

## РЕАЛИЗАЦИЯ ПОРТАЛОВ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ НА ОСНОВЕ CASE-ТЕХНОЛОГИИ METAS

Людмила Лядова, Алексей Урезалов, Андрей Хлызов

**Аннотация:** Представлен подход к созданию программного обеспечения, предназначенного для создания порталов дистанционного обучения, интегрированных с информационными системами поддержки образовательного процесса и управления образовательными учреждениями. Разработка основана на CASE-технологии METAS, ориентированной на создание адаптируемых распределенных информационных систем. Возможности этой технологии обеспечивают динамическую настройку структуры портала и расширение его функциональности.

**Keywords:** портал, образовательный портал, дистанционное обучение, тестирование, информационная система, CASE-технология.

**ACM Classification Keywords:** D.2 Software Engineering: D.2.2 Design Tools and Techniques – Computer-aided software engineering (CASE); H.3 Information Storage and Retrieval: H.3.5 Online Information Services – Web-based services; K.3 Computers and Education: K.3.1 Computer Uses in Education – Distance learning.

---

### Введение

За последнее десятилетие в связи с широким распространением Internet у его пользователей появилась возможность быстрого и легкого доступа к информации. Как известно, спрос рождает предложение, и в связи с ростом потребностей пользователей в информации появилось множество Internet-ресурсов. Это касается и образовательных ресурсов. Появилось много образовательных порталов, таких как Федеральный портал «Российское образование» ([www.edu.ru](http://www.edu.ru)), Российский образовательный портал ([www.educentral.ru](http://www.educentral.ru)) и др. Кроме федеральных порталов, следует также упомянуть и о порталах образовательных учреждений, которые, несомненно, приобрели в последнее время очень важную роль в системе образования. Это касается не только доставки важной и оперативной информации для учеников, студентов и преподавателей этих учреждений, но также возможности регистрации и работы с их ресурсами сторонних пользователей. Особо следует отметить поддержку многими университетами возможности дистанционного обучения. В рамках данной работы представлена технология, которая позволяет упростить и автоматизировать процесс создания таких порталов.

---

### Понятие и функции портала

Для повышения эффективности работы учреждений образования необходимо реализовать определенную технологическую схему решения задач создания единого информационного пространства отрасли, гибкой среды с возможностью организации удаленных рабочих мест для сотрудников и преподавателей, учащихся и студентов, с которых они могли бы не только получить доступ к информационным ресурсам, но и выполнять типовые операции, связанные с их повседневной деятельностью. Эти задачи решаются в рамках создания Web-порталов, обеспечивающих единый механизм доступа к внутренним и внешним ресурсам организаций через Internet.

Портал обеспечивает интеграцию приложений и данных и доступ к ним пользователей через единый интерфейс в соответствии с установленными для них правилами; персонализацию рабочего пространства; публикацию, распространение и представление информации; категоризацию данных,

---

---

*полноту и релевантность поиска информации; управление бизнес-процессами и коллективную работу; обратную связь и развитие.*

Одна из основных функций портала, отличающих его от «традиционного» Web-сайта, – интеграция данных, получаемых из различных источников, и приложений, автоматизирующих типовые операции, выполняемые пользователями, через Web-интерфейс. Нетривиальной задачей является также и обеспечение «обратной связи», возможности развития портала, его адаптации к потребностям его пользователей и меняющимся условиям. Решение этих задач требует реализации соответствующих механизмов, в частности, обеспечивающих реструктуризацию данных и настройку пользовательского интерфейса, расширение функциональности и возможность интеграции с внешними системами. Данная статья посвящена описанию предлагаемой авторами технологии создания порталов, удовлетворяющих перечисленным требованиям.

---

## **Используемые стандарты и технологии**

---

### ***CASE-технология METAS***

Представленная работа основывается на CASE-технологии METAS, которая обеспечивает разработчиков информационных систем (ИС) средствами реструктуризации данных, генерации и настройки интерфейса, подключения компонентов, созданных сторонними разработчиками, а также средствами репортинга, управления бизнес-процессами и защиты [1].

