

# ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЙ ПОРТАЛ: РАЗЛИЧНЫЕ РЕСУРСЫ НА ОДНОЙ ПЛАТФОРМЕ

А. В. АНИКЕЕВА, Е. А. БЯНКИН, Н. П. ПОЖИДАЕВА  
*Новосибирский государственный университет, Россия*  
e-mail: anikeeva@mmedia.nsu.ru, byankin@mmedia.nsu.ru,  
pozhideeva@mmedia.nsu.ru

This article describes Instrumental Portal, developed in the multi media center (MMC) NSU, that allows to build human and natural-science courses. The problems of math, scientific, graphic and Old Slavonic fonts presentation are discussed. Approach to construction of courses based on packages is also described.

## Введение

Сейчас в мире создается большое количество различных Интернет-систем, направленных на хранение, обработку и представление информации. Мы постоянно используем такие системы в различных формах: серверы новостей, газет, журналов, форумы, информационные порталы. Но особую актуальность в наше время приобретает представление образовательной и научной информации. Данная задача представляет особые интерес и сложность ввиду отсутствия устоявшихся решений.

Развитие дистанционного образования приводит к значительному усложнению образовательных ресурсов: все чаще учебные материалы требуется сопровождать дополнительными средствами: справочными материалами, форумами для обсуждения возникающих вопросов, системами контроля знаний. Такие ресурсы при правильной организации способны значительно расширить возможности дистанционного образования. Наиболее эффективно построение таких ресурсов и всех дополнительных материалов на одной платформе для организации единого интерфейса доступа, а также образования единого гиперпространства (возможности осуществления гипертекстовых связей внутри ресурса).

Требования к электронным образовательным ресурсам постоянно растут: развивающиеся технологии позволяют улучшать качество представления материала, увеличивать степень интерактивности обучения, улучшать систему контроля знаний, кроме того, развиваются и сами предметные области (появляются новые объекты, характеристики).

В сети Интернет представлено множество систем, позволяющих создавать ресурсы образовательного характера, но нами не было найдено ни одной инструментальной среды,

которая бы позволяла создавать “гибкие” ресурсы, т. е. ресурсы, функциональность которых могла бы быть расширена.

В Мультимедиацентре НГУ предложен подход к построению инструментальной среды, позволяющий решить данные проблемы, который реализован в информационной системе Инструментальный портал (ИП) [1, 2].

## 1. Архитектура Инструментального портала

Инструментальный портал строится на классической трехуровневой архитектуре. Серверный уровень, представленный SQL-сервером, обеспечивает хранение и выборку данных по запросам. Промежуточный уровень составляет сервер приложений, реализующий также web-шлюз. Клиентский уровень представлен web-браузером в качестве универсального тонкого клиента.

Промежуточный уровень реализует оригинальную гибридную документарно-фактографическую модель базы данных. Сочетая в себе элементы реляционного, объектно-ориентированного подхода и поддержку XML-данных, она обеспечивает полиморфизм элементов, возможность построения развитых пользовательских интерфейсов на основе методов классов, средства форматирования текстов. Кроме того, система имеет средства поддержки внутреннего гипертекстового пространства ресурса.

Одно из основных преимуществ ИП — возможность создавать ресурсы с гибкой структурой: модель ресурса может быть изменена согласно пожеланиям автора ресурса стандартными средствами. Инструментальный портал предоставляет инструменты, которые позволяют пользователям создавать собственные ресурсы, структура которых удовлетворяет его нуждам.

На основе ИП реализован ряд решений для поддержки особенностей содержания ресурсов различной тематической направленности: физико-математической и гуманитарной.

## 2. Физико-математические ресурсы

При разработке ресурсов физико-математической направленности возникают сложности как общего характера, связанные с построением ресурса, так и обусловленные специфическими требованиями предметной области. К ним относятся, например, создание и представление математических формул, научной графики, необходимость поддержки численного моделирования.

В основе решения таких задач лежит поддержка XML-полей: такие поля могут использоваться для форматирования текста, размещения в тексте других нотаций, а также хранения любой структурированной информации.

**Математические формулы.** Кодирование математики для обработки компьютером и электронной коммуникации было необходимо и до появления web. В настоящее время большинство научных статей и документов с математическими выражениями состоят из текста со встроенными GIF-картинками для представления научных нотаций, которые неудобны для читателя, а особенно для автора. Кроме того, такой подход противоречит концепции отделения данных от представления, ведь рисунок — это уже представление, поэтому для хранения математической нотации в ИП используется язык MathML [3]. Формулы записываются, как обычно, непосредственно в тексте, в разметке другого пространства имен. Для удобства пользователей разработан WYSIWYG — редактор форматированных текстов с поддержкой математических формул [4]. В настоящее время небольшое ко-

личество браузеров поддерживают прямое отображение MathML (W3C's Amaya и Mozilla based browsers). Для остальных браузеров необходимо использовать различные надстройки: ActiveX-приложения или Java-апплеты, но, скорее всего, поддержка языка в скором времени будет реализована в большинстве браузеров. Сейчас мы рекомендуем пользователям применять бесплатно распространяемый плагин MathPlayer [4].

**Научная графика.** Для ресурсов физико-математической направленности важна возможность представления графической информации, в том числе визуализация функциональных зависимостей (например, трехмерных), численное моделирование процессов и явлений и т. д.

Проведенный анализ показал, что средства для работы с научной графикой в существующих инструментальных средах создания электронных ресурсов практически отсутствуют. В связи с этим разработан и реализован подход к построению подсистем научной графики для комплексов, функционирующих в сети Интернет.

С точки зрения пользователя графическая система — черный ящик, имеющий некоторый интерфейс для ввода информации (это может быть изображение со сканера, некоторый набор чисел, нарисованная иллюстрация и т. д.) и отображающий по запросу результаты этого ввода на некотором устройстве (мониторе, принтере и т. д.).

Любой графический редактор имеет “родной” формат хранения и представления информации и некоторый набор форматов экспорта и импорта.

Проведенный анализ показал, что функционально программное обеспечение (ПО) графической системы в общем случае подразделяется на три уровня: создания, оперирования и представления. Кратко охарактеризуем каждый из них.

*Уровень создания.* Программное обеспечение этого уровня во многом определяет удобство работы с системой в целом, обеспечивает взаимосвязь пользователя и форматов импорта с “родным” форматом хранения. Функциональность этого уровня зависит от задачи, в общем случае она практически не ограничена: визуальные редакторы, конверторы, интерфейсы для передачи данных и т. д.

*Уровень оперирования.* На этом уровне обеспечивается взаимосвязь “родного” формата хранения с “родным” форматом представления и с форматами экспорта. Влияние пользователя на этот уровень ограничено настраиваемыми возможностями каждого из форматов (фильтрация хранимых данных, качество получаемого изображения и т. д.).

*Уровень представления.* На этом уровне обеспечивается взаимосвязь пользователя с “родным” форматом представления. Программное обеспечение этого уровня предназначено для настройки изображения: масштаб, перемещение и т. д.

При работе с ресурсами в web-интерфейсе такое разделение еще более прозрачно: автор ресурса должен иметь возможность создавать графические объекты, читатель — их просматривать, и, кроме того, есть серверная сторона, которая обеспечивает хранение и преобразование данных в нужный формат.

Построение графической системы требует в первую очередь выбора форматов хранения и представления. Для рассмотрения предметной области выбраны основные типы научной графики: полутоновые изображения, схемы и чертежи, функциональные зависимости и диаграммы. Рассмотрим их с точки зрения содержащейся в ней информации и форматов ее представления.

*Полутоновые изображения.* Растровое изображение — изначально формат представления данных, и с этим уже ничего не поделаешь.

