

УДК 004.91 + 347.78.031

РУДИКОВА Л. В.

## О РАЗРАБОТКЕ УНИВЕРСАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ОБРАБОТКИ ДАННЫХ, СВЯЗАННЫХ С ЛАЗЕРНОЙ ЭКСПРЕССНОЙ ЭКСПЕРТИЗОЙ

Учреждение образования «Гродненский государственный университет имени Янки Купалы»

*Рассматриваются общие подходы к созданию универсальной Интернет-системы, предназначенной для сбора, хранения и обработки данных, связанных с лазерной экспрессной экспертизой. Система основана на клиент-серверной архитектуре, в которой пользователям доступен веб-интерфейс. С помощью предлагаемой разработки можно обрабатывать и анализировать результаты экспертизы объектов художественной ценности и сопутствующие данные.*

### Введение

Разработка универсальной Интернет-системы, которая позволяет поддерживать различные этапы, связанные с проведением лазерной экспрессной экспертизы, автоматизировать процессы хранения и поиска данных с целью их дальнейшей обработки и получения требуемых экспертных заключений, является достаточно трудоемкой и актуальной задачей. Предлагаемые результаты представляют собой расширения общей концепции и реализации Интернет-системы, предназначенной для поддержки различных этапов лазерной экспрессной экспертизы [1–3].

### Об особенностях предметной области, связанной с проведением экспертизы объектов различной природы

Оптический эмиссионный спектральный анализ (ОЭСА) является одним из наиболее распространенных методов анализа элементного состава материалов [4]. Главным достоинством ОЭСА является быстрота (экспрессность) наряду с высокой точностью и низкими пределами обнаружения, а также низкая себестоимость, простота пробоподготовки.

В научных исследованиях, связанных с экспрессной лазерной экспертизой, с одной стороны, играет обработка полученных данных снятых спектров за короткое время, их нако-

пление в базе данных и дальнейшее использование на различных этапах лазерной экспрессной экспертизы. С другой стороны, интересным представляется анализ накопленных данных: применение аналитических структурных методов может позволить найти новые знания в разрезе имеющихся опытных данных и баз отснятых спектров.

Следует отметить, что программное обеспечение, которое поддерживает те или иные работы, связанные с проведением лазерной экспрессной экспертизы, в данный момент существует, но существует необходимость в авторизованном доступе к результатам исследований, а также в комплексной и разносторонней обработке данных. В силу этого актуальным является расширение универсальной веб-системы в двух аспектах: создание хранилища с возможностью последующего анализа данных и разработка системы поддержки экспертизы объектов различной природы, в частности, объектов художественной ценности (произведения искусства, в частности, произведения живописи). Рассмотрим основные аспекты, связанные с деятельностью эксперта-исследователя.

Работа экспертов состоит в проведении комплексной экспертизы, включающей различные направления технико-технологической и предметно-ориентированной экспертизы. Экс-

перт должен предоставить результаты работы в виде заключения (отчет, расчеты и т. п.), которое должно быть достаточно полным и подробным. Заключение эксперта должно обязательно включать: наименование объекта исследования; используемые методы исследования, дату исследования; заключение об объекте исследования; данные об эксперте.

В настоящее время при проведении исследований различных объектов, материалов и веществ большую роль стали играть технико-технологические исследования, среди которых особое место занимают спектроскопические методы анализа вещества. Наиболее распространенными являются: рентгено-флуоресцентный анализ (РФА), спектроскопия комбинационного рассеяния (КР), микроскопический анализ, инфракрасная (ИК) спектроскопия поглощения, исследования в ультрафиолетовых (УФ) лучах и, в последнее время, лазерный эмиссионный спектральный микроанализ. Лазерный эмиссионный спектральный микроанализ дает возможность экспрессного определения элементного состава вещества без отбора пробы, и обладает рядом преимуществ по сравнению с указанными выше. Так, лазерный эмиссионный спектральный микроанализ позволяет анализировать элементный состав, как твердых веществ, так и жидкостей, а также дает возможность локального, поверхностного и послойного определения элементов, что позволяет изучать однородность материалов и распределение элементов. Существуют и ограничения, связанные с матричными эффектами, влиянием окружающей среды, однако постоянно развивающиеся лазерные технологии позволяют свести их к минимуму.