Системы, созданные с помощью METAS, основаны на *интерпретации многоуровневых метаданных*, описывающих модель предметной области (данные, размещенные в базе данных ИС, их структуру и операции, связанные с их обработкой). Модель данных на *логическом уровне* позволяет пользователю оперировать данными в терминах сущностей предметной области. Модель логического уровня отображается на *физический уровень*, на котором определяется представление данных в терминах таблиц в базе данных (БД) системы. *Средства реструктуризации* позволяют динамически изменять модель данных БД ИС. *Пользовательский интерфейс* (главное окно и дерево проводника объектов, предназначенное для навигации по объектам предметной области в соответствии с существующими между ними связями, формы ввода-редактирования данных) *генерируется автоматически* на основе описанной модели данных. Кроме того, имеется возможность *настройки интерфейса* в соответствии с потребностями пользователей. У пользователей системы имеется возможность работы с БД ИС как в стандартном Windows-интерфейсе, так и через Web-интерфейс. Средства репортинга позволяют создавать и выполнять запросы к БД и разрабатывать шаблоны документов, генерируемых в системе. В базу данных ИС можно также поместить и документы, получаемые из различных источников в различных форматах. Функциональность ИС расширяется также за счет средств *подключения новых компонентов* (элементов управления и бизнес-операций), которые могут быть созданы сторонними разработчиками в ходе эксплуатации системы, и средств управления бизнес-процессами.

### ***Стандарт IMS Q&TI***

Средства контроля знаний являются одними из наиболее важных компонентов любой системы, используемой для поддержки образовательного процесса. Тестирование – один из традиционных способов контроля знаний. В связи с широким применением тестов в течение длительного времени накопилось много материалов, которые можно и нужно использовать снова, передавать из одной системы в другую. Поэтому необходимо стандартизировать способ представления и хранения тестов для обеспечения интероперабельности ресурсов, их совместимости с различными тестируемыми системами.

Наиболее популярным стандартом во всем мире и в России на сегодняшний день является стандарт IMS Q&TI [2, 3]. Этот стандарт принят всеми ведущими производителями систем тестирования, почти все они используют этот формат для обмена тестовыми материалами, а некоторые уже используют его для хранения тестов внутри системы. В России этот стандарт принят в качестве основного стандарта для

хранения тестов. Главной особенностью этого стандарта является отделение описания от представления материалов, поддержка иерархичности теста, подсказок, различные варианты обработки ответов, расширенный набор настроек тестирования и большое количество типов вопросов.

## Архитектура информационных систем, созданных на основе METAS

Технология METAS ориентирована на создание распределенных информационных систем, интегрирующих территориально удаленные подсистемы (домены), взаимодействующие в различных режимах на основе технологии BizTalk Server. Каждый домен представляет собой приложение, имеющее архитектуру «клиент-сервер», работающее с локальной базой данных. Для удаленных пользователей обеспечивается возможность доступа к ресурсам ИС через Web-интерфейс. Общая структура подсистемы и схемы доступа пользователей к ресурсам ИС через Web-интерфейс показана на рис. 1.