*Схемы и чертежи.* Несмотря на то что создаются они изначально в графических редакторах, они имеют некоторое довольно четкое информационное содержание, которое

автор переносит на экран по определенным, устоявшимся в его предметной области правилам (например, UML). Таким образом, хранение одного из возможных представлений (графического) кажется неоправданным. При описании схем в некотором промежуточном формате возможно построение нескольких ее представлений (например, аудио), кроме того, сохранится возможность дальнейшего переиспользования содержащейся информации. Ввиду малого заполнения пространства, а также четкого выделения объектов представление в векторном формате более разумно (помимо меньшего объема файла, что немаловажно в случае использования Интернет, получаем большие возможности настройки отображения: масштабирование, перемещение, фильтрацию).

*Функциональные зависимости и диаграммы.* Данный вид графики изначально строится на некотором наборе числовых данных или математическом описании, т. е. данные являются первоисточником. При традиционном подходе хранения “картинки” возникает необходимость полной перерисовки изображения при изменении данных. Эта особенность пропадает при построении представления “вокруг” данных (например, это реализовано в Microsoft Excel, Origin, MatLab). Векторный формат тоже лучше решает задачи представления.

*Визуализация численных расчетов.* С одной стороны, визуализация в названии подразумевает получение графического представления результата. С другой стороны, данные, получающиеся в результате численного моделирования, — тоже информация, а графическое представление — только один из способов ее анализа. Для представления данного типа чаще всего используются векторные форматы (например, MatLab, MathCad).

Таким образом, в системах научной графики оправданно использование промежуточного формата хранения информации. Следует отметить, что для каждого вышеописанного типа необходим свой формат хранения, поскольку информация, лежащая в их основе, разная и требует разной обработки.

Итак, получается, что для представления информации больше подходят векторные форматы, а для хранения оправданно использование промежуточного формата, который содержит информацию, на основании которой строится графическое или любое другое представление (например, табличное или аудио).

**Предлагаемое решение.** В результате предложен подход к построению системы научной графики, предполагающий:

- использование для каждого типа научной графики неграфического формата хранения информации об изображении, за исключением полутоновых изображений (фотографии, абстрактные иллюстрации);

- использование формата SVG [5] в качестве единого стандарта представления [6];

- наличие трех уровней ПО: создания, оперирования и представления информации. На уровне создания необходимы средства визуального редактирования, конверторы из разных форматов в формат хранения, интерфейс для программного доступа. На уровне оперирования — конверторы в разные форматы (в общем случае не только графические). На уровне представления необходимо обеспечить отображение средствами настройки: масштабирования, перемещения, фильтрации и др.

В настоящее время спроектирован прототип графической системы инструментального портала [2]. Полностью реализована возможность работы с рисунками (создан графический редактор, интегрированный в web-интерфейс, хранение и представление осуществляются в формате SVG) и трехмерными функциональными зависимостями, заданными аналитически (создан формовой редактор, который сохраняет данные в XML-структуру, и специальный вьюер, который осуществляет построение и представление иллюстраций, а

также обеспечивает возможности настройки (вращение, масштабирование, перемещение)). Созданный прототип интегрирован в типовую модель электронного учебника, он обеспечивает все необходимые средства для создания, обработки и представления рисунков и трехмерных функциональных зависимостей.

Самодостаточность разработанной модели графической подсистемы позволяет применять ее не только при создании электронных учебных пособий, но и в составе любых ресурсов. Например, она была интегрирована в разрабатываемый специализированный форум для научной коммуникации [7].

### 3. Гуманитарные ресурсы

Другим важным направлением является создание гуманитарных ресурсов, которые включают виртуальный музей, электронные учебники по гуманитарным дисциплинам, виртуальные копии книжных памятников<sup>1</sup> [8] и т. д. Очень часто в данных ресурсах встречаются тексты, написанные с помощью церковно-славянской азбуки. Примером может служить электронный учебник “История православной культуры”, тем более это актуально для виртуальных копий книжных памятников России, где все тексты, включая пометы и маргиналии, а также тексты комментариев и другие статьи справочного аппарата, написаны на старославянском языке.

