

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ИНСТИТУТ ФИЗИКИ ВЫСОКИХ ЭНЕРГИЙ

2011–14
На правах рукописи

Луговский Кирилл Светославович

**Создание интерактивного веб-доступа
к базе данных по физике частиц**

01.04.23 — физика высоких энергий

Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
кандидата физико-математических наук

Протвино 2011

УДК 539.1.07

Работа выполнена в Институте физики высоких энергий (г. Протвино).

Научный руководитель – доктор физико-математических наук, профессор П.В. Шляпников.

Официальные оппоненты: доктор физико-математических наук С.В. Молодцов (Лаборатория теоретической физики, ОИЯИ), кандидат физико-математических наук И.И. Дегтярев (ГНЦ ИФВЭ, Отделение ускорителя У-70).

Ведущая организация – ГНЦ РФ Институт теоретической и экспериментальной физики (г. Москва).

Защита диссертации состоится “_____” _____ 2011 г. в _____ часов на заседании диссертационного совета Д 201.004.01 при Институте физики высоких энергий по адресу: 142281, Протвино Московской обл.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ИФВЭ.

Автореферат разослан “_____” _____ 2011 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета Д 201.004.01

Ю.Г. Рябов

© Государственный научный центр
Российской Федерации
Институт физики высоких энергий, 2011

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Диссертация посвящена разработке веб-приложений, обеспечивших удаленный интерактивный доступ к базе данных по физике частиц. Сопровождение этой базы данных осуществляется международной группой обработки данных по физике частиц (Particle Data Group, PDG). В работе группы принимают участие 170 авторов из 100 институтов, 17-ти стран, включая представителей группы КОМПАС (лаборатория системной феноменологии) из Института Физики Высоких Энергий (ГНЦ ИФВЭ, Протвино). База данных является источником информации для создания регулярно публикуемых обзоров по физике частиц (Review of Particle Physics, RPP).

Приводимые в этих обзорах экспериментальные данные из опубликованных в открытой печати источников классифицируются, сопровождаются экспертными оценками, теоретическими и методическими пояснениями в виде обзоров, миниобзоров, ссылок и текстовых комментариев.

В настоящее время эти обзоры по физике частиц (RPP) являются наиболее цитируемыми публикациями в области физики высоких энергий. По информации из библиографической базы данных SLAC-SPIRES-HEP каждое из последних изданий RPP цитируется более чем в 3500 публикациях.

Накапливаемые данные изначально предполагалось использовать только для производства печатного издания. С появлением возможности допуска пользователя к хранилищу данных RPP через интернет оказалось, что структура и формат данных недостаточны для интерактивного общения с базой данных. В этой связи возникла необходимость в модернизации системы сопровождения данных RPP. Задача потребовала создания синтаксического парсера для преобразования текстов RPP в HTML формат. Парсер становится основой веб-визуализатора базы данных. Создание веб-визуализатора открывает путь к разработке редакторского и кодирующего веб-интерфейсов для базы данных RPP; прикладных процедур преобразования данных RPP, которые создают списки кросс-ссылок между основными базами данных физики частиц, списки метаданных RPP¹; компьютерно-читаемые файлы для программ Монте-Карло моделирования.

Настоящая диссертация посвящена решению этих задач. Работа над ними проводилась как в группе КОМПАС ГНЦ ИФВЭ, так и в PDG (LBNL, Беркли, США) и в ЦЕРН'е.

Актуальность работы

- RPP – *базовый проект физики частиц*. RPP предназначен для студентов и преподавателей, изучающих физику частиц, полезен при проведении феноменологических исследований, используется при глобальном анализе экспериментальных результатов и планировании экспериментов, задает стандарт оформления экспериментальных материалов, служит стандартом при назначении имен открываемым объектам. К размещенной в RPP информации предъявляются особые требования к оперативности ее поступления, полноте и надежности. Веб-интерфейсы обеспечивают улучшение по перечисленным параметрам: оперативности поступления данных, их полноте, качеству.

¹Метаданные RPP – имена частиц и наименования измеряемых величин, содержащиеся в указанной журнальной публикации, и поставляемые для библиографической базы данных INSPIRE.

- Веб-сайты PDG испытывают миллионы обращений в год. В значительном количестве обращений пользователю требуется найти в справочнике конкретную страницу, конкретное число и, желательно, сделать это с наименьшими потерями времени. *Простота и удобство навигации* строятся на адекватности отображения структурой данных структуры физики частиц. Веб-интерфейсы к RPP предлагают более удобную схему навигации по данным, чем реализованная в печатном издании RPP.
- База данных RPP – результат более чем 50-летней работы PDG. Данные RPP *постоянно пополняются, редактируются*² Каждое измерение обрабатывается в несколько итераций несколькими ответственными сотрудниками PDG, работающими удаленно. Координация действий участников этого процесса осуществляется через электронную или обычную почту. При использовании веб-интерфейсов в первую очередь настраивается процесс координации коллективных усилий, workflow-контроль (контроль над потоком заданий).
- Для базовых данных физики частиц, собираемых и принадлежащих международному сотрудничеству, несомненна *необходимость глобального доступа*. При этом данные, предлагаемые печатной версией RPP, фиксированы в ее конкретном издании, они оценены, на них можно ссылаться, вводить уточнения и поправки. При организации непосредственного доступа к постоянно меняющейся базе данных RPP, необходимо заранее планировать и реализовывать *синхронизованность* выводимых в интернет данных с теми, что представлены в книге. Веб-интерфейсы могут предоставить такую возможность, синхронизируя интернет-представление из базы данных и данные в книжном издании по дате внесения изменения в базу данных.
- Веб-интерфейсы открывают пользователю RPP и его создателям *преимущества безбумажной технологии*. Хранилище заполнено как свежими, активными, так и уже выведенными из

²Поток информации на примере 2008 года [12]: из 645 публикаций выделено 2778 новых измерений, каждое из которых было оценено, усреднено совместно с другими измерениями, отфитировано и откомментировано.

употребления, затененными ³данными. Когда данные затенены ради экономии места в печатном издании RPP (что случается довольно часто, см., например, в секции барионов), их можно активировать при переходе на безбумажные технологии веб-интерфейсов.

- Представляют интерес *архивные данные из RPP*. История развития современной физики частиц в значительной степени отображена в истории заполнения базы данных RPP. Визуализация архивных данных желательна, востребована и возможна при переходе на использование веб-интерфейсов.
- *Модернизация структуры данных*. Осуществлению осмысленного запроса в базу данных в ее современной структуре препятствует, например, отсутствие таких элементов данных, как унифицированные имена частиц, классификация измеряемых величин. Актуальным для RPP является создание метаязыка, встроенного в тексты базы данных или надстроенного над ними. Продвижение по этому пути возможно, например, при использовании наработок PPDS (Particle Physics Data System), в которой использован словарь терминов физики высоких энергий PPDL (Particle Properties Data Language). Отладка системы проводится на меж-базовом интерфейсе.
- *Использование данных RPP в моделировании*. RPP производит список масс и ширин части представленных в нем частиц в формате компьютерно-читаемого файла. По завершении модернизации структуры данных RPP вывод таких списков по любым наблюдаемым должен осуществляться автоматически. В настоящее время для наработки предложений по модернизации системы ежегодно готовится расширенный список масс и ширин частиц RPP.

³Затененными, т. е. введенными в базу данных, но не используемыми, оказываются как группы измерений внутри полноценно представленных в обзоре секций описания частиц, так и целые классы объектов, пограничных для физики частиц.

Целью диссертационной работы является:

- создание в рамках системы подготовки RPP интерфейсов удаленного доступа к данным базы данных RPP;
- адаптация RPP к возможностям, предоставленным в интернете;
- создание синтаксического парсера для представления данных в формате HTML;
- создание процедур защиты информации в условиях удаленного доступа;
- создание сети связей между сайтом RPP и родственными сайтами (PPDS, SLAC-SPIRES);
- создание процедур обмена данными с использованием компьютерно-читаемого формата.

Научная новизна исследования состоит в том, что впервые один из самых надежных и ценных феноменологических массивов по физике частиц стал доступен в интернете не только как страницы книги в фиксированном post-script-формате, но и как живая, постоянно обновляемая база данных. При этом для случая pdgLive удалось смоделировать необходимую для копирайт-ссылок адекватность данных, представленных в интернете и в книжном издании RPP. Выделены и применены во всемирной паутине методы представления информации, не зависящие от платформы конечного пользователя. Автоматизирована и упрощена процедура сопровождения новых интерфейсов. Разработана автоматически обновляемая сеть меж-базовых связей, объединяющая базу данных RPP, библиографическую базу данных SLAC и базы данных ИФВЭ.

