

Создание модели и прототипа информационной системы для медицинских данных

А. Адалбек, О. Жижимов

Новосибирский государственный университет
Институт вычислительных технологий СО РАН
Новосибирск, Россия
q_al@mail.ru

Аннотация В работе рассматриваются некоторые аспекты применения современных информационных технологий для поддержки медицинских услуг и исследований пациентов в лечебных учреждениях. Описаны основная модель информационной системы, алгоритмы реализации модели и прототип приложения, демонстрирующей основные функции. Основной задачей исследования является разработка прототипа медицинской информационной системы, позволяющей автоматизировать процесс обслуживания пациентов и увеличить эффективность работы лечебных учреждений. Что в свою очередь обеспечит оперативный доступ любого пользователя данной системы к информации с учетом прав доступа, зависящих от временных интервалов. Определена структура прототипа медицинской информационной системы. Даны обоснования создания медицинских информационных систем для решения разных задач, поставленных перед медицинскими учреждениями. Рассматривается вопрос о выборе средств разработки прототипа информационных систем.

Ключевые слова: информационные системы, архитектура, алгоритмы обработки данных, контроль доступа, визуализация данных

Цель настоящей работы¹ - создание модели, алгоритмов и реализация прототипа приложения, обеспечивающего разграниченный доступ к массивам данных, организованных в соответствии с заданной онтологией, на основе ролей, действующих на конечных временных интервалах. Потребность в подобной модели возникла при построении информационной системы для обработки и визуализации данных, получаемых с медицинских датчиков при обследовании пациентов. При этом под датчиком может подразумеваться любой источник данных, генерирующий информацию определенной категории в определенном формате в течении конечного интервала времени [2].

Проектируемая информационная система должна аккумулировать достаточно большой объем информации, связанный с потоками данных от

¹ Работа выполнена в рамках Интеграционного Проекта СО РАН (АААА-А18-118022190008-8) и Проекта по фундаментальным научным исследованиям (АААА-А17-117120670141-7).

датчиков, а также хранить данные о документах, мультимедийных файлах, о пользователях, пациентах, врачах и постоянных изменениях в структуре активных датчиков и доступных документах. Информационная система должна иметь возможность сбора, хранения и обновления данных, а также предоставлять различным категориям пользователей быстрый доступ к требующейся информации [3].

Информационную систему можно разделить на следующие подсистемы:

- Регистрационная подсистема – позволяющая регистрировать все происходящие события и факты.
- Медицинская подсистема (системы электронного документооборота) – позволяет хранить и передавать данные, получаемые с медицинских датчиков.
- Справочная подсистема, предоставляющая общую информацию о пользователях [1].
- Аналитическая подсистема – обрабатывает данные полученные с датчиков и представляет их в виде графиков.

Регистрационная подсистема – позволяющая регистрировать все происходящие события и факты.

Система контроля доступа к данным.

Контроль доступа — функция открытой системы, обеспечивающая технологию безопасности, которая разрешает или запрещает доступ к определённым типам данных, основанную на идентификации субъекта, которому нужен доступ, и объекта данных, являющегося целью доступа.

Основными механизмами контроля доступа являются идентификация и аутентификация.

В информационных системах, используемых сегодня, Имя пользователя и Пароль являются наиболее распространённой формой аутентификации. Имена пользователей и пароли постепенно заменяются более сложными механизмами аутентификации. После успешной идентификации и аутентификации, пользователь или система получает в своё распоряжение именно те ресурсы, к которым система или пользователь имеет право доступа, а также какие действия будут допущены к выполнению (запуск, просмотр, создание, удаление или изменение). Это называется разрешением.

Теперь рассмотрим безопасный метод регистрации и авторизации. Форум, интернет магазины, гостевые книги и т.д. используют регистрацию и последующую авторизацию пользователей. При входе на которую пользователю, если он ещё не зарегистрирован, выводится ссылка, при нажатии на него выводится форма для ввода данных, необходимых для регистрации. Если же пользователь уже зарегистрирован и авторизован на системе, перенаправим его на страницу для входа сайта так, что форму регистрации он и не увидит.

При регистрации в базе данных записываются все данные пользователя и пароль (в md5 шифровании). Для каждого из всех полей есть правила валидации. Сейчас стоит заметить лишь то, что, если пользователь введёт

некорректные данные или не введёт их вовсе, посредством JavaScript будет выведено сообщение об ошибке. При регистрации проверяется логин на уникальность и обязательно фиксируется дата регистрации и ее удаление.

Здесь используем подход управления доступом на основе ролей. При входе в систему уникальный логин пользователя записывается в сессию.

Зарегистрированному пользователю врач или администратор назначает роль. В данный момент в базе существуют четыре роли. Врач может назначить две роли: пациента и врача (Рис. 1).

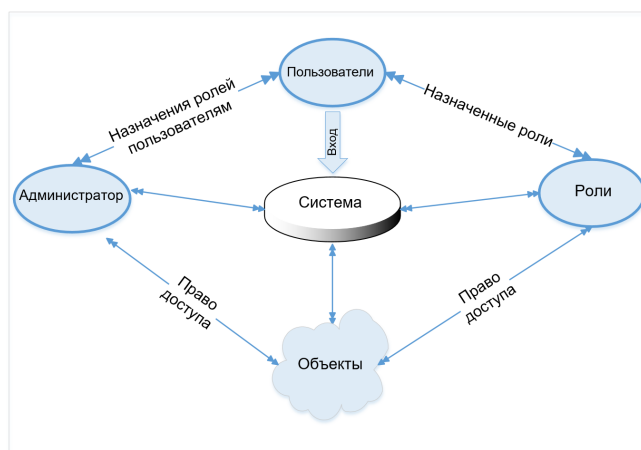


Рисунок 1. Назначения ролей

Медицинская подсистема (системы электронного документооборота) – позволяет хранить и передавать данные, получаемые с медицинских датчиков.

Данные в информационной системе (в базе данных) должны быть структурированы и организованы в соответствии с некоторой моделью, которая может адекватно отображать все возможные связи между объектами, субъектами их ролями (Рис. 2), актуальными в конечные промежутки времени.

Для начала следует описать модель. С помощью модели данных могут быть представлены объекты предметной области и взаимосвязи между ними. Наша информационная система содержит описания субъектов, объектов и ролей. В качестве субъектов будут рассматриваться пользователи информационной системы, которые прошли процедуру аутентификации. Объекты информационной системы приведены в таблице 1. Список возможных объектов может расширяться.

Каждый субъект информационной системы может играть одну или несколько ролей (см. Рис. 3).

Пояснение этих ролей приведено в Таблице 2.

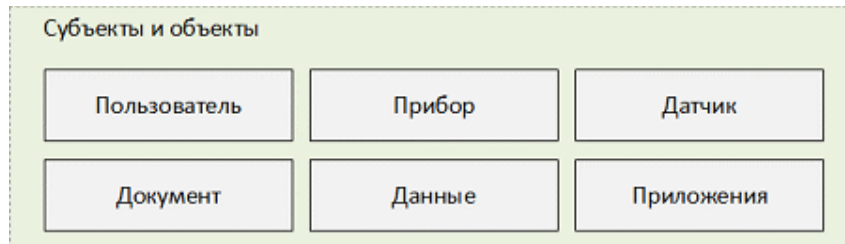


Рисунок 2. Субъекты и объекты модели

Таблица 1. Объекты информационной системