

# Использование грид-инфраструктуры как распределенного отказоустойчивого хранилища данных для веб-сервисов

Слюсар Е.А.<sup>1</sup>, Волжева М.В.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Киевский национальный университет имени Тараса Шевченко, ул. Владимирская 60, Киев, Украина

<sup>2</sup>Институт проблем математических машин и систем НАН Украины, просп. Академика Глушкова 40,  
Киев, Украина

slu@grid.org.ua, charis@immsp.kiev.ua

Аннотация. Использование грид-инфраструктуры для надежного хранения данных для веб-сервисов на примере деперсонализированных данных медицинских исследований в рамках проекта «Медгрид».

## 1 Введение

Основной целью проекта «Медгрид» [1], разрабатываемого в рамках государственной научно-технической программы развития и внедрения грид-технологий в Украине [2], является долгосрочный сбор, хранение и интеллектуальная цифровая обработка результатов электрокардиологических обследований на территории всей Украины. Собранные данные затем предполагается использовать для проведения популяционных эпидемиологических исследований и для развития телемедицинских технологий диагностики сердечно-сосудистых заболеваний.

На текущий момент проект «Медгрид» представляет собой систему, состоящую из веб-портала (созданного с использованием технологий Java/JSP/Hibernate) и грид-хранилища виртуальной организации «Медгрид» (рис. 1).

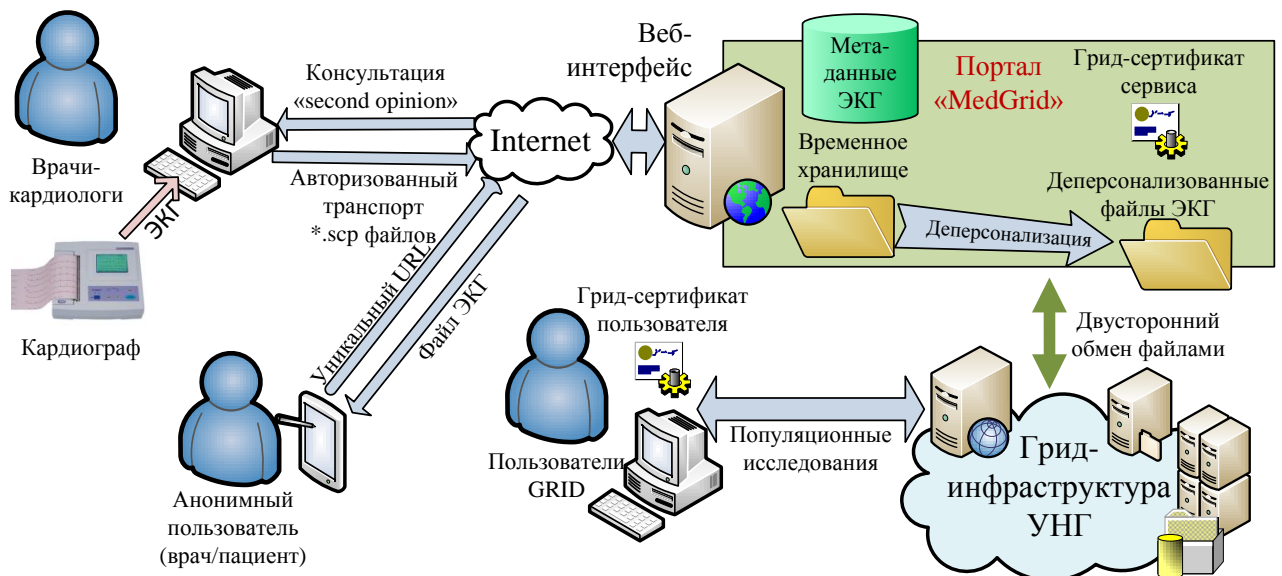


Рис. 1. Технологический замысел проекта «Медгрид»

Информационным ресурсом для системы хранения данных, в основном, являются региональные теле-медицинские кардиологические центры. От них электрокардиограммы (далее ЭКГ) в электронном виде посредством авторизованного транспортного модуля [3] поступают на веб-ресурс «Медгрид», где проводится их регистрация в метабазе, деперсонализация и последующая выгрузка в грид-хранилище. После этого ЭКГ должна стать доступной для зарегистрированных пользователей веб-ресурса и сертифицированных пользователей ВО «Медгрид».