Практическая ценность. В результате внедрения интерактивного интернет-доступа к базе данных RPP появилась возможность расширить круг участников сопровождения данных в физике высоких энергий. Введены в систему и развиваются: автоматизация исполнения потока заданий, процедуры контроля качества сопровожде-

ния данных, процедуры редактирования. Осуществлен широкий доступ к данным для всех пользователей pdgLive. Предоставлена возможность оперативного доступа к первоисточникам-публикациям, размещенным в сети.

Безбумажная технология внедрена не только на стадиях кодирования и редактирования, но и для доступа пользователей. Веб-визуализатор pdgLive является не только дополнением, но и альтернативой печатному изданию RPP и его интернет-копии и предоставляет возможность в будущем расширить объем RPP, вернув, например, те его разделы, которые были удалены ради экономии места в печатном издании.

Для развития идеи pdgLive в базу данных RPP внедрена сеть связей между элементами базы данных и между RPP и другими информационными массивами. Естественным расширением возможностей pdgLive стало также установление ежегодно обновляемых обратных связей между документами SLAC-SPIRES и страницами pdgLive. В 2010 году преобразованная процедура обновления связей SLAC-RPP позволила снабдить новый сервер INSPIRE метаданными физики высоких энергий. Разработанная в диссертации расширенная версия компьютерно-читаемого файла свойств частиц внедрена в RPP и используется при моделировании. Разработанная для кодирующих интерфейсов процедура контроля данных и текстов еще при тестовых прогонах помогла выявить и исправить значительное (более 1000) количество ошибок в RPP.

Апробация работы. Приведенные в диссертации результаты опубликованы [1-23], докладывались на совещаниях PDG (в 2002, 2004, 2006, 2010 годах в Беркли, в 2008 г. в ЦЕРН) и на научном семинаре в ИФВЭ в 2007 г.

Апробация диссертации прошла в ГНЦ ИФВЭ 20 мая 2011 года.

Структура диссертации. Диссертация состоит из введения, пяти глав, приложения и заключения. Объем диссертации 160 страниц

печатного текста, в том числе 60 рисунков и 5 таблиц; библиография включает 39 наименований.

Содержание работы

Первая глава диссертации посвящена разработанному автором веб-интерфейсу pdgLive, визуализатору базы данных RPP, описанном в препринте ИФВЭ [1], представленном на основном сайте pdgLive [2] и локализованном на головной странице основного сайта PDG, веб-копии RPP [3]. Рабочие версии pdgLive размещены на компьютерах ИФВЭ и LBNL и представлены сайтами [4].

Подробно описан синтаксический парсер, специально разработанный для форматных преобразований из внутреннего представления базы данных во внешние, включающие и HTML-представление, и встроенный во все веб-интерфейсы. Приведена информация о решении порожденной созданием pdgLive задачи – установлении кросс-связей между базами данных SLAC и RPP. Ежегодно обновляемый список кросс-ссылок для связи SLAC и RPP представлен на сайте [5]. Рассказано о роли pdgLive в выделении метаданных для новой системы библиографической информации INSPIRE [6].

PdgLive по фактографии – точная копия текущего издания RPP. Отличия присутствуют лишь там, где требуется учесть различия в форматах книжного и экранного представления данных.

В структуре pdgLive, как и в структуре книги RPP, отображается структура физики частиц в ее современном понимании. В pdgLive каждую последовательно раскрываемую страницу можно рассматривать как уровень структурированного каталога физики частиц (рис. 1). Эти уровни определяют детализацию представления данных о частицах. На первом уровне (“1 – *Головная страница*”) приведены только имена частиц и их категорий. Второй уровень (“2 – *Каталог свойств частиц*”) – детализация уже по конкретной частице; здесь приводятся имена всех наблюдаемых, зарегистрированных для данной частицы, и либо их оцененные значения, либо ссылка на сырые измерения для наблюдаемых, не вошедших в таблицы оцененных данных. Третий уровень детализации (“3 – *Блок данных*”)

– это информация уже по конкретной наблюдаемой для конкретной частицы. Здесь приводятся измерения, из которых вычислялась данная величина, и для каждого измерения приводится ссылка на источник информации – документ, из которого это измерение было закодировано.

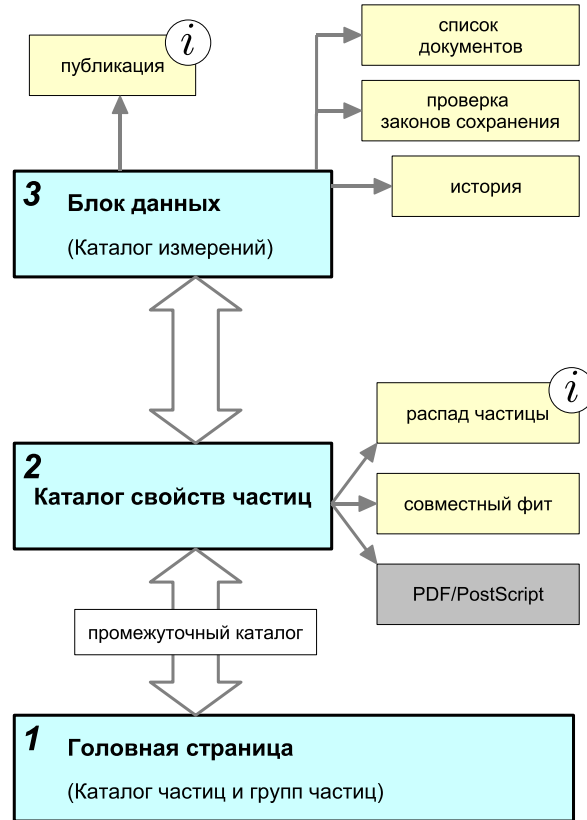


Рис. 1. Карта сайта pdgLive. Символом *i* отмечены страницы подробного описания объекта.

Часть наблюдаемых вынесена за пределы основной страницы “Каталога свойств частиц”, и на них можно выйти по другим имею-

щимся на этой странице ссылкам. Так в каталоге приведены только базовые моды распадов Γ_i/Γ_{total} . Метка моды распада Γ_i/Γ используется как ссылка на страницу, содержащую подробное описание данной моды распада со списками мод распадов, относящихся к выбранной базовой моде (“распад частицы”). Кроме того, со страницы “Каталога свойств частиц” можно выйти на страницу, поясняющую, как были получены некоторые значения свойств из каталога “совместным фитом” по измерениям наблюдаемых данной частицы.

Из третьего уровня – блока данных, помимо выходов на источники данных, есть еще три полезные ссылки. Первая ведет к странице “список документов”, на которой представлены все публикации, из которых отобраны данные для этой наблюдаемой. Вторая ссылка – “проверка законов сохранения” – появляется для тех наблюдаемых, в которых тестировались какие либо законы сохранения. Эта ссылка открывает страницу каталога всех остальных наблюдаемых по всему RPP, использующихся при тестировании того же закона. Третья ссылка ведет на “историю” изменений оцененного значения данной наблюдаемой в зависимости от годов издания RPP, в которые эта наблюдаемая была представлена. В нижней части страницы блока данных приведены вспомогательные ссылки “Prev” и “Next” (предыдущий и следующий), используемые для последовательного просмотра листинга по данной частице в порядке, соответствующем приведенному в книге RPP.

В каталоге частиц – головной странице pdgLive представлено содержимое pdgLive каталогами мини-обзоров, каталогами частиц, каталогами законов сохранения. Каталог может быть открыт в сокращенной, стандартной версии и в полной, альтернативной. В сокращенной версии списки частиц представляются промежуточными каталогами, в альтернативной они появляются на этой же странице во всплывающем окне (см. рис. 2). Промежуточные каталоги введены для класса частиц (каталоги всех мезонов, всех барионов), для группы частиц, для группы мини-обзоров, для группы тестирования законов сохранения. В каталог свойств частицы выведена подборка информации о частице, список всех ее наблюдаемых, представленных в базе данных. В каталог измерений конкретной наблюдаемой

(блок данных), вызываемый из каталога свойств частиц, выведен откомментированный и снабженный библиографией список измерений данной наблюдаемой.