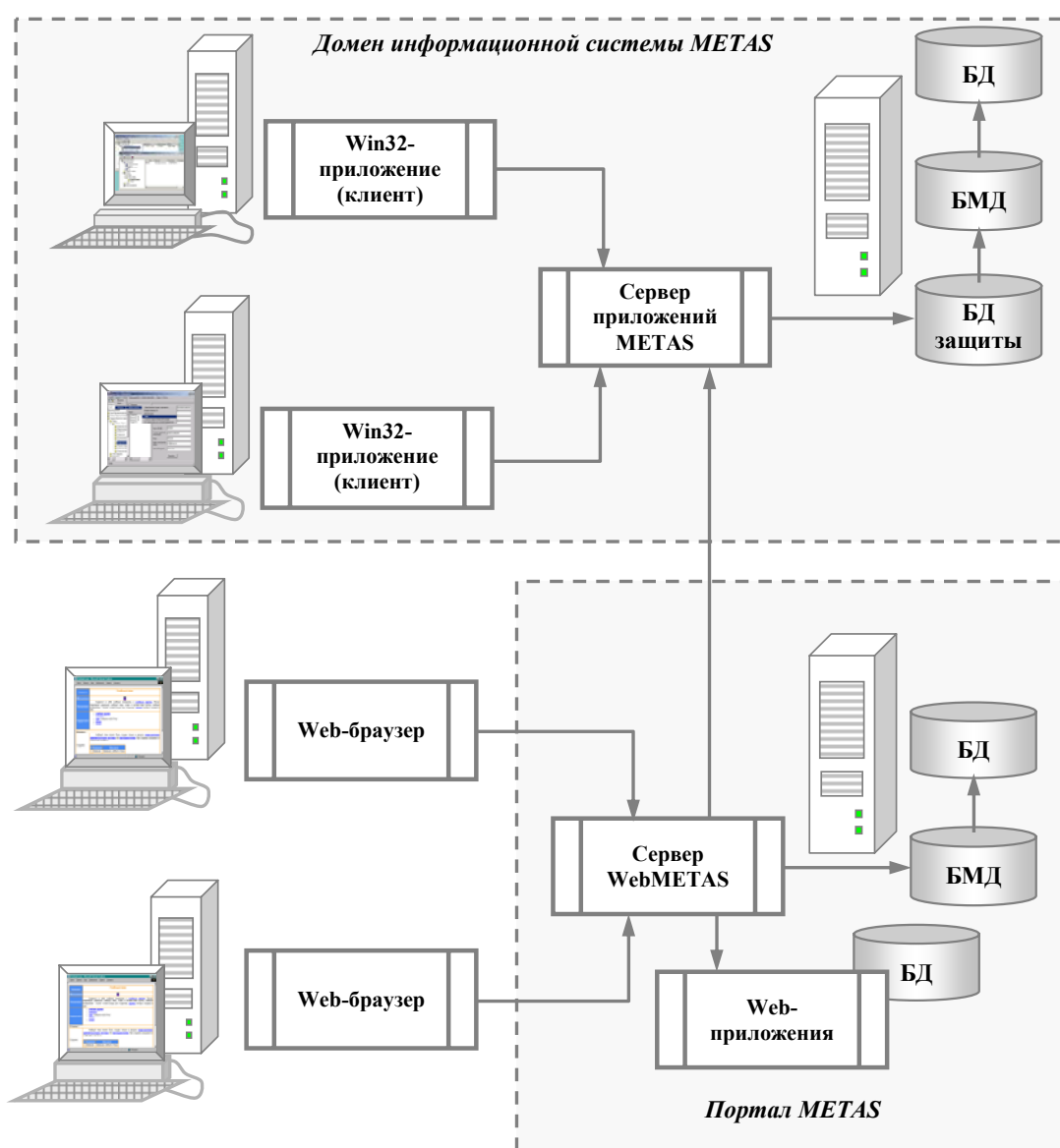


Рис. 1. Схема взаимодействия компонентов METAS

Технология METAS позволяет создавать приложения, обеспечивающие локальным пользователям

возможность работы через Windows-интерфейс, а удаленным – через Web-интерфейс. Интерфейс генерируется автоматически на основе информации, размещенной в базе метаданных (БМД) информационной системы. Особенность технологии – возможность настройки на различные реляционные СУБД, для которых имеются драйверы ODBC. Доступ к БД осуществляется на основе ADO.NET. Специально разработанное в соответствии с требованиями технологии BizTalk Server приложение позволяет организовать взаимодействие между подсистемами (доменами), передачу информации из БД одной подсистемы в другую в различных режимах и с использованием различных протоколов. При интеграции подсистем технология METAS позволяет не только передавать данные, размещенные в БД, но и тиражировать все изменения, вносимые в базу метаданных, что позволяет распространять изменения структуры данных, настроек пользовательского интерфейса и расширения функциональности. Эти возможности реализуются компонентом реплицирования CASE-системы METAS.

Разработанная архитектура позволяет интегрировать автономно функционирующие приложения, имеющие различное назначение, объединять модели, разработанные для различных предметных областей. Эти возможности являются основой для создания интегрированных информационных систем для образовательных учреждений, объединяющих приложения, предназначенные для поддержки функций управления образовательными учреждениями и учебного процесса [4].