Таким образом, необходимый элемент системы — это поддержка шрифтов церковно-славянской азбуки, служащая для транслитерации различных текстов на азбуке первоисточника. Подобная поддержка должна включать возможность как просмотра, так и ввода и редактирования текстов на церковно-славянском языке через Интернет. Однако нельзя предполагать наличие столь специфических шрифтов на стороне клиента. Следовательно, их необходимо хранить на стороне сервера и передавать клиенту по сети. Для передачи шрифтов по сети Интернет была использована технология Embedded OpenType решения фирмы Microsoft [9]. С помощью программного продукта “Microsoft Weft” шрифт кодируется из ttf-файлов в eot-файл, затем заносится в базу данных, а далее все обращения к нему происходят с помощью CSS. Для редактирования церковно-славянских текстов удаленно через Интернет разрабатывается специальный редактор на языке JavaScript.

### 4. Построение однофункциональных ресурсов

Инструментальный портал позволяет создавать и использовать различные типовые модели ресурсов [1]. В настоящее время разрабатываются типовые модели электронного учебника [1], тестовой системы, виртуального музея, виртуальной копии книжных памятников, форума [7] и др. Каждая типовая модель имеет ряд особенностей, связанных с областью знаний, в которой они используются. Так, в модель электронного учебника включена поддержка математических формул и научной графики, а модель виртуального музея поддерживает шрифты старославянской азбуки.

Таким образом, автор, работающий с инструментальным порталом, имеет мощный инструментарий, позволяющий создавать ресурсы, вполне удовлетворяющие его требованиям. Однако ресурсы научного и образовательного характера имеют тенденцию разви-

---

<sup>1</sup>Специальная информационная система, объединяющая полистные оцифрованные изображения памятника с его детальным научным описанием и широким справочным аппаратом в развитое единое гипермедиапространство книги.

ваться в течение всего своего жизненного цикла. Автору может потребоваться изменить или добавить некоторую функциональность в модель своего ресурса, да и разработчики типовых моделей довольно часто находят это необходимым. Такие изменения могут приводить к существенному изменению структуры модели, а внесение этих изменений в уже существующие ресурсы требует больших трудозатрат. Следовательно, возникает необходимость в средствах, позволяющих после каждого изменения типовой модели перенести эти изменения на все ресурсы, использующие эту модель.

В рамках работы над информационным порталом предложен подход для решения этих проблем, основанный на создании некоторых заготовок для построения модели ресурса, содержащих в себе и структуру типовой модели, и интерфейс для работы с ней [10]. Средства оперирования такими заготовками позволяют организовать их многократное использование, существенно снижая трудоемкость поддержки работающих ресурсов. В эти средства входят:

- специальный XML-формат для хранения заготовок типовых моделей;
- средство создания заготовок на основе экспорта из ресурсов;
- средство замены предыдущей версии модели или части модели уже существующего ресурса на новую с сохранением всех имеющихся в нем данных.

## 5. Построение многофункциональных ресурсов

Одна из основных задач информационного портала — предоставление автору ресурса, полностью удовлетворяющего его требованиям. Часто эти требования выходят за рамки одной типовой модели, существующей в портале, сочетая в себе функциональности сразу нескольких типовых моделей. Например, может потребоваться подключить тестовую систему к электронному учебнику. Необходим инструмент, позволяющий получить такой ресурс с минимальными трудозатратами (например, ресурс автоматически строится после ответа автора на некоторый список вопросов).

Замечено, что многие информационные блоки в различных ресурсах часто повторяются. Например, список авторов в типовой модели электронного учебника и тестовой системы. Такие информационные блоки служат основой для создания библиотеки пакетов (частей типовой модели, отвечающих за конкретную функциональность). Имея такую библиотеку, можно собирать новые ресурсы, используя информацию о существующих пакетах и их возможных взаимодействиях, вносимую разработчиком.