Лазерная технологическая экспертиза является для абсолютного большинства физико-химических лабораторий, учреждений и музеев новой и пока остается недоступной для массового использования. Лазерная атомно-эмиссионная спектроскопия может применяться в качестве экспресс метода определения элементного состава художественных материалов, и во многих случаях является достаточной, чтобы выявить подделку. Следует отметить, что на современном инструментально-методическом уровне лазерный спектральный микроанализ является эффективным и перспективным методом материаловедческой экс-

пертизы, прежде всего, историко-художественных ценностей.

Следует отметить, что вся работа эксперта по подготовке и составлению отчета требует длительного времени и мало автоматизирована. Кроме того, отсутствует также и программное обеспечение, позволяющее, получить необходимую информацию по объектам исследований и заключениям экспертов.

### **Основные возможности системы, связанные с формированием экспертных заключений**

Отметим, прежде всего, что предлагаемая универсальная система предназначена для поддержки различных этапов, связанных с проведением всех этапов лазерной экспрессной экспертизы: визуализацией полученных спектров, сохранением их в базе данных, работой с различными библиотеками спектральных линий и т. д. Кроме того, возможно расширение системы за счет соответствующих модулей обработки данных, баз данных опытных исследований, эталонных образцов, модулей OLAP-средств и т. п. В целом, система может быть использована для подготовки итоговых заключений экспертов при исследованиях технологических изделий, историко-художественных ценностей, объектов окружающей среды, биоструктур, а также для проведения анализа имеющихся данных (в случае разработки хранилища данных и использования соответствующих методов OLAP и Data Mining).

Итак, предлагаемая универсальная система направлена на использование через веб-браузер, носит модульный характер и является расширяемой. Применительно к данной системе, следует отметить следующие особенности. Система также должна хранить расширенные данные об объекте исследования, его характеристиках, а также материалах, используемых при его создании.

На рисунке 1 представлена диаграмма вариантов использования, которая отражает необходимые функции для поддержки работы с системой эксперта-исследователя: добавление и модификация данных, связанных с объектом исследования и проведением экспертиз, выбор методики исследования, подготовка различного плана отчетов, аналитических сводок и итогового документа проведенной экс-