Click on the ▶ icon to see a popup window with possible selections.			Switch to standard version
GAUGE & HIGGS BOSONS	LEPTONS	QUARKS	
▶ Reviews on Gauge & Higgs Bosons	▶ Reviews on Leptons	▶ Reviews on Quarks	
▶ γ	▶ e, μ, τ	▶ Light quarks (u, d, s)	
▶ gluon	▶ Heavy Charged Lepton	▶ c	
▶ graviton	▶ Neutrino Properties	▶ b	
▶ W	▶ Number of Neutrino Types	▶ t	
▶ Z	▶ Double β -Decay	▶ b'	
▶ Higgs Bosons	▶ Neutrino Mixing	▶ Free quark	
▶ Heavy Bosons	▶ Heavy Neutral Leptons		
▶ Axions			
MESONS	BARYONS	OTHER SEARCHES	
▶ Reviews on Mesons	▶ Reviews on Baryons	▶ Reviews on Other Searches	
▶ Light Unflavoured	▶ N Baryons	▶ Magnetic Monopole	
▶ Further States	▶ Δ Baryons	▶ Supersymmetric Particles	
▶ Strange	▶ Exotic Baryons	▶ Technicolor	
▶ Charmed	▶ Λ Baryons	▶ Quark and Lepton Compositeness	
▶ Charmed, Strange	▶ Σ Baryons	▶ Extra Dimensions	
▶ Bottom	▶ Ξ Baryons	▶ WIMPs	
▶ Bottom, Strange	▶ Ω Baryons		
▶ Bottom, Charmed	▶ Charmed Baryons	CONSERVATION LAWS	
▶ $c\bar{c}$	▶ Doubly-Charmed	▶ Reviews on Conservation Laws	
▶ $b\bar{b}$	▶ Bottom Baryons	▶ Discrete Space-Time Symm.	
▶ Non $q\bar{q}$ Candidates		▶ Number Conservation Laws	
Funded by US DOE, US NSF, CERN, MEXT (Japan), INFN (Italy), MCYT (Spain), IHEP & RFBR (Russia)			
Copyright Information: This page and all following are copyrighted by the Regents of the University of California			

Рис. 2. Головная страница pdgLive.

PdgLive предоставляет пользователю возможность обратиться в SLAC-SPIRES за подробной информацией о публикации с любой страницы, где эта публикация упоминается. Специальная процедура pdgLive создает компьютерно-читаемый файл для системы SLAC-SPIRES, на основании которого организуется обратная связь из SLAC-SPIRES в pdgLive, и сотрудниками библиотеки SLAC кодируются отсутствующие в SLAC-SPIRES публикации из RPP. Публикациям в pdgLive, а через него и в остальных интерфейсах, уделено повышенное внимание, учитывая особую роль источника информации и наличие в интернете благоприятных условий в организации работы с источниками, особенно представленными их полными электронными копиями. В отличие от книжной версии RPP почти все активные публикации в pdgLive снабжены заголовками и дополни-

тельной адресной информацией, т. е. ссылками на сайты, содержащие полные тексты публикаций. Внедрение этой информации в RPP – частично автоматизированный, частично (по большей части) ручной процесс.

В pdgLive любое упоминание публикации является ссылкой на страницу, на которую выведено подробное описание этой публикации: вся имеющаяся в базе данных библиографическая информация о публикации, список всех блоков данных, в которых упоминается публикация, описание этой публикации, предложенное системой SLAC-SPIRES. Особенность этой страницы в том, что на нее пользователь может попасть не только со страниц pdgLive, но и со страниц библиографической базы данных SLAC-SPIRES. Если публикация представлена не только в SLAC но и в RPP, то на соответствующих страницах SLAC-SPIRES появляется ссылка для перехода в pdgLive для этой публикации.

В этом случае страница полного описания публикации RPP становится головной страницей pdgLive для пользователя, пришедшего из SLAC'a. Наличие связи SLAC-PDG предоставляет пользователю возможность осуществлять поиск по отсутствующим в RPP элементам данных, например, по фамилии любого (не только первого) автора публикации.

В pdgLive внутри данных создана сеть связей, определенных из контекста. Создание такой сети – исключительно ручная работа. Требуется *вычитать* текст RPP и при необходимости внести в него гиперссылки на упоминаемые в тексте объекты: либо внутренние – каталоги описания частицы, блоки данных, списки распадов; либо внешние – упомянутые в текстах сайты. При подстановке гиперссылок возможно одновременно видоизменить текст RPP для соответствия не исходному книжному, а экранному восприятию паутины ссылок.

pdgLive содержит дополнительную к базе данных RPP информацию, позволяющую по заказу пользователя выводить пояснения к объектам RPP.

На каждой странице pdgLive есть ссылка “*Send feedback*”, открывающая окно почтовой системы, в которой пользователь имеет

возможность написать свои комментарии, сообщения об ошибках, пожелания и предложения.

pdgLive с первых дней существования был доброжелательно воспринят многочисленными пользователями и существенно поправлен благодаря их пожеланиям.

Значительные усилия приложены для того, чтобы pdgLive работал на большинстве использовавшихся в момент его создания браузеров и операционных систем. Результат этих усилий – встроенная в парсер pdgLive система распознавания браузера пользователя и форматирование вывода HTML в соответствии с возможностями пользовательского браузера.

Вторая глава посвящена описанию интерактивной процедуры редактирования данных RPP через интернет, веб-редактору RPP [7]. Внедрение этого интерфейса продемонстрировало возможность открытия широкого доступа к данным извне без нарушения их целостности и чистоты. На этом уровне были разработаны и внедрены процедуры защиты и контроля данных в условиях широкого доступа к ним. Интернет-редактор базы данных RPP оказался легко подстраиваемым к текущим изменениям структуры базы данных и за несколько лет эксплуатации продемонстрировал надежность и устойчивость в работе.

В редакторском интерфейсе генерируются редактирующие страницы (бланки, формы), содержащие согласованные веб-формы для поиска, вывода и ввода информации и ее редактирования. Как видно из блок-схемы редакторского интерфейса на рис. 3, после авторизации пользователь попадает в каталог форм. При выборе формы – открывается редактор соответствующей таблицы или группы таблиц. Из каталога доступны страницы с опциями, полезными при работе редактора, и страница с протоколом изменений, происходящих в базе данных. На ней пользователь имеет возможность отменять свои или чужие редакции. Из редактора доступны вспомогательные страницы с информацией о публикации, распаде или блоке данных; наличие выходов на эти вспомогательные страницы зависит от настроек формы.

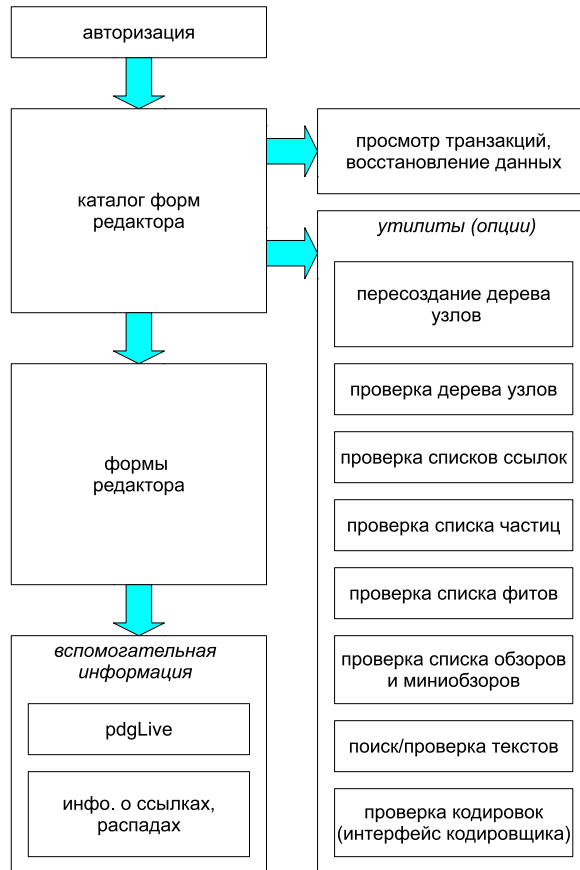


Рис. 3. Блок-схема редакторского интерфейса.

Программирование редакторского интерфейса осуществляется введением и изменением команд и параметров к ним в дополнительных таблицах базы данных RPP. Иными словами, редакторский интерфейс программируется редактированием данных с помощью самого редакторского интерфейса, которым можно редактировать любую таблицу базы данных RPP.