---

### **EduMETAS – средство автоматизации создания порталов дистанционного обучения**

---

Обычно портал включает форум и модули новостей, публикации документов, ссылок, поиска, аутентификации и др. Система METAS позволяет описывать и генерировать данные модули единообразно за счет использования многоуровневой модели данных. На логическом уровне с помощью средств реструктуризации описывается предметная область в виде совокупности сущностей, представляющих объекты предметной области, их атрибутов и связей между ними. Все операции совершаются именно с объектами этого уровня. Таким образом, логический уровень позволяет абстрагироваться от структуры и особенностей хранения данных в таблицах реляционных БД. На презентационном уровне метаданных описывается интерфейс пользователя, работающего с системой, реализованной на базе технологии METAS.

В рамках данной работы рассматривается создание портала, функционирование которого основано на взаимодействии с логическим уровнем модели данных METAS. Таким образом, администратор может задать структуру портала, входящие в него модули с помощью средств реструктуризации, разработанных как Windows-приложение. На основе созданной им структуры будет генерироваться портал. Для решения этой задачи был разработан компонент, отвечающий за представление в Web-интерфейсе информации в виде форм просмотра/редактирования данных об объектах. Кроме того, реализованы функции защиты, создания и ведения учетных записей пользователей портала, групп пользователей и их прав на работу с ресурсами портала.

Использование универсальных средств настройки METAS обеспечило возможность создания Web-приложения, обладающего гибкими возможностями динамической реструктуризации портала и расширения его функциональности [5, 6]. Это обеспечивает возможность настройки портала на изменение условий и потребности пользователей во время его эксплуатации.

Информационные ресурсы портала описываются в терминах объектов предметной области. Каждый объект относится к определенному типу. Для каждого типа объекта задается набор его атрибутов, Web-представление и права пользователей на доступ к объектам данного типа.

У пользователя есть возможность совершать операции создания, изменения, удаления экземпляров объектов. Возможность доступа пользователя к объекту и совершения над ним определенных операций определяется его правами. Права пользователя на объекты могут задаваться как для группы пользователей, так и индивидуально.

---

---

Для навигации по ресурсам портала пользователю предоставляется карта сайта в виде дерева объектов портала, структура которого описывается метаданными. Каждый раздел сайта представлен соответствующим объектом в дереве объектов. При выборе вершины дерева (раздела портала) отображается либо форма редактирования объекта, либо документ. При этом редактирование информации об объекте подразумевает изменение его атрибутов. Каждый атрибут представлен некоторым элементом управления. Для атрибута задается внешний вид соответствующего ему элемента управления и описание действий при его изменении. Работа с атрибутами объекта выполняется единообразно. С другой стороны, есть возможность расширения функциональности за счет увеличения набора типов атрибутов и элементов управления для работы с ними, что обеспечивает необходимую гибкость. Например, становится возможной реализация работы со сложно организованными данными (файлами различных типов, иерархическими классификаторами и пр.). Для повышения эффективности работы пользователя на форму редактирования объекта могут быть вынесены атрибуты связанных с ним объектов, помещены ссылки на родительские и дочерние объекты.

Однако расширение функциональности возможно не только за счет введения новых типов элементов управления. Оно также осуществляется поддержкой бизнес-операций. Бизнес-операция – это нестандартная (отличная от вставки, изменения, удаления) операция над объектами, специфичная для конкретного приложения, его предметной области. Подобные операции могут создаваться сторонними разработчиками и подключаться к portalу в процессе его функционирования.

Таким образом, разработчику портала предоставляются все возможности по проектированию его структуры и наполнению, реализации необходимых для работы операций.

Ранее было сказано, что необходимой составной частью порталов дистанционного обучения является система удаленного контроля знаний, тестирования пользователей. Эти средства реализуются за счет подключения приложений, реализующих бизнес-операций над объектами, представляющими собой тесты и пользователей портала (экспертов, обучающихся и администраторов – каждая из этих ролей будет описана ниже).

Перейдем к описанию подсистемы тестирования портала дистанционного обучения EduMETAS.

---

## **Архитектура системы тестирования**

---

Система тестирования должна работать как минимум с тремя категориями пользователей:

- «Эксперт» – пользователь, который с помощью средств формирования тестов создает тест для проверки знаний учащегося в конкретной предметной области. В качестве эксперта должен выступать человек с педагогическим и практическим опытом работы в предметной области создаваемого теста (преподаватель).