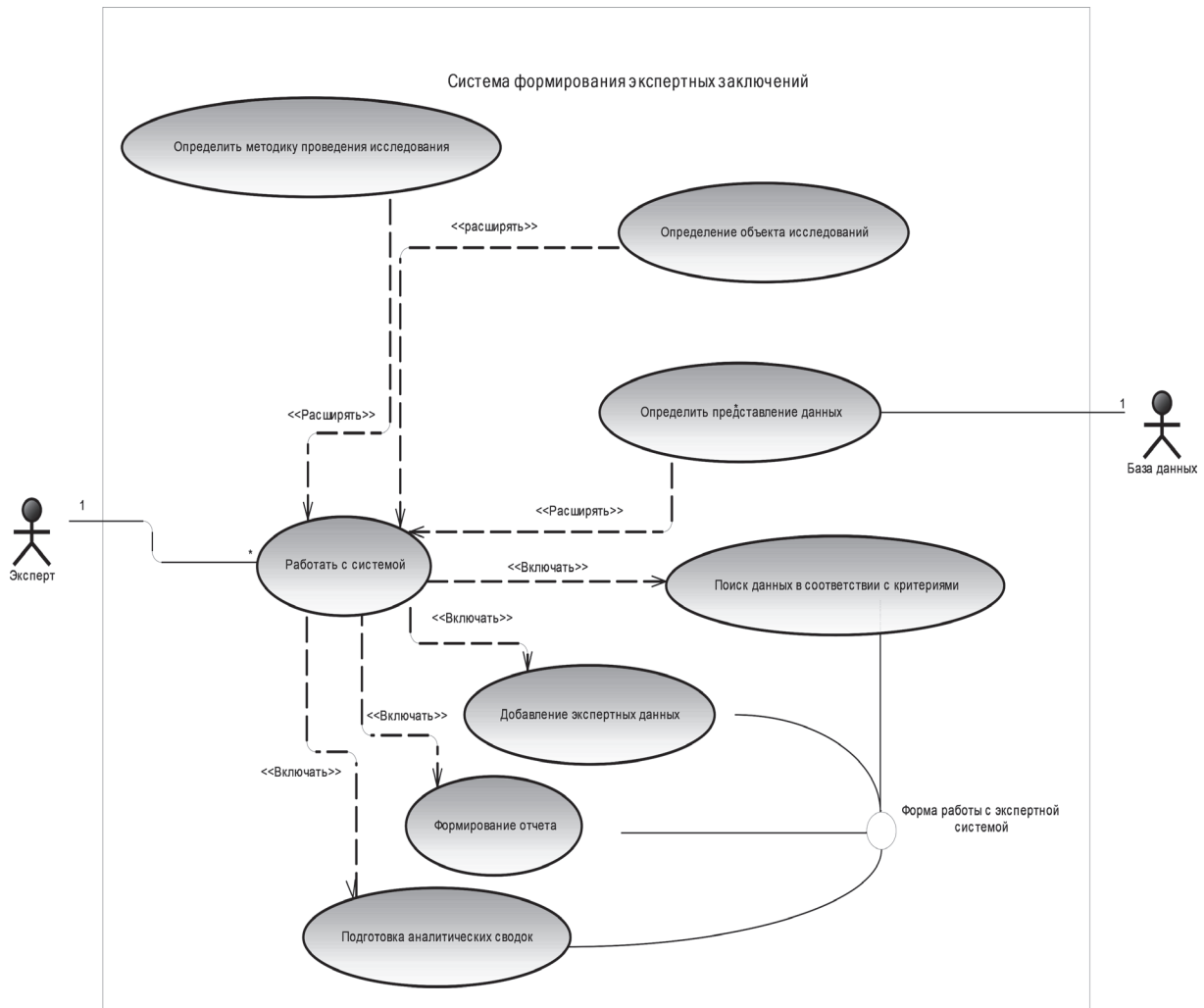


Рисунок 1. - Диаграмма вариантов использования для эксперта-исследователя

пертизы, поиск данных, включая сложные условия поиска, а также возможность определения структуры данных, которые будут добавляться в базу данных.

При подготовке итогового документа эксперту обязательно необходимо уточнить следующие аспекты: вид и тип объекта, название, размеры, принадлежность к типу, состав, дата создания и др. С учетом того, что наиболее часто экспертизе подвергаются объекты живописи и объекты художественной ценности, катальным являются следующие аспекты научной экспертизы: решение вопроса об авторстве (установление, подтверждение или отклонение авторства); датировка произведения и определение школы живописи; определение иконографии произведения; решение вопроса об оригинальности или вторичности работы; разграничение по типу вторичности (копия, авторское или соавторское повторение, принадлежность

к мастерской, кругу, школе либо последователю мастера, имитация, подделка, стилизация); определение состояния сохранности и определение художественного уровня произведения.

### О модели данных для предметной области художественных экспертиз

Для получения модели данных используется структурная методология и общие принципы концептуального проектирования. Выделяются сущности системы, определяются ограничения на данные, ограничения целостности и пользовательские ограничения.

На данном этапе уточнены основные сущности уже существующей универсальной системы, поддерживающей отдельные аспекты лазерной экспрессной экспертизы, а также разработаны отдельные фрагменты, связанные с проведением экспертных заключений и произведениями художественной ценности.