При автоматическом конструировании редактирующей формы в нее выводятся все поля таблицы. Название поля для колонки таблицы, тип данных для значения размещенной в этой колонке величины, длина поля, оцениваемая из типа данных, определяются из описания таблицы в базе данных.

Все параметры, устанавливаемые при автоматическом конструировании редактирующей формы, можно изменить (настроить), указав их явным образом в специальной таблице базы данных RPP – конструкторе редактирующей формы. Вызов редактирующей эту таблицу формы предусмотрен при любой конфигурации головной страницы со строки WWW EDITOR. Значения параметров, использованных при конструировании формы, можно увидеть во всплывающем окне при щелчке по кнопке Table-info в верхней навигационной панели.

Пользователь выбирает для редактирования таблицы соответствующую форму на головной странице. Одна и та же таблица может быть представлена в нескольких различных формах, и выбор определяется конкретной задачей. Уже на этом уровне пользователь должен быть компетентен в вопросе о том, в какой таблице содержится интересующая его информация. Форма открывается чистой – не предусмотрен запрос по умолчанию. Форма представляет несколько различных способов отбора необходимой информации из базы данных.

Выведенная на страницу формы информация может быть изменена, устранена, дополнена и просто просмотрена. В контрольной строке в нижней части формы указывается какое из действий было предпринято пользователем.

Защита системы. Использование интернета увеличивает вероятность несанкционированного доступа к данным. Страницы редактора могут попасть в списки поисковиков и быть случайным образом предоставлены неподготовленному пользователю. URL этих страниц могут через поисковики стать доступными, например, из переписки сотрудников коллаборации PDG.

Для защиты от несанкционированного доступа к редактору применяются, среди прочих, следующие меры:

- система открывает редактор только авторизованным сотрудникам PDG. Список их фамилий хранится в базе данных RPP вместе с кодами доступа, определяющими уровень ответственности каждого и степень доступа;
- авторизованный пользователь должен предъявить системе паспортное слово;
- система контролирует время доступа к редактору. Оставленная (подвешенная) на экране страница редактора через некоторое время теряет функциональность;
- производится сброс данных на внешний носитель, что позволяет при обнаружении вторжения в систему вернуться к неиспорченным данным;
- информация обо всех редакторских действиях накапливается в базе данных и хранится. Система позволяет на основании этих данных пошагово отменять результаты редактирования.

Любое изменение в базе данных, проводимое редактирующим интерфейсом или интерфейсом кодировщика, фиксируется специальной системой контроля транзакций, состоящей из набора таблиц, содержащих информацию о произведенных изменениях: вставках новых данных, изменениях в старых, стертых данных. Таблицы анализируются и обрабатываются комплектом программ, сведенных в интерфейс `transaction viewer`.

Вспомогательные программы. Здесь приведены только те из вспомогательных программ системы сопровождения RPP, которые уже переведены на языки `scheme/brl` и встроены в структуру опций веб-интерфейсов.

Опция `check_alias` предназначена для анализа параметров фитирования, размещенных в базе данных. Процедура фитирования брэнчингов основана на уравнениях связи между базовыми модами распада частицы и всеми другими наблюдаемыми в распадах частицы, отобранными для фитирования. Относительные вероятности базовых мод распада как раз и являются свободными параметрами в обусловленных фитах в RPP. Конструирование кодировщиком

формального выражения на языке элементов таблиц RPP чревато ошибками, которые сложно детектировать. Опция `check_alias` частично тестирует правильность параметров фитирования, заложенных в базе данных, и визуализирует уравнение связи, предоставляя возможность детального ознакомления со всеми его элементами.

В RPP в списке распадов и, более подробно, в заголовке к блоку данных, посвященному моде распада, приводится формула, в которой учтены связи с каскадными модами распада. Влияние каскадного распада учитывается добавлением заранее и отдельно вычисленной величины, коэффициента. В `pdgLive` на специальной странице, на которой описывается уравнение для фитирования, расшифровываются и демонстрируются текущие значения коэффициентов. Так например, фитируемая мода распада τ -мезона $\Gamma(h^-2\pi^0\nu_\tau)/\Gamma = \Gamma_{18}/\Gamma_{total} = \Gamma_{18}/\Gamma$ представляется измеренными модами распада:

коэф.	Код распада	мода распада	
	Γ_{18}	$\tau^- \rightarrow h^- 2\pi^0 \nu_\tau$	$(9.51 \pm 0.11) \times 10^{-2}$
	Γ_{20}	$\tau^- \rightarrow \pi^- 2\pi^0 \nu_\tau (ex.K^0)$	$(9.29 \pm 0.11) \times 10^{-2}$
	Γ_{23}	$\tau^- \rightarrow K^- 2\pi^0 \nu_\tau (ex.K^0)$	$(6.5 \pm 2.3) \times 10^{-4}$
0.157	Γ_{35}	$\tau^- \rightarrow \pi^- \bar{K}^0 \nu_\tau$	$(8.4 \pm 0.4) \times 10^{-3}$
	$\Gamma_1(K_S)$	$\Gamma_1^{K_S} : K_S^0 \rightarrow \pi^0 \pi^0$	$K_S = 50\% K^0$
0.157	Γ_{37}	$\tau^- \rightarrow K^- K^0 \nu_\tau$	$(1.59 \pm 0.16) \times 10^{-3}$
		$\Gamma_1^{K_S} : K_S^0 \rightarrow \pi^0 \pi^0$	

Строка:

$$\Gamma_{18}/\Gamma = (\Gamma_{20} + \Gamma_{23} + 0.157(\Gamma_{35} + \Gamma_{37}))/\Gamma,$$

в книге RPP записывается в `pdgLibe` как:

$$\Gamma_{18}/\Gamma = (\Gamma_{20} + \Gamma_{23} + 0.5 \times (\Gamma_1^{K_S}/\Gamma^{K_S})(\Gamma_{35} + \Gamma_{37}))/\Gamma,$$

Вместо коэффициента 0,157 в `pdgLive` подставлено его символьное описание $0.5 \times (\Gamma_1^{K_S}/\Gamma^{K_S})$.

Опция `list_references` позволяет просмотреть список публикаций базы данных, обнаружить ошибки в кодировании, полноту списка. Программа представляет возможность получить выделенные списки по журнальным аббревиатурам, по году публикации.

Список публикаций можно фильтровать, выводя только “активные” документы.

Опция `findrpp` позволяет найти таблицу, содержащую заданный пользователем поисковый образ. Аналогичную задачу решает интерфейс редактирующей страницы редактора RPP, но только для заданной таблицы. В поисках заданного образа программа `findrpp` просматривает все таблицы, в которых есть текстовые данные.

`Findrpp` полезна при необходимости произвести массовые изменения. Указанную пользователем ошибку проще найти в базе данных программой `findrpp`. Наконец эта опция может использоваться как средство *свободного* поиска в базе данных RPP, в отличие от *несвободного*, предлагаемого pdgLive.

Специальная процедура `minireview_list` позволяет контролировать состояние миниобзора, выводя на веб-страницу адрес в структуре, фамилию ответственного пользователя, статус миниобзора и наименование миниобзора.

Третья глава посвящена описанию прототипа интерактивной процедуры кодирования в базу данных RPP [8]. Процедура кодирования включила в себя автоматизированную систему управления потоком заданий для ответственных пользователей системы, встроенную систему контроля качества кодирования и отдельные законченные элементы планируемого будущего супер-редактора RPP.

Блок-схема интерфейса кодировщика представлена на рис. 4. После авторизации пользователь попадает или к списку заданий (1) или, в случае соответствующей роли, к странице литературного поиска. В первом случае работа пользователя сводится к тому, что он переходит от одного задания к другому, последовательно выполняя действия на формах (2), (3) и (4). Во втором случае пользователь начинает свою работу с создания списка заданий для остальных ролей.