- «Обучающийся» – пользователь (студент, учащийся), который осуществляет проверку знаний в конкретной предметной области. Начальные требования для обучающегося – минимальные навыки работы с компьютером через Windows- или Web-интерфейс.

- «Администратор» – человек, который производит настройку всех подсистем системы дистанционного тестирования и несет ответственность за её работоспособность (разработчик).

Для каждой из этих категорий пользователей определяются соответствующие права. Очевидно, что «эксперт» должен иметь возможность создавать тесты, редактировать и удалять их, задавать критерии оценки, просматривать и анализировать результаты тестирования. «Обучающийся» не должен иметь доступ к операциям изменения и просмотра теста, он должен только проходить тестирование, выбирая тип теста и сам тест, а также просматривать результаты. «Администратор» же должен иметь доступ ко всем данным и их описаниям в БД для поддержания системы в работоспособном состоянии.

Кроме того, для работы пользователей из каждой категории должны быть доступны разные средства: «обучающемуся» нужно только видеть вопрос теста в приемлемом для него виде и выбирать или вводить

ответы; «эксперту» нужны средства для создания теста и настройки способа отображения вопросов теста, формирования запросов на вывод результатов тестирования из БД; а «администратору» – средства контроля за работой пользователей в системе.

Согласно стандарту IMS Q&TI тест представляет собой иерархическую структуру: любой тест включает в себя секции, секции – вопросы, а вопросы содержат информацию, соответствующую данному типу вопроса. В тест могут быть включены вопросы следующих типов: «Выбор одного правильного ответа из многих», «Выбор нескольких правильных ответов», «Ввод с клавиатуры текста» (в качестве ответа должен быть введен текст), «Ввод с клавиатуры числа» (в качестве ответа должно быть введено число), «Установление соответствия» (устанавливается соответствие элементов из двух множеств), «Заполнение полей» (заполнение пропусков в тексте, вместо пропусков могут вставляться как текст, так и числа). Помимо стандартных типов вопросов, реализованных в системе, с помощью средств реструктуризации и подключения операций можно создавать новые типы вопросов, заданий.

Компонент тестирования реализован в виде системно-независимого модуля [7], который осуществляет «проигрывание» теста и проверку результатов. Этот модуль выполняет несколько различных функций, таких как подготовка данных для тестирования, проведение тестирования, проверка результатов, взаимодействие с пользователем и системой тестирования, к которой он подключен.

Система проигрывания тестов включает несколько модулей. Ее структура показана на рис. 2.

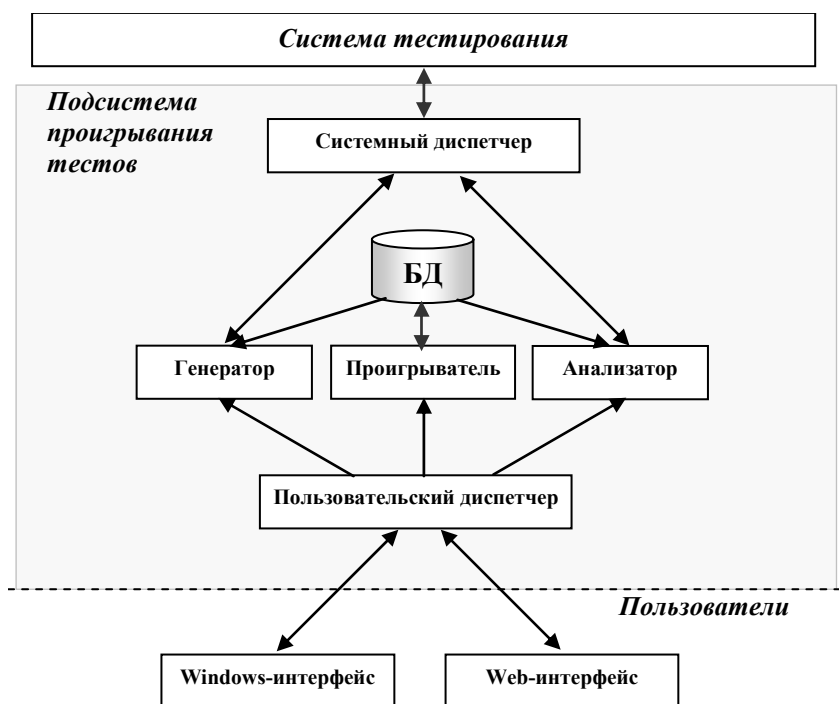


Рис. 2. Система проигрывания тестов

Система проигрывания тестов состоит из пяти основных модулей: системный диспетчер, пользовательский диспетчер, генератор, проигрыватель, анализатор. Она использует свою локальную базу данных (БД), что обеспечивает возможность интеграции с различными системами тестирования, поддерживающими стандарт IMS Q&TI. Взаимодействие осуществляется на основе XML.

