, Т2) синхронизированы по отношению к сигналу пересечения банчей (ВСО). Т1 является быстрым претриггером, в то время как Т2 запускает систему сбора данных. Интервал между пересечениями банчей равен 22 мкс для моды работы LEP с четырьмя банчами, и 11 мкс — для моды с восемью. Времена выработки решения для Т1 и Т2 фиксированы и равны 3,5 и 39 мкс после сигнала ВСО. Т1 вырабатывается на базе информации от индивидуальных детекторов (ID, OD, FCA и FCB — трековый триггер); (TOF, HOF, и система сцинтилляторов НРС — сцинтилляцион-ный триггер), а также EMF и MUB. На втором уровне эти триггеры дополняются сигналами от ТРС, НРС и MUF, а также комбинациями (на базе мажоритарной логики) сигналов от разных детекторов. ТЗ и Т4 являются по сути программными фильтрами и работают асинхронно с ВСО. ТЗ уменьшает уровень триггера примерно вдвое, используя ту же логику, что и Т2, но на основе цифровой информации; Т4 использует полную программу реконструкции, аналогичную основной " off-line" -программе реконструкции DELPHI. Существенной особенностью системы триггера является высокая переопределённость, что обеспечило надёжность, стабильность а также возможность независимого определения эффективности отдельных компонент триггера. Глобальная эффективность триггера к событиям с распадом Z в мюоны или электроны совместима с 1 на уровне Ю-4, однотрековая эффективность для Рт > 1 ГэВ/с больше 95%.**

**- Система сбора данных базируется на стандарте ФАСТБАС. Всего в DELPHI используется ~ 150 корзин ФАСТБАС и около 70 микропроцессоров (16 Мгц М68020 "FIP"), соединённых с центральным VAX- кластером по Ethernet.**

**Во второй главе дано подробное описание электромагнитного калориметра в области малых углов STIC [1,2,5].**

**В начале 1994 года в DELPHI был установлен новый электромагнитный калориметр малых углов (the Small angle Tile Calorimeter-STIC) с целью обеспечения измерения светимости с точностью 0,1% (важно для LEP100) и улучшения герметичности и энергетического разрешения DELPHI в области малых углов (особенно важно для LEP200). STIC состоит из трёх частей:**

**• калориметра;**

**• детектора максимума ливня;**

**• сцинтилляционного "вето" годоскопа.**

**В работах [1,2,5] описаны в основном конструкция и результаты работы калориметрической части детектора, так как именно эта часть была изготовлена в ИФВЭ и играла решающую роль в измерениях 1994-1995 гг.**

**Калориметр STIC**

**STIC (см. рис.3) состоит из двух независимых цилиндров (А и С), расположенных на расстоянии ± 2,2 м от точки взаимодействия.**

**DELPHI STIC**