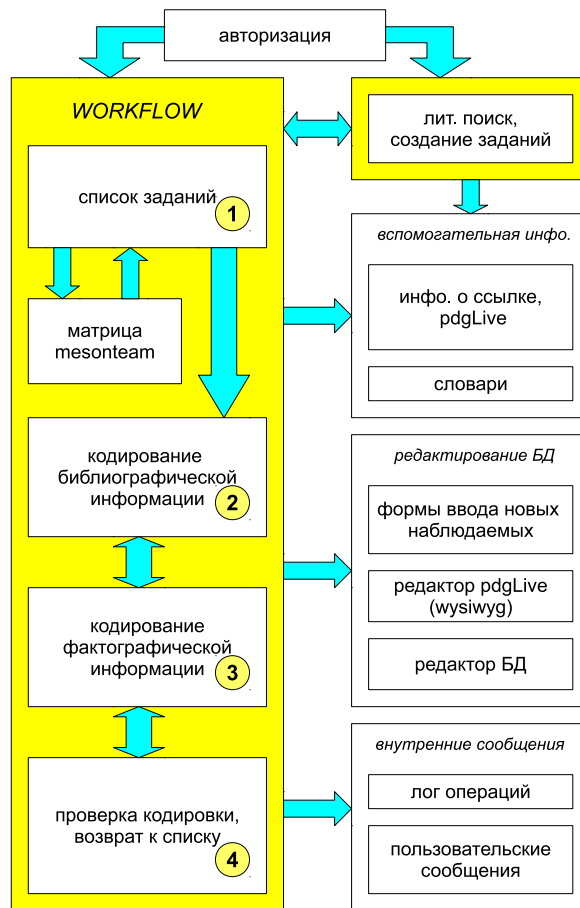


Рис. 4. Блок-схема интерфейса кодировщика.

По мере занесения в базу данных списка новых публикаций с приписанными каждой фактографией, у соответствующих исполнителей появляются задания, список которых выводится на первой странице интерфейса. Задания различны в зависимости от роли пользователя. Интерфейс кодирования распознает следующие исторически сложившиеся роли: *Encoder*, *Overseer*, *Coordinator* и

Editor. Исполнитель может иметь несколько ролей одновременно, в этом случае имеется возможность переключаться с одной роли на другую, получая для каждой роли свой список заданий. С помощью опции “Ignore” можно вывести все задания всех ролей данного пользователя одновременно.

Веб-визуализатор RPP pdgLive [1-6], описанный в Главе I, веб-редактор RPP [7] – в Главе II и интерактивный веб-кодировщик в базу данных RPP [8] – в Главе III являются единой системой сопровождения RPP. Эта система активно использовалась в создании последних изданий RPP – книжных изданий по четным годам и ежегодных веб-выпусков. Особенность изданий RPP-2002, 2003 [9] и RPP-2004, 2005 [10] в том, что в них средствами контроля веб-интерфейсов, а также вручную при отладке форматных преобразователей, было обнаружено и исправлено наибольшее количество ошибок, переходивших до этого из издания в издание. Издания RPP-2006, 2007 [11] – первые сопровождавшиеся действующими версиями pdgLive и редакторского веб-интерфейса. RPP-2008, 2009 [12] и RPP-2010 [13] – текущие издания, в которых программы, сопровождающие веб-интерфейсы, стабилизировались и изменялись, в основном, в соответствии с предложениями пользователей и в результате исследований использования веб-интерфейсов прикладными программами и другими базами данных. Результаты таких исследований представлены в следующих главах.

В четвертой главе дано описание компьютерно-читаемых файлов для масс и ширин частиц, представленных в RPP [14]. Описаны причины создания расширенной версии стандартного компьютерно-читаемого файла RPP в соответствии с концепцией группы КОМПАС по представлению пользователям информации из баз данных. Описаны дополнительные возможности веб-интерфейсов при работе с такими данными [15].

Как пример манипулирования данными, отобранными из базы данных RPP, описана процедура настройки формата вывода компьютерно-читаемых файлов и анализа выделенных из базы данных значений масс и ширин [16].

Необходимость компьютерно-читаемого и программно-понимаемого каталога частиц, однозначно связывающего наименование частиц и их физические характеристики (количественные и качественные), возникла при первых попытках создания и сопровождения компьютерных компиляций экспериментальных данных в физике частиц в середине 60-ых годов прошлого столетия. Например, компиляции группы HERA(CERN) по полным сечениям адронных реакций обязательно содержали такой каталог (формированный вручную к каждому изданию компиляций на основе публикаций PDG и текущей литературы) как ключ к использованию компиляций.

Компьютерно-читаемый каталог частиц (электронный каталог) необходим также в программах построения и сопровождения классификаций частиц, программах моделирования количественных характеристик частиц, программах моделирования экспериментов по изучению реакций рождения частиц в различных столкновениях.

Электронный каталог характеристик частиц должен содержать все известные характеристики частиц включая и все моды их распадов и их измеренные парциальные ширины (или относительные вероятности).

Для планирования экспериментов по подтверждению заявок новых частиц или новых распадов электронный каталог характеристик частиц должен содержать все частицы и распады, зарегистрированные в базе данных RPP к моменту планирования, как надежно установленные, так и заявленные в научной печати, но еще не подтвержденные в независимых экспериментах.

Идея создания электронного каталога характеристик частиц начала реализовываться в PDG в виде таблицы масс, ширин и цифровых идентификаторов частиц (Monte Carlo ID numbers). Каталог публикуется на сайте PDG в разделе "Other downloads" и содержит ограниченный набор данных (наименование, масса, ширина, электрический заряд и Монте-Карло-код частицы) и только о надежно установленных частицах со спином ≤ 4 (ограничение для спина связано с форматом кода Монте-Карло). Такой *стандартный* электронный каталог оказался недостаточным для оперативной синхронизации базы данных RPP и баз данных PPDS в ИФВЭ.

С расширением участия группы КОМПАС в работах по модернизации системы RPP появилась возможность конструировать варианты электронного каталога характеристик частиц непосредственно из модернизированной базы данных RPP.

Стандартный формат фиксированный. Значения для масс и ширин представлены как числа с плавающей запятой. При этом ошибки выводятся в фиксированном формате $+0.0E+00$, рассчитанном для представления двух значащих цифр. Заряды перечисляются от максимального по абсолютной величине отрицательного заряда, через ноль до максимального положительного. Списки кодов Монте-Карло и зарядов мультиплета повторяются в строках масс и ширин одной и той же частицы. В стандартном представлении компьютерно-читаемых данных отображаются только те частицы, которые имеют код Монте-Карло. За пределами этой схемы остаются все частицы со спином $J > 4$. В таблицу частиц также не попадают состояния, отмеченные в базе данных RPP как “Omitted from Summary Tables” и “Further States” - состояния, не попавшие в раздел “Summary Tables”, но присутствующие в других разделах обзора. Информация об античастицах также отсутствует. По принятой в PDG классификации раздел “Summary Tables” представляет только хорошо установленные состояния, существование которых подтверждается сразу несколькими независимыми экспериментами и статистика которых достаточно велика.

Расширенное представление позволяет представить в компьютерно-читаемом виде не только надежно установленные величины из таблицы оцененных данных RPP, но и “сырые” значения измерений величин масс и ширин, снабдив их информацией, дополнительной к коду Монте-Карло [14].

В таблице 1 приведены количества состояний в стандартном и расширенном представлениях для издания RPP 2008 [12]. В расширенном формате значения величин массы и ширины приводятся в одной строке, но при этом члены зарядового мультиплета разнесены по отдельным строкам. Так, например, для $\Delta(1232)$ в новой таблице будут использованы четыре строки для зарядов $++$, $+$, 0 , $-$, различающиеся только кодом Монте-Карло и зарядом и

совпадающие в остальных колонках. Т. е. расширенный формат не компактнее стандартного.

Таблица 1. Количество состояний в стандартном и расширенном представлениях

	Стандартный файл	Новый файл
всего частиц / мультиплеты и синглеты	197 / 172	632 / 404
Summary Tables	197 / 172	311 / 195
Omitted	0 / 0	222 / 110
Further states	0 / 0	99 / 99

Как и стандартный, расширенный формат фиксирован, и при этом элементы таблицы разделяются запятой, что упрощает импорт пользователям PDA (Personal Digital Assistant – карманный компьютер) и программам типа MS Excel и Mathematica. Все величины и их ошибки приводятся округленными по правилам RPP, так же как и в стандартном представлении. Все величины и их ошибки представлены положительными числами. Отрицательное число “-1” присвоено несуществующим или неизмеренным величинам, например, ширине u -кварка или ошибкам измерения массы и ширины $f_0(2330)$ -мезона. Стандарт представления массы и ширины следующий: “центральное” значение, положительная ошибка, отрицательная ошибка. Систематические ошибки квадратично суммируются со статистическими.