Задача сборки ресурса из таких пакетов в общем случае достаточно сложная. Действительно, заранее неизвестно, какой пакет к какому будет присоединен. Это накладывает ряд правил на описание пакета. Во-первых, на этапе создания пакетов следует учитывать, что к нему могут быть подключены другие пакеты. Если предполагается, что к пакету может быть что-то подключено, в шаблонах пакета необходимо сначала получать список подключенных к нему сущностей, а затем производить соответствующие действия. Во-вторых, необходимо четко отслеживать возможные взаимосвязи между пакетами. Типовая модель состоит из классов (сущностей) и связей между ними. Пакет в свою очередь состоит из классов и связей. Сборка пакетов заключается в установке внешних взаимодействий между классами пакетов. Все взаимосвязи можно разделить на несколько различных типов, характеризующихся схожей функциональностью. Например, связи, отвечающие за включение рисунка в текст главы, принадлежат к типу “иллюстрация”, а связи, отвечающие за проведение гиперссылки из текста главы к термину, — к типу “справочный

материал”. Таким образом, каждый класс пакета должен содержать информацию о том, связь какого типа он может реализовывать.

Описанный подход в значительной мере снижает трудозатраты разработчиков при внесении изменений в типовые модели и разработке новых ресурсов, включающих функциональности нескольких типовых моделей.

## Заключение

В Мультимедиацентре НГУ построен инструментальный портал создания и поддержки ресурсов учебного, научного и культурного назначения, позволяющий строить ресурсы любой функциональности гуманитарного и естественно-научного направления. В рамках портала решен ряд вопросов по отображению и редактированию формул, научной графики, шрифтов старославянской азбуки.

В настоящее время ведется работа по созданию библиотеки пакетов, отвечающих за отдельную функциональность и средства сборки ресурсов.

## Список литературы

- [1] БАЯНДИНА З.В., КАЗАКОВ В.Г. Построение и использование электронных ресурсов на основе инструментального портала: подход типовых моделей данных // Вычисл. технологии. 2005. Т. 10. Спецвыпуск. С. 23–28.
- [2] <http://i-portal.nsu.ru> — Инструментальный портал.
- [3] <http://www.w3.org/Math/> — сайт W3C, посвященный MathML.
- [4] КАЗАКОВ В.В. Разработка редактора форматированных данных как компоненты Web-интерфейса информационных систем // Тез. докл. XIII Междунар. студенческой школы-семинара “Новые информационные технологии”. Крым, Судак, 2004. С. 335–338.
- [5] <http://www.w3.org/Graphics/SVG/> — сайт W3C, посвященный SVG.
- [6] ПОЖИДАЕВА Н.П. Система научной графики для инструментальных сред разработки электронных средств обучения на основе SVG стандарта // Тез. докл. XIII Междунар. студенческой школы-семинара “Новые информационные технологии”. Крым, Судак, 2004. С. 130–133.
- [7] САЛМИНА О.И. Специализированный форум для коммуникации в науке и образовании // Там же. 2005. С. 249–351.
- [8] АНИКЕЕВА А.В., КАЗАКОВ В.Г., ПАНИНА Н.Л. Виртуальные копии книжных памятников // Докл. VI Междунар. конф. EVA-2003 “Сохранение цифрового наследия”, Москва, 1–5 декабря 2003.
- [9] <http://www.microsoft.com/typography/web/embedding/weft3/default.htm>
- [10] БЯНКИН Е.А. Средства построения и модификации концептуальных моделей LCMS систем, основанных на базах данных // Тез. докл. XIII Междунар. студенческой школы-семинара “Новые информационные технологии”. Крым, Судак, 2005. С. 221–223.

*Поступила в редакцию 29 сентября 2006 г.*