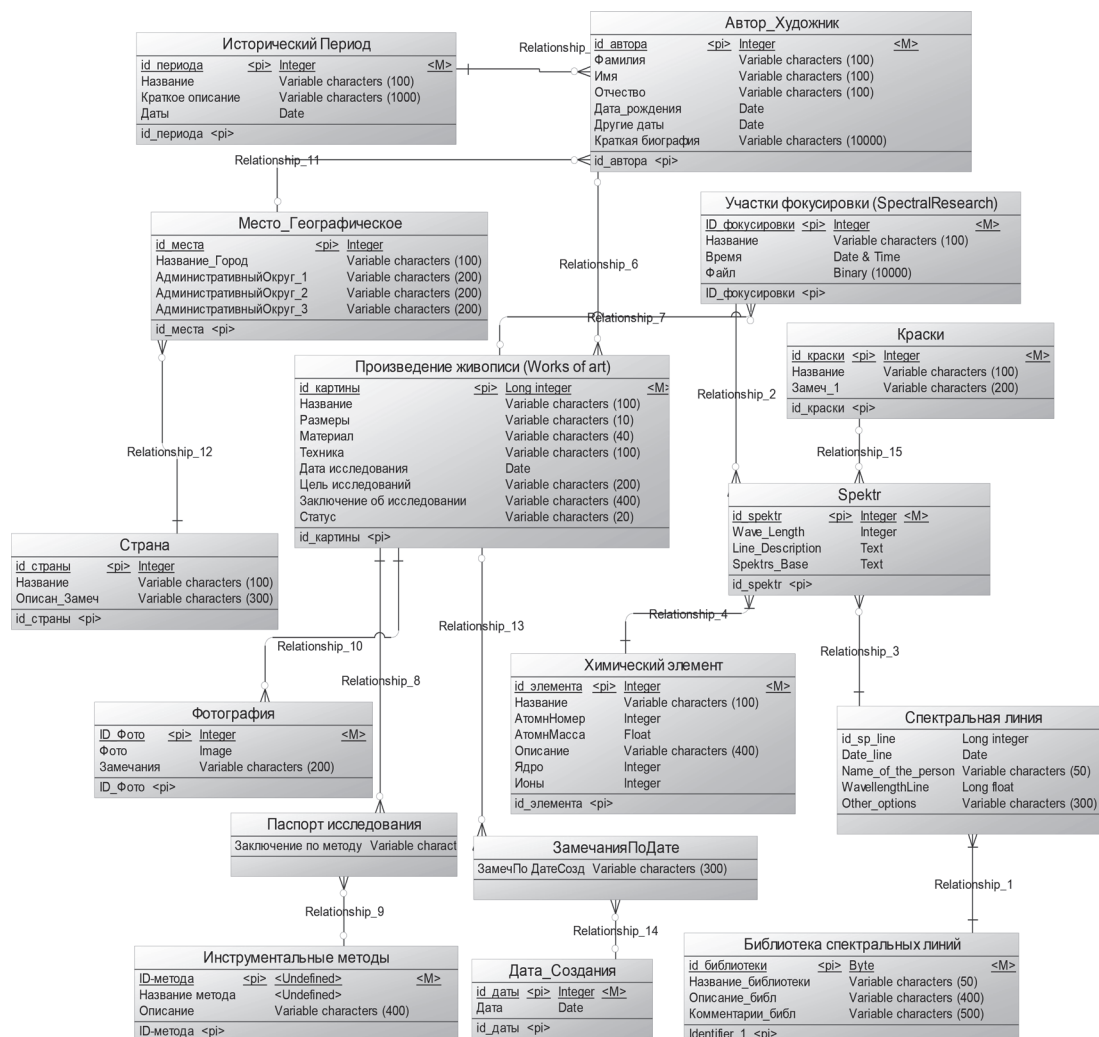


Рисунок 2. - Фрагмент концептуальной модель данных, связанный с исследованием объектов художественной ценности

Следует отметить, что система предполагает поддержку проведения количественного и качественного спектрального анализа различных элементов. Для автоматизации процесса поиска и сопоставления характеристик элементов предусматривается, во-первых, наполнение библиотеки имеющимися базами линий (со всеми необходимыми характеристиками) с указанием учреждения их регистрации, а также, возможностью будущего пополнения за счет новых регистраций и исследований.

Так, прежде всего, в системе учитывается информация следующего плана: об элементе, длинах волн, источнике возбуждения, интенсивности линии в зависимости от источника возбуждения, потенциале ионизации, наличии самообращения линий, принадлежности спектру нейтрального атома или иона. Также, хранится информацию о месте регистрации кон-

кретного спектра и отдельных свойств, дате регистрации, экспериментаторах и некоторой другой информации. Все это будет способствовать оптимизации работ при проведении спектрального анализа.

Фрагмент концептуальной модели данных, выполненной средствами Power Designer, для хранения данных об объектах художественной ценности и экспертизах, представлен на рисунке 2.

### Об общей архитектуре универсальной системы обработки данных, связанных с лазерной экспрессной экспертизой

Общая архитектура реализации системы представлена на рисунке 3. Система представляется в виде трех уровней, имеющих минимальные связи между собой: база данных; сер-