Существуют особые случаи представления величин в базе RPP, для каждого из них используется свой алгоритм переформатирования в компьютерно-читаемый формат (см. таблицу 2).

Таблица 2. Особые случаи представления величин в RPP

исходный вид	значение	ошибка +	ошибка -	наблюдаемая
range(400 - 1200)	8.0E+02	4.0E+02	4.0E+02	масса $f_0(600)$
1.5 to 3.0	2.2E+00	8.0E-01	8.0E-01	масса u кварка
1700 TO 1720 TO 1750	1.720E+03	3.0E+01	2.0E+01	масса N(1720)
<6.5	6.5	-1	-1	ширина $\Xi_c(2815)$
1798 OR 1802	1792	-1	-1	масса $\Sigma(1840)$

В случае отсутствия оцененного значения массы и ширины используется значение одного из измерений. Значение выбирается из

списка измерений. Критерии выбора – измерение должно быть последним по времени публикации из имеющих наиболее высокий статус.

В расширенной таблице одновременно представлены надежные, оцененные данные и величины, достаточно произвольно отобранные из списка измерений, не поддающихся усреднению или фитированию. При необходимости, пользователь может отселектировать ненадежные данные по параметру “статус”.

В случаях “стабильных” частиц ширина Γ вычисляется из времени жизни $\Gamma = \hbar/\tau$. Значение постоянной Планка \hbar вносится в программу вручную из таблицы физических констант RPP, данные которой не представлены в базе данных RPP. Если величина τ задана пределом (например, <5) или областью допустимых значений, то ширина не вычисляется, в колонке ширины будет проставлена -1, что означает отсутствие числовой информации.

Для формирования расширенного файла значений масс и ширин в базу данных RPP введена дополнительная информация о частице. В настоящее время основная часть ручной работы, связанной с сопровождением процедуры получения компьютерно-читаемого файла, приходится на заполнение и редактирование дополнительных данных. Частично такая деятельность может быть автоматизирована или сокращена при некотором изменении формата базы данных RPP.

Для настройки процедур, конструирующих файлы масс и ширин, для облегчения процесса общения с коллаборантами и продвинутыми пользователями, соучаствующими в создании компьютерно-читаемых файлов, создана специальная страница [14], на которой пользователю предлагается выбор: **basic version** – стандартная версия или несколько вариантов **expanded version** – расширенной версии. Для каждого варианта файла на выбор предлагаются три версии: **computer file** – собственно компьютерно-читаемый файл, **details** – вспомогательный файл, содержащий информацию о том, каким образом в компьютерно-читаемый файл выделяется информация из базы данных; **SQL** – файл в формате SQL для погружения в базу данных. Этот файл используется для заполнения базы данных

таблицами, содержащими данные за разные годы, архивные данные. Для обслуживания этих таблиц создана специальная процедура настройки параметров компьютерно-читаемых файлов.

В пятой главе описаны ранние версии веб-интерфейсов, сети кросс-ссылок прототипа межбазового интерфейса [17], переведенные на новые технологии базы данных PPDS CS [18], *хронологии* [19], DataGuide [20]. Также описан веб-интерфейс BDMS базы данных Vocabulary [21], являющейся хранителем тезауруса данных PPDS.

По моим предположениям решение задач этой главы позволит разобраться с проблемой создания метаязыка описания данных RPP, т. е. тезауруса физики частиц, требуемого для построения однозначной поисковой системы для данных RPP, и провести объединение методик сопровождения баз данных LBNL и ИФВЭ.

Предложенная модель межбазового интерфейса предполагает работу одновременно с несколькими связанными между собой базами данных и ориентирована на формат многофреймовой страницы с выводом приложений в отдельные или всплывающие окна. Интерфейс объединил базу данных RPP со следующими базами данных системы PPDS:

- “cross sections” [18] – база данных по сечениям реакций;
- “хронология” [19] – фрагмент базы данных DataGuide PPDS, содержащий информацию, использованную для юбилейного обзора “Particle Physics: One Hundred Years of Discoveries. An Annotated Chronological Bibliography.” (“Физика частиц: 100 лет открытий, Аннотированная Хронологическая Библиография.”);
- “data guide” [20] – библиографическая база данных документов физики высоких энергий. Включает более 32 тысяч записей. Снабжена кросс-ссылками на документы баз данных RPP, SLAC и другие базы данных системы PPDS.
- “vocabulary” [21] – словарь терминов физики высоких энергий, (Particle Property Data Language, PDDL);

База данных *Хронология* из системы баз данных RPDS была использована в прототипе межбазового интерфейса по многим причинам. Во первых, эта база данных содержит записи документов, использованных при наборе оригинал-макета книги “Particle Physics: One Hundred Years of Discoveries”. В этом есть сходство с ситуацией с книгой и базой данных RPP. Во вторых, база данных *Хронология* – это фрагмент базы данных DATAGUIDE, созданный задолго до появления идеи издания книги и существовавший в виде базы данных. Под BDMS база данных снабжена поисковыми возможностями, вспомогательными процедурами, используемыми для анализа данных и оформления разнообразных форм выдачи записей на печать. Перенести эти возможности и процедуры под PostgreSQL и веб-интерфейсы – задача кажущаяся более простой для базы данных *Хронология*, чем для базы данных RPP. В этом – отличие от ситуации с RPP, где книга была первичной по отношению к базе данных. В третьих, база данных *Хронология* неоднократно выводилась в интернет.

В Приложении приведены:

- краткая история PDG, сотрудничества PDG и группы КОМПАС, моего участия в работе этих групп, начиная с работы связанной с исследованием траекторий Редже на базе данных по массам и ширинам, выделенных из базы данных RPP. Эта работа была продолжена в рамках коллаборации COMPETE [22];
- описание архитектуры PDG и pdgLive;
- описание структуры данных RPP;
- описание организации кодирования в RPP.

Также приведена информация о первом опыте создания веб-интерфейса для RPP, использованного для отладочно-демонстрационной версии цитометра [23]. Цитометром здесь названа программа, оценивающая вероятность принадлежности исследуемой публикации к

заданной области знаний на основе анализа цитируемых ею публикаций. Автоматизировать такой анализ можно, если исследуемая публикация дана в электронном виде и ее библиография выделена в компьютерно-читаемом списке. Такими свойствами обладают публикации, размещенные в базе данных SLAC-SPIRES-HEP.

В заключении формулируется основной результат, полученный в диссертации.

В списке литературы приведены ссылки на документы, послужившие основой данной диссертации.

Диссертация выполнена в ГИЦ ИФВЭ в Протвино и в LBNL (Беркли) в соответствии с планами сотрудничества ИФВЭ – LBNL. Результаты диссертации докладывались на совещаниях коллаборации PDG (в 2002, 2004, 2006, 2010 годах в Беркли, в 2008 г. в CERN), на научном семинаре в ИФВЭ в 2007 г. Диссертация основана на работах [1–23].

Список литературы

- [1] **К. С. Луговский**, В. С. Луговский, С. Б. Луговский, ИФВЭ 2007-10, *pdgLive. Интернет версия PDG-обзора физики частиц. (Руководство для пользователей)*.
<http://pdglive.lbl.gov>
- [2] pdgLive [Электронный ресурс]: Interactive Listing from the 2010 Review of Particle Physics / интернет доступ к базе данных Review of Particle Physics-2010 / Беркли, Калифорния, США – Режим доступа: <http://pdglive.lbl.gov>, свободный, (дата обращения: 1:02:2011)
- [3] K. Nakamura, K. Hagiwara, K. Hikasa, H. Murayama, M. Tanabashi, T. Watari, C. Amsler, M. Antonelli, D. M. Asner, H. Baer, H. R. Band, R. M. Barnett, T. Basaglia, E. Bergren,