Рассмотрим более подробно каждый из модулей.

Основная функция *пользовательского диспетчера* заключается в переадресации запросов от пользователя к другим модулям. Пользователь через Web- или Windows-интерфейс взаимодействует

---

---

именно с этим модулем, посылая запросы. Эти запросы должны выполняться разными модулями системы. В связи с этим пользовательский диспетчер, получив запрос на предоставление данных или выполнение операции, анализирует его и переадресует его соответствующему модулю системы, выполняющему запрошенную функцию. Диспетчер поддерживает сеанс с пользователем и, получив ответ от этого модуля, отправляет пользователю результат.

Основная функция *системного диспетчера* заключается в переадресации запросов от системы тестирования, в которую интегрирован проигрыватель тестов, к другим модулям. В зависимости от параметров запроса модуль переадресует запрос либо генератору, либо анализатору. Получив от модулей системы проигрывания тестов результат запроса, системный анализатор возвращает его в качестве ответа системе тестирования. Если выполняется запрос на результат тестирования, то системный диспетчер переадресует запрос анализатору. Если передаются данные для размещения их в БД (в формате XML), запрос переадресуется генератору.

Основная функция *генератора* заключается в том, чтобы сформировать в БД список пользователей, список и описания тестов, задать порядок вопросов для тестирования определенного пользователя. Запросы генератор получает либо от пользовательского диспетчера, либо от системного диспетчера. Команда от системного диспетчера должна содержать в качестве параметра XML-строку, которая содержит список всех пользователей, которые могут пройти тестирование, список всех тестов с вопросами, описанными согласно стандарту IMS QTI 1.01, а также соответствие пользователей и тестов, т.е. какой тест для какого пользователя доступен. Если этого соответствия нет, то считается, что все тесты доступны для всех пользователей.

Команды от пользовательского диспетчера могут быть следующих форматов:

- без параметров (в этом случае в ответ на запрос возвращается список пользователей из таблицы пользователей в БД);
- передается идентификатор пользователя (в этом случае в ответ на запрос возвращается список тестов, доступных этому пользователю);
- передается идентификатор пользователя и идентификатор теста (в этом случае считается, что пользователь выбрал тест для прохождения тестирования и для этого пользователя генерируется последовательность вопросов, исходя из типа формирования списка вопросов для выбранного теста).

Основная функция *проигрывателя* заключается в сохранении ответа пользователя на вопрос в БД и выдача ему нового вопроса. В параметрах запроса к этому модулю обязательно должны быть идентификатор пользователя и идентификатор вопроса. Кроме того, может быть задан еще один параметр – это ответ пользователя на вопрос (в формате XML). Если третьего параметра нет, то считается что это – запрос на выдачу нового вопроса. В этом случае из таблицы вопросов в БД по идентификатору вопроса извлекается текст вопроса, а из таблицы пользователей – описание пользователя, и по нему осуществляются некоторые проверки: время выполнения теста (не вышел ли за пределы временного отрезка, отведенного на тестирование), порядок ответа на вопрос (можно ли данному пользователю отвечать на вопросы в произвольном порядке) и пр. Если проверки прошли успешно, то текст нового вопроса (в формате XML) возвращается в качестве ответа на запрос диспетчеру, иначе возвращается текст, описывающий причину отказа выполнения запроса. Если же третий параметр определяет запрос на сохранение ответа пользователя на вопрос, то из таблицы пользователей извлекается описание пользователя и по нему осуществляются некоторые проверки, такие, например, как возможность повторного ответа на вопрос (т.е. исправления ранее введенного ответа) и пр. Если проверки прошли успешно, то в БД записывается значение переданного в качестве параметра в запросе ответа пользователя. В качестве ответа на запрос возвращается либо пустой XML, если запрос выполнен полностью, либо XML, описывающий причину отказа выполнения запроса, если сохранение ответа выполнить не удалось.