Но использование грид-технологий подразумевает доступ к хранимым данным лишь для авторизованных сертифицированных пользователей грид-системы [4], что значительно снижает практическую ценность нашей системы для рядовых врачей и их пациентов, не прошедших сертификации в качестве грид-пользователей.

Поэтому нами была поставлена и решена задача расширения возможностей системы «Медгрид» служебным сервисом работы с хранилищем Грида ВО «Медгрид» таким образом, чтобы зарегистрированные пользователи портала даже не подозревали, что работают с грид-инфраструктурой.

## 2 Обмен данными между веб-сервисами и грид-средой

Для доступа к ресурсам хранения данных грид-инфраструктуры необходимо использовать схемы аутентификации GSI [5] и протоколы доступа, специфичные для грид-среды. В рамках проекта был разработан сервис обмена данными с грид-средой «GW-FEX» (Grid-Web File EXchange), который предоставляет REST-подобный интерфейс для взаимодействия с веб-сервисами без использования протоколов грид. Интерфейс использует стандартные веб-технологии, в основе которых лежит протокол HTTP.

Сервис спроектирован как система обработки заявок на перемещение файлов. Запросы на отправку и получение файлов из грид-инфраструктуры формируются и отправляются на сервис в виде XML-документа. В одном документе может находиться несколько запросов. В ответ возвращается XML-документ с уникальными идентификаторами для каждого запроса.

Используя идентификатор запроса, можно получить сведения о состоянии его обработки, а также детальный протокол обработки.

Для передачи данных используется протокол WebDAV [6]. В каждом запросе указывается URL к общей папке WebDAV, опционально содержащий параметры аутентификации, и имя файла относительно общей папки. В случае запроса на получение файла из грид-хранилища, в результате выполнения запроса в общую папку будет сохранен соответствующий файл.

При отправке файла в грид-инфраструктуру, он скачивается из общей папки во временный буфер на узле сервиса обмена файлами, а затем с использованием программных средств доступа к грид-среде перемещается на определенный элемент хранения данных в пределах грид-инфраструктуры. В качестве идентификатора файла в грид-инфраструктуре используются стандартные универсальные уникальные идентификаторы UUID. Этот идентификатор возвращается клиенту в составе результирующего XML-описания успешного запроса на сохранение файла и может быть использован в дальнейшем для получения этого файла из грид-инфраструктуры.