J. Beringer, G. Bernardi, W. Bertl, H. Bichsel, O. Biebel, E. Blucher, S. Blusk, R. N. Cahn, M. Carena, A. Ceccucci, D. Chakraborty, M.-C. Chen, R. S. Chivukula, G. Cowan, O. Dahl, G. D'Ambrosio, T. Damour, D. de Florian, A. de Gouvea, T. DeGrand, G. Dissertori, B. Dobrescu, M. Doser, M. Drees, D. A. Edwards, S. I. Eidelman, J. Erler, V. V. Ezhela, W. Fetscher, B. D. Fields, B. Foster, T. K. Gaiser, L. Garren, H.-J. Gerber, G. Gerbier, T. Gherghetta, G. F. Giudice, S. Golwala, M. Goodman, C. Grab, A. V. Gritsan, J.-F. Grivaz, D. E. Groom, M. Grünewald, A. Gurtu, T. Gutsche, H. E. Haber, C. Hagmann, K. G. Hayes, M. Heffner, B. Heltsley, J. J. Hernandez-Rey, A. Höcker, J. Holder, J. Huston, J. D. Jackson, K. F. Johnson, T. Junk, A. Karle, D. Karlen, B. Kayser, D. Kirkby, S. R. Klein, C. Kolda, R. V. Kowalewski, B. Krusche, Yu. V. Kuyanov, Y. Kwon, O. Lahav, P. Langacker, A. Liddle, Z. Ligeti, C.-J. Lin, T. M. Liss, L. Littenberg, **K. S. Lugovsky**, (Particle Data Group), [Электронный ресурс]: The Review of Particle Physics / портал Particle Data Group. Главная страница для pdgLive, RPP Summary Tables, RPP Listings, RPP Reviews. / Беркли, Калифорния, США – Режим доступа: <http://pdg.lbl.gov>, свободный, (дата обращения: 1:02:2011)

[4] **К.С. Луговский** [Электронный ресурс]: отладочный сайт визуализатора базы данных RPP (pdgLive) в ИФВЭ / Протвино, ИФВЭ – Режим доступа: <http://ontil.ihep.su:8081/prod2010/>, свободный, (дата обращения 01.03.2011). // отладочный сайт визуализатора базы данных RPP в LBNL / USA, Berkeley, LBNL – Режим доступа: <https://pdg0.lbl.gov/rpptest-viewer/> ограниченный, (дата обращения 07:11:2010).

[5] **К.С. Луговский** [Электронный ресурс]: процедура вычисления списка кросс-ссылок SLAC-SPIRES → RPP, список активных публикаций RPP / Режим доступа: http://pdglive.lbl.gov/reference_all.brl свободный, (дата обращения 01:03:2011),

http://ontil.ihep.su:8081/prod2010/reference_all.brl свободный,
(дата обращения 01:03:2011).

[Электронный ресурс]: Официальный сайт библиотеки SLAC. Обратная ссылка на официальный сайт pdgLive из документа SLAC-SPIRES. / Режим доступа: <http://www.slac.stanford.edu/spires/hep/> свободный, (дата обращения: 02:03:2011, Ожидается замена сайта SLAC-SPIRES на сайт InSPIRE в течении 2011)

- [6] **Kirill Lugovsky** [Электронный ресурс]: List of RPP References with PDG_Id's for SLAC InSPIRE-beta / Список публикаций RPP снабженный идентификаторами измеряемых – метаданными – для системы InSPIRE-beta / Режим доступа: <http://ontil.ihep.su:8081/prod2010/pdgid.brl> свободный, (дата обращения: 01:03:2010).

[Электронный ресурс]: бета версия сайта InSPIRE, использованная для отладки режима генерирования метаданных из RPP / Режим доступа: <http://inspirebeta.net/> свободный, (дата обращения: 01:03:2011).

- [7] (а) **К. С. Луговский** [Электронный ресурс]: интерфейс для редактирования базы данных RPP / отладочная версия системы / Локализация: LBNL, Berkeley, CA, USA / Режим доступа: <https://pdg0.lbl.gov/rpptest-editor/> ограниченный, (дата обращения: 01:03:2011).

(б) Интерфейс для редактирования базы данных RPP / отладочная версия системы / Локализация: КОМПАС, ИФВЭ, Протвино / Режим доступа: <http://ontil.ihep.su:8081/editor/> свободный, (дата обращения: 01:03:2011).

- [8] **К. S. Lugovsky** [Электронный ресурс]: прототип интерфейса кодировщика для базы данных RPP / Локализация: КОМПАС, ИФВЭ, Протвино / Режим доступа: <http://ontil.ihep.su:8081/encoder/> закрытый, для контроля пользователь / пароль: TEST / TEST (дата доступа: 01:03:2011)

[Электронный ресурс]: Локализация: PDG, LBNL, Berkeley (USA) / Режим доступа: <https://pdg0.lbl.gov/rpptest-encoder/> закрытый. (дата доступа: 01:11:2010).

- [9] K. Hagiwara, Ken Ichi Hikasa, Kenzo Nakamura, M. Tanabashi, M. Aguilar-Benitez, C. Amsler, R. M. Barnett, P. R. Burchat, C. D. Carone, C. Caso, G. Conforto, O. I. Dahl, M. Doser, S. I. Eidelman, J. L. Feng, L. Gibbons, M. Goodman, C. Grab, D. E. Groom, A. Gurtu, K. G. Hayes, J. J. Hernandez-Rey, K. Honscheid, C. Kolda, M. L. Mangano, D. M. Manley, A. V. Manohar, J. D. March-Russell, A. Masoni, R. Miquel, K. Mönig, H. Murayama, S. Navas, K. A. Olive, L. Pape, C. Patrignani, A. Piepke, Matts Ross, J. Terning, N. A. Törnqvist, T. G. Trippe, P. Vogel, C. G. Wohl, R. L. Workman, Yao Wei-Ming, B. Armstrong, P. S. Gee, **K. S. Lugovsky**, (Particle Data Group), Phys. Rev. **D66** (2002) 010001, *Review of Particle Physics, 2002–2003*

http://pdg.lbl.gov/pdg_2002.html – архивная веб-версия RPP-2003;

- [10] S. I. Eidelman, K. G. Hayes, K. A. Olive, M. Aguilar-Benitez, C. Amsler, D. M. Asner, K. S. Babu, R. M. Barnett, J. Beringer, P. R. Burchat, C. D. Carone, C. Caso, G. Conforto, O. I. Dahl, G. D'Ambrosio, M. Doser, J. L. Feng, T. Gherghetta, L. Gibbons, M. Goodman, C. Grab, D. E. Groom, A. Gurtu, K. Hagiwara, J. J. Hernandez-Rey, Ken Ichi Hikasa, K. Honscheid, H. Jawahery, C. Kolda, Joon Kwon Young, M. L. Mangano, A. V. Manohar, J. D. March-Russell, A. Masoni, R. Miquel, K. Mönig, H. Murayama, K. Nakamura, S. Navas, L. Pape, C. Patrignani, A. Piepke, G. G. Raffelt, Matts Roos, M. Tanabashi, J. Terning, N. A. Törnqvist, T. G. Trippe, P. Vogel, C. G. Wohl, R. L. Workman, Yao Wei-Ming, P. Zyla, B. Armstrong, P. S. Gee, G. Harper, **K.S. Lugovsky**, (Particle Data Group), Phys. Lett. **B592** (2004) 1-5, *Review of Particle Physics, 2004–2005*.

http://pdg.lbl.gov/2004/pdg_2004.html – веб-версия RPP-2004;

- [11] W. M. Yao, C. Amsler, D. Asner, R. M. Barnett, J. Beringer, P. R. Burchat, C. D. Carone, C. Caso, O. I. Dahl, G. D'Ambrosio, A. DeGouvea, M. Doser, S. I. Eidelman, J. L. Feng, T. Gherghetta, M. Goodman, C. Grab, D. E. Groom, A. Gurtu, Kaoru Hagiwara, K. G. Hayes, J. J. Hernandez-Rey, K. Hikasa, H. Jawahery, C. Kolda, Y. Kwon, M. L. Mangano, A. V. Manohar, A. Masoni, R. Miquel, K. Mönig, H. Murayama, K. Nakamura, S. Navas, K. A. Olive, L. Pape, C. Patrignani, A. Piepke, G. Punzi, G. Raffelt, J. G. Smith, M. Tanabashi, J. Terning, N. A. Törnqvist, T. G. Trippe, P. Vogel, T. Watari, C. G. Wohl, R. L. Workman, P. A. Zyla, B. Armstrong, G. Harper, **K. S. Lugovsky** (Particle Data Group), *J. Phys.* **G33** (2006) 1–1232, *Review of Particle Physics*, 2006-2007.

http://pdg.lbl.gov/2006/pdg_2006.html – веб-версия RPP-2006;