У анализатора две основные функции: проверка результатов тестирования и выдача результатов. От пользовательского диспетчера поступает запрос на проверку результатов тестирования. В параметрах этого запроса должен быть указан идентификатор пользователя, по которому осуществляется выборка ответов и проверка результатов этого пользователя для выбранного теста. Результаты проверки для каждого вопроса сохраняются в таблице БД. В качестве ответа на запрос анализатор возвращает количество правильных ответов или список пар «номер вопроса – результат проверки этого вопроса».

В качестве *базы данных* в настоящее время может использоваться либо Microsoft Access, либо Microsoft SQL Server (в частности, Express Edition). Результаты могут быть сохранены в формате документов Microsoft Office.

---

## Заключение

---

В статье представлен подход к разработке образовательных порталов, основанный на использовании CASE-технологии METAS создания динамически настраиваемых распределенных информационных систем и средств проведения тестирования, разработанных сотрудниками АНО «Институт компьютинга» и кафедры математического обеспечения вычислительных систем Пермского государственного университета. Эти средства позволяют создавать порталы, реализующие всю функциональность, необходимую различным категориям пользователей, за счет возможностей адаптации и расширения системы динамически, в ходе ее эксплуатации. Технология позволяет настраиваться на различные реляционные СУБД, интегрировать гетерогенные ИС. Кроме того, пользователи имеют возможность работать как с Windows-приложениями, так и использовать возможности Internet, получая доступ к ресурсам портала через Web-интерфейс.

---

## Библиографический список

---

- [1] Лядова Л.Н., Рыжков С.А. CASE-технология METAS // Математика программных систем: Межвуз. сб. науч. тр. / Перм. ун-т. Пермь, 2003. С. 4-19.
- [2] IMS (IMS Global Learning Consortium) – американский проект: [Электронный ресурс] <<http://www.imsproject.org>>.
- [3] Формат IMS Q&TI: [Электронный ресурс] <http://www.imsproject.org/question>.
- [4] Лядова Л.Н. Архитектура информационной системы «Образование Пермской области» // Математика программных систем: Межвуз. сб. науч. тр. / Перм. ун-т. Пермь, 2002. С. 25-35.
- [5] Рыжкова Е.А., Хлызов А.В. Реализация удаленного доступа к ресурсам информационной системы «Образование Пермской области» // Информатика в школе: Тезисы докладов X юбилейной областной научно-методической конференции 9-10 января 2006 г. «Рождественские чтения» / Перм. ун-т. Пермь, 2006. С.86-88.
- [6] Хлызов А.В. Разработка средств создания порталов с использованием многоуровневых метаданных // Технологии Microsoft в теории и практике программирования: Тез. докл. конференции-конкурса / Нижегородский ун-т. Нижний Новгород, 2006. С.310-313.
- [7] Урезалов А.В. Разработка средств тестового контроля на основе CASE-технологии METAS // Технологии Microsoft в теории и практике программирования: Тез. докл. Конференции-конкурса / Нижегородский ун-т. Нижний Новгород, 2006. С.303-306.

---

## Сведения об авторах

---

**Людмила Лядова** – Пермский государственный университет, заведующий кафедрой математического обеспечения вычислительных систем; Россия, г. Пермь, 614990, ул. Букирева, 15; e-mail: [cs-psu@mail.ru](mailto:cs-psu@mail.ru).

**Алексей Урезалов** – Пермский государственный университет, студент магистратуры кафедры математического обеспечения вычислительных систем; Россия, г. Пермь, 614990, ул. Букирева, 15; e-mail: [andrew\\_khlyzov@mail.ru](mailto:andrew_khlyzov@mail.ru).

**Андрей Хлызов** – Пермский государственный университет, ассистент кафедры математического обеспечения вычислительных систем; Россия, г. Пермь, 614990, ул. Букирева, 15; e-mail: [andrew\\_khlyzov@mail.ru](mailto:andrew_khlyzov@mail.ru).