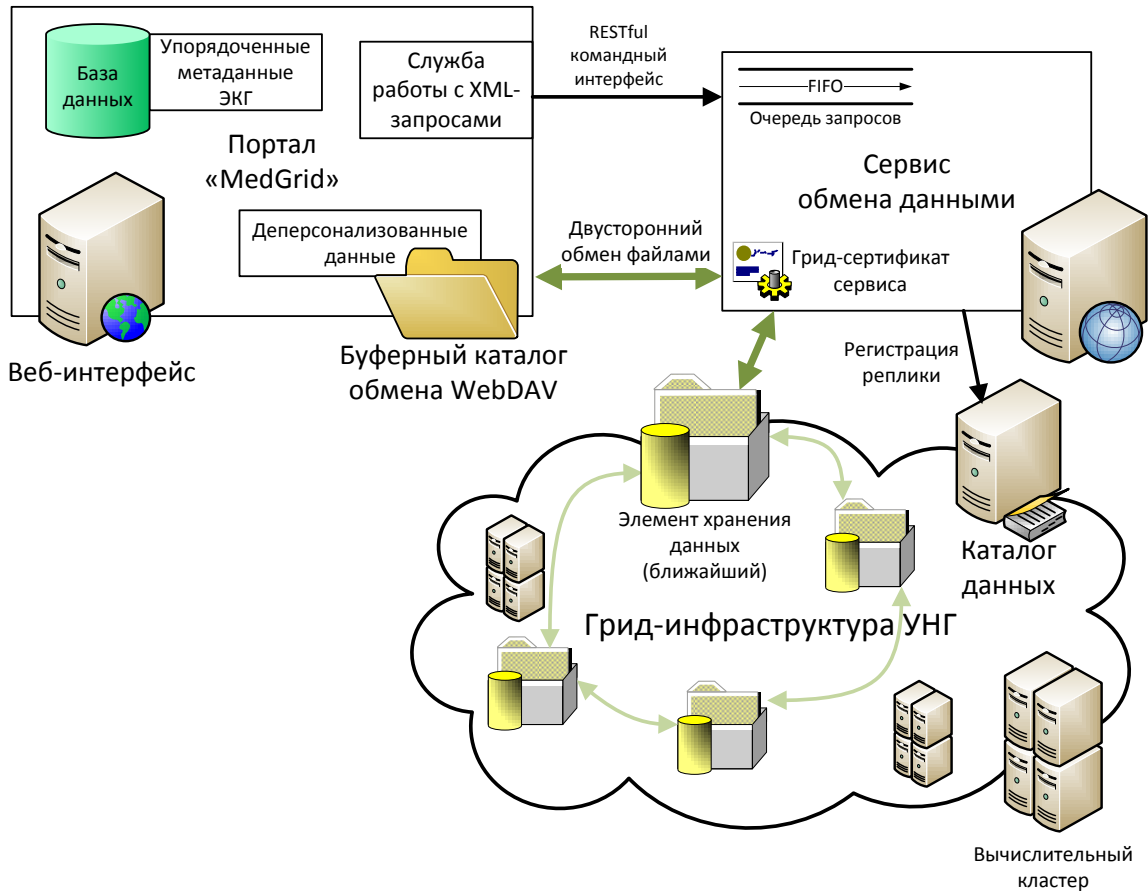
Общая схема взаимодействия сервиса обмена файлами с веб-порталом и грид-инфраструктурой показана на рис. 2.

Веб-портал был дополнен сервисом работы с XML-запросами реализованным средствами Java, который по соответствующим событиям в системе (загрузка или запрос файла ЭКГ пользователем) формирует запросы к службе обмена данными и отслеживает их исполнение. Все данные о запросах, их статусах, а также информация о погруженных в грид файлах сохраняется в метабазе портала.

XML-интерфейс сервиса обмена данными реализован средствами PHP и предоставляет своим клиентам 2 базовые операции — прием новых запросов и опрос состояния существующих. Новые запросы попадают в очередь обработки, которая реализована как набор директорий на файловой системе с блокировками для синхронизации.

Фоновый диспетчер обработки запросов производит запуск обработчиков для запросов в очереди и следит за их выполнением. Предусмотрен перезапуск обработчика в случае отказа и запуск нескольких обработчиков параллельно.

Основная задача, решаемая сервисом обмена данными при отправке файла в грид-инфраструктуру — это размещение содержимого файла на ближайшем элементе хранения данных и регистрация этого местоположения в центральном каталоге данных грид-инфраструктуры. При регистрации генерируется UUID



**Рис. 2.** Схема взаимодействия сервиса обмена файлами со сторонними агентами

для файла и связывается с логическим именем в виртуальном пространстве имен каталога данных. После завершения вышеописанных процедур, с этим файлом могут работать пользователи и сервисы грид-инфраструктуры. Например, он может выступать в качестве входных данных для вычислительных задач.

Владельцем файла в грид-инфраструктуре формально является сервис обмена данными, т.к. он обладает собственным электронным сертификатом и выполняет все необходимые операции взаимодействия с грид-сервисами, используя его для аутентификации. Поскольку сервис разрабатывался для взаимодействия с веб-порталами и не предполагает обслуживание конечных пользователей, задачи разграничения доступа к данным возлагаются на веб-портал.

Следует отметить, что одной из целей, которые преследовались при разработке сервиса GW-FEX, было сделать данные доступными в грид-инфраструктуре как можно быстрее. Потому сервис реализует загрузку файлов только на один элемент хранения данных. Для повышения надежности хранения и для обеспечения высокой доступности данных необходимо развертывание средств репликации данных внутри грид-инфраструктуры.