- [12] C. Amsler, M. Doser, M. Antonelli, D. M. Asner, K. S. Babu, H. Baer, H. R. Band, R. M. Barnett, E. Bergren, J. Beringer, G. Bernardi, W. Bertl, H. Bichsel, O. Biebel, P. Bloch, E. Blucher, S. Blusk, R. N. Cahn, M. S. Carena, C. Caso, A. Ceccucci, D. Chakraborty, M. C. Chen, R. S. Chivukula, G. Cowan, O. I. Dahl, G. D'Ambrosio, T. Damour, A. De Gouvea, T. A. DeGrand, B. Dobrescu, M. Drees, D. A. Edwards, S. I. Eidelman, V. D. Elvira, J. Erler, V. V. Ezhela, J. L. Feng, W. Fetscher, B. D. Fields, B. Foster, T. K. Gaisser, L. Garren, H. J. Gerber, G. Gerbier, T. Gherghetta, G. F. Giudice, M. Goodman, C. Grab, A. V. Gritsan, J. F. Grivaz, D. E. Groom, M. Grünewald, A. Gurtu, T. Gutsche, H. E. Haber, K. Hagiwara, C. Hagmann, K. G. Hayes, J. J. Hernandez-Rey, K. Hikasa, I. Hinchliffe, A. Höcker, J. Huston, P. Igo-Kemenes, J. D. Jackson, K. F. Johnson, T. Junk, D. Karlen, B. Kayser, D. Kirkby, S. R. Klein, I. G. Knowles, C. Kolda, R. V. Kowalewski, P. Kreitz, B. Krusche, Yu. V. Kuyanov, Y. Kwon, O. Lahav, P. Langacker, A. Liddle, Z. Ligeti, C. J. Lin, T. M. Liss, L. Littenberg, J. C. Liu, **K. S. Lugovsky** (Particle Data Group), *Phys. Lett.* **B667** , 1-5 (2008) 1-6, *Review of Particle Physics*.

http://pdg.lbl.gov/2008/pdg_2008.html – веб-версия RPP-2008;

- [13] K. Nakamura, K. Hagiwara, K. Hikasa, H. Murayama, M. Tanabashi, T. Watari, C. Amsler, M. Antonelli, D. M. Asner, H. Baer, H. R. Band, R. M. Barnett, T. Basaglia, E. Bergren, J. Beringer, G. Bernardi, W. Bertl, H. Bichsel, O. Biebel, E. Blucher, S. Blusk, R. N. Cahn, M. Carena, A. Ceccucci, D. Chakraborty, M.-C. Chen, R. S. Chivukula, G. Cowan, O. Dahl, G. D'Ambrosio, T. Damour, D. de Florian, A. de Gouvea, T. DeGrand, G. Dissertori, B. Dobrescu, M. Doser, M. Drees, D. A. Edwards, S. I. Eidelman, J. Erler, V. V. Ezhela, W. Fetscher, B. D. Fields, B. Foster, T. K. Gaiser, L. Garren, H.-J. Gerber, G. Gerbier, T. Gherghetta, G. F. Giudice, S. Golwala, M. Goodman, C. Grab, A. V. Gritsan, J.-F. Grivaz, D. E. Groom, M. Grünewald, A. Gurtu, T. Gutsche, H. E. Haber, C. Hagmann, K. G. Hayes, M. Heffner, B. Heltsley, J. J. Hernandez-Rey, A. Höcker, J. Holder, J. Huston, J. D. Jackson, K. F. Johnson, T. Junk, A. Karle, D. Karlen, B. Kayser, D. Kirkby, S. R. Klein, C. Kolda, R. V. Kowalewski, B. Krusche, Yu. V. Kuyanov, Y. Kwon, O. Lahav, P. Langacker, A. Liddle, Z. Ligeti, C.-J. Lin, T. M. Liss, L. Littenberg, **K. S. Lugovsky** (Particle Data Group), *J. Phys.* **G37**, 075021 (2010), *Review of Particle Physics*.
- [14] **K. S. Lugovsky** [Электронный ресурс]: Masses, Widths, Quantum numbers ($I^G J^{PC}$) and MC id numbers from 2008 edition of RPP / Массы, ширины, квантовые числа ($I^G J^{PC}$) и Монте Карло идентификаторы из RPP-2008 / Режим доступа: http://pdg.lbl.gov/2009/mcdata/mass_width_2008.csv свободный, (дата обращения: 01:11:2009).
- К. С. Луговский** [Электронный ресурс]: Головная страница процедуры генерирования компьютерно читаемых файлов для списка масс и ширин частиц из RPP / Режим доступа: <http://ontil.ihep.su:8081/prod/mcfiles/mcmw.brl> свободный: (дата доступа: 01:03:2011)
- [15] **К. С. Луговский** [Электронный ресурс]: интерфейс процедуры настройки формата компьютерно-читаемого файла масс и ширин частиц из RPP / Режим доступа:

http://ontil.ihep.su:8081/prod/mcfiles/mw_custom.brl
свободный, (дата доступа: 01:04:2011).

- [16] **К. S. Lugovsky** [Электронный ресурс]: RPP particle information extended table / Интерактивная система подготовки компьютерно-читаемых файлов / Режим доступа: http://dbcompas.ihep.su:8080/mw/mw_downloads.brl свободный, (дата доступа: 01:04:2011)
- [17] **К. S. Lugovsky**, V. S. Lugovsky [Электронный ресурс]: Review of Particle Physics / 110 Years of Particle Physics / Многофреймовая страница межбазового взаимодействия / Режим доступа: <http://dbcompas.ihep.su:8080/devel/RPP.brl> свободный, (дата доступа: 01:04:2011)
- [18] **К. S. Lugovsky**, V. S. Lugovsky [Электронный ресурс]: PPDS: Cross section data base viewer / Визуализатор базы данных сечений реакций физики высоких энергий системы PPDS / Nov. 2003 / Режим доступа: <http://ontil.ihep.su:8081/prod/devel/cs0.brl> свободный, (дата доступа: 01:03:2011)
- [19] **К. S. Lugovsky**, V. S. Lugovsky [Электронный ресурс]: Discovery data base viewer / Визуализатор к базе данных Discovery не использующий фреймы / Режим доступа: <http://ontil.ihep.su:8081/prod/devel/Rdis1.brl?recid=1> свободный, (дата доступа: 01:03:2011)
- V. V. Ezhela Woodbury, NY: AIP Press, 1996. ISBN 1-56396-642-5. Springer Verlag (July 1996) *Particle Physics: One Hundred Years of Discoveries. An Annotated Chronological Bibliography*. Публикация по базе данных Discovery.
- [20] **К. S. Lugovsky** [Электронный ресурс]: DataGuide data base viewer / Визуализатор базы данных DataGuide / Dec. 2009 / Режим доступа: <http://ontil.ihep.su:8081/prod/devel/Rdoc1.brl> свободный, (дата обращения: 01:03:2011)

- [21] V. S. Lugovsky, **K. S. Lugovsky** [Электронный ресурс]: PPDS: PPDL – Particle Physics Data Language / Nov 2003 г. / Режим доступа: <http://dbcompas.ihep.su:8080/devel/Fvoc.html> свободный: (дата обращения: 01:03:2011)
- [22] V. V. Ezhela, J. R. Cudell, P. Gauron, K. Kang, S. K. Kang, Yu. V. Kuyanov, A. Lengyel, **K. S. Lugovsky** Presented at NATO Advanced Research Workshop on Diffraction 2002, Alushta, Ukraine, 31 Aug – 6 Sep. 2002; **hep-ph/0212398** *Overview of the COMPETE program*
- [23] В.В. Ежела, В.Э. Бунаков, С.Б. Луговский, В.С. Луговский, **К.С. Луговский** Третья Всероссийская конференция “Электронные библиотеки: перспективные методы и технологии, электронные коллекции” 2001, Петрозаводск. *Цитирование, как средство обнаружения дополнительных знаний и их автоматического индексирования*

Рукопись поступила 11 июля 2011 г.

Автореферат отпечатан с оригинала-макета, подготовленного автором.

К.С. Луговский

Создание интерактивного веб-доступа к базе данных по физике частиц.

Оригинал-макет подготовлен с помощью системы **L^AT_EX**.

Подписано к печати 14.07.2011. Формат 60 × 84/16.
Офсетная печать. Печ.л. 2,19. Уч.-изд.л. 1,75. Тираж 100. Заказ 47.
Индекс 3649.

ГНЦ РФ Институт физики высоких энергий
142281, Протвино Московской обл.

Индекс 3649

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т 2011–14, И Ф В Э, 2011