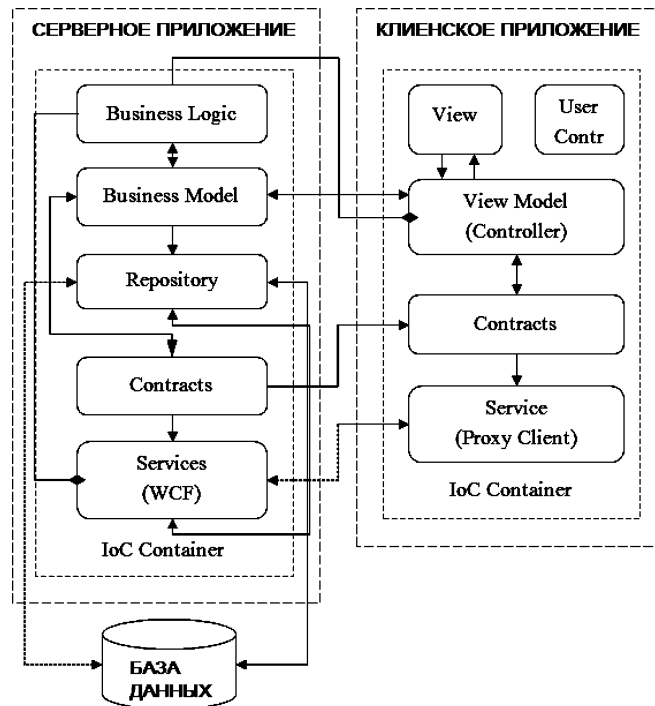


Рисунок 3. - Общая архитектура реализации

верное приложение и пользовательское приложение.

**База данных (Database)** представляет собой отдельный сервер, на котором развернута СУБД. Уровень базы данных связан с сервисным проецированием бизнес-моделей на реляционные сущности базы данных с помощью репозитория (компонент Repository). Репозиторий также ответственен за работу с данными (сохранение, обновление, удаление, выборка). Основой репозитория является технология ADO. NET Entity, которая позволяет преобразовывать LINQ-запросы и другие выражения в эквивалентные SQL-запросы, а результаты выполнения запросов к объектам бизнес-сущностей.

**Сервисное приложение (Back-end)** представлено WCF-сервисами. Для уменьшения зависимостей между компонентами данного уровня используется IoC-контейнер. Уровень сервисного приложения включает в себя следующие компоненты.

- Бизнес логика (Business Logic). Реализация логики по работе со спектрами, логика экспертной системы, логика работы с бизнес-сущностями и др.

- Бизнес модели (Business Model). Определены сущности, отражающие предметную область в виде объектов системы.

- Репозиторий (Repository). Реализация логики по работе с данными, формированию запросов к базе данных, проецирование бизнес-моделей на сущности БД, преобразование запросов в эквивалентные SQL-запросы и обратное преобразование результатов выполнения запросов к объектам бизнес-сущностей с использованием технологии ADO. NET Entity Framework, выбор провайдеров, в зависимости от типа базы данных.

- Контракты (Contracts). Описание операций, реализуемых сервисом.

- Сервисы (WCF Services). Реализация контрактов, предоставление конечных точек сервиса, определение протоколов, адресов, типов шифрования передачи данных и др.

**Пользовательское приложение (Front-end)** зависит от сервисного приложения в виде контрактов, реализованных сервисным приложением. Пользовательское приложение также включает компонент бизнес-моделей, для отображения информации, запрошенной у сервисного приложения. Уровень пользовательского приложения включает в себя следующие компоненты: Пользовательское представление (View); Пользовательские элементы управления (User Controls); Модель представления (View Model); Контракты (Contracts); Сервисы (Service Proxy Client).