### 3 Высоконадежная распределенная система хранения данных на базе грид-инфраструктуры

Для виртуальных организаций, работающих с большими объемами данных, актуальной является проблема обеспечения высокой доступности данных для своих вычислений в грид-инфраструктуре и оптимизации их размещения среди элементов хранения данных для повышения скорости доступа из ближайших вычислительных кластеров. Стандартные решения, предоставляемые в составе программного обеспечения грид, не обладают достаточной гибкостью и ориентированы на узкоспециализированные сценарии применения.

С учетом особенностей использования грида разнообразием украинских ВО был разработан сервис автоматизированного размещения файлов в грид-инфраструктуре, который управляет репликацией данных без вмешательства пользователей. Сервис «RAPTOR» (Robot for Autonomous Precisely Tunable Operation of Replication) [7] был использован для управления распространением данных с веб-портала «Медгрид» между грид-хранилищами ВО «Медгрид».

После того, как файл был обработан сервисом обмена данными и загружен в грид, он попадает под действие политики репликации сервиса размещения файлов. Поскольку политики репликации применяются к логическим именам в каталоге файлов, то целесообразным является использование общей базы данных для хранения логической иерархии имен вместе с соответствующими метаданными, в состав которых входит описание политик репликации. Таким образом, сервис позволяет устанавливать разные политики репликации для разных директорий и отдельных логических имен в каталоге файлов.

В ВО «Медгрид» для данных из веб-портала применяется политика максимальной плотности размещения — файлы реплицируются на все доступные элементы хранения данных. В будущем, с ростом объемов данных, политику можно будет изменить на менее агрессивную. Сервис размещения файлов позволяет строить политики, указывая минимальное и максимальное количество копий файла в гриде. В случае отказа одной из реплик будут создаваться новые, а в случае излишней плотности размещения — удаляться.

В дальнейшем планируется разработка веб-интерфейса для управления политиками репликации, что позволит администраторам ВО более гибко управлять размещением данных пользователей.

## 4 Выводы

Система «Медгрид» была доработана таким образом, чтобы зарегистрированным пользователям веб-ресурса не приходилось предпринимать никаких дополнительных действий для получения доступа к данным веб-портала, хранящимся в грид-инфраструктуре. При этом политика доступа задается на уровне веб-портала, а сами данные попадают в Грид-хранилище под сервисным сертификатом службы обмена данными. Разработанное решение реализовано и запущено в опытную эксплуатацию, поставленная задача по упрощению работы с данным в грид-хранилище для пользователей веб-портала была решена.

Пока рано говорить о полном соответствии всем требованиям, но в случае успешного завершения опытной эксплуатации архитектура примененного решения может представлять определенный интерес для разработчиков любого другого веб-ресурса, где необходимо использование Грид-инфраструктуры в качестве высоконадежного хранилища данных.

## Список литературы

- [1] Проект «Медгрид»: <http://medgrid.immsp.kiev.ua/>.
- [2] Програма впровадження та застосування грід-технологій на 2009-2013 роки: <http://grid.nas.gov.ua/>.
- [3] Волжева М.В., Фролов Ю.Ф. Транспорт ЭКГ в формате SCP-EGG в ГРИД-хранилище портала "Medgrid" // Український журнал телемедицини та медичної телематики. - Донецьк, 2012. - т. 10, № 1. - С. 85-86.
- [4] Центр сертификации UGrid CA: <https://ca.ugrid.org/>.
- [5] A security architecture for computational grids / Ian Foster, Carl Kesselman, Gene Tsudik, Steven Tuecke // Proceedings of the 5th ACM conference on Computer and communications security. - CCS '98. - New York, NY, USA : ACM, 1998. - P. 83-92.
- [6] WebDAV — Web-based Distributed Authoring and Versioning: <http://webdav.org>
- [7] Слюсар Е.А. Автоматизированная служба репликации файлов для организации высокой доступности данных в грид-инфраструктуре // УСиМ: Управляющие системы и машины. - Киев, 2012. — № 4. — С. 63-74.