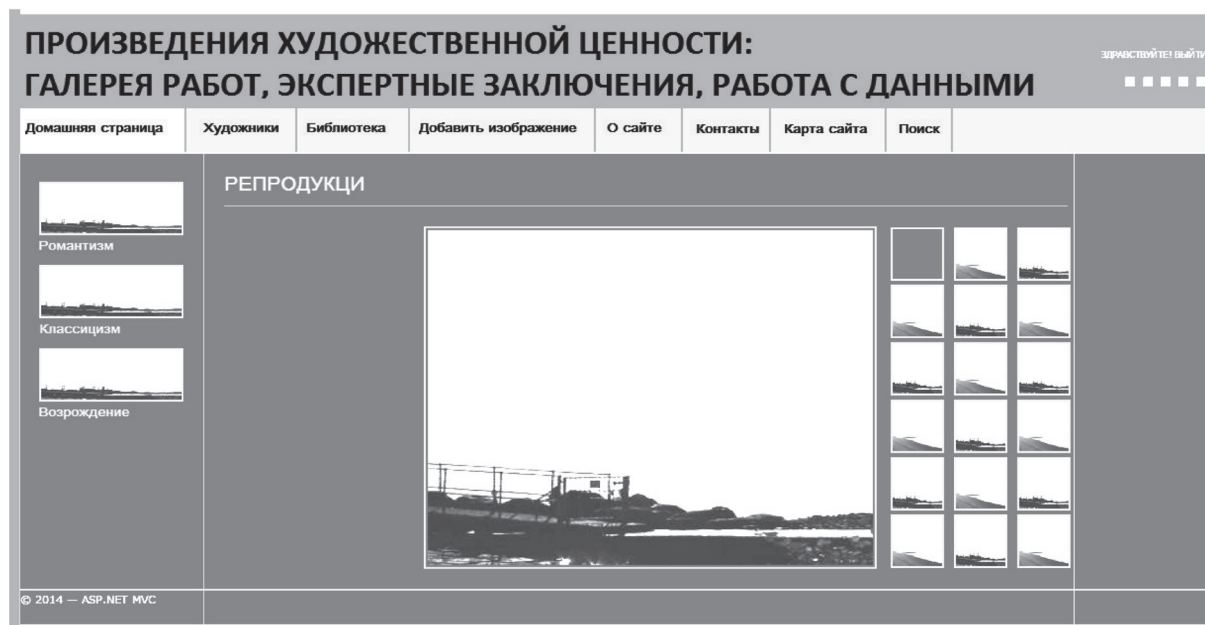


Рисунок 4. - Главная страница универсальной системы обработки данных, связанных с лазерной экспрессной экспертизой

Следует отметить, что предлагаемая универсальная система (рисунок 4) реализована с использованием следующего программного обеспечения: СУБД Microsoft SQL Server 2012 Standard; ОС Microsoft Windows 7 (Windows 8); Net Framework 4.5.

### Заключение

Разработанная система обработки данных, связанных с лазерной экспрессной экспертизой, предлагает пользователям удобный интерфейс для осуществления гибкого просмотра информации, настройки личного кабинета, выполнения необходимых операций по подготовке экспертных заключений и т. д. Предлагаемое программное обеспечение является актуальной разработкой и представляет собой веб-ресурс, который позволит собирать в единую базу данных достаточно широкий

спектр информации, связанный с проведением лазерной экспрессной экспертизы, а, в дальнейшем, проводить и анализ имеющихся данных с использованием методов Data Mining и OLAP.

Результаты работы получены в процессе выполнения ГПНИ «Разработка научно-методического обеспечения практического использования мобильных лазерных спектроаналитических систем и рентгенофлуоресцентного анализатора для экспрессной материаловедческой экспертизы в инновационных технологиях, предотвращении чрезвычайных ситуаций, экологии, криминалистике, сохранении историко-художественного наследия. Разработка и адаптация программного обеспечения для использования при проведении экспрессной материаловедческой экспертизы различных изделий и образцов.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Рудикова, Л. В. Универсальная комплексная система, поддерживающая организацию лазерной экспрессной экспертизы // Л. В. Рудикова / Доклады БГУИР. – Мн.: БГУИР, 2013. – № 3 (73) – С. 26–32.
2. Рудикова, Л. В. Разработка программного визуализатора спектров для поддержки лазерной экспрессной экспертизы // Л. В. Рудикова / Доклады БГУИР. – Мн.: БГУИР, 2014. – № 1 (79) – С. 46–52.
3. Рудикова, Л. В. О разработке системы для поддержки лазерной экспрессной экспертизы. Монография / Л. В. Рудикова. – LAP LAMBERT Academic Publishing, 2014. – 134 с.
4. Burakov, V. S. Quantitative analysis of alloys and glasses by a calibration-free method using laser-induced breakdown spectroscopy // V. S. Burakov, S. N. Raikov / Spectrochimica Acta. Part B. – 2007. – V. 62. – P. 217–223.

Поступила 10.03. 15

*Rudikova L.*

## **UNIFIED DATA PROCESSING SYSTEM DEVELOPMENT FOR AN EXPRESS LASER EXAMINATION**

*The article describes general approach to the creation of an universal Internet-system, which is designed for the collection, storage and processing of data, which related with an express laser examination. The system is based on client-server architecture. The user interface is implemented as a web-page. The system allows storing and processing results of examination of works of art and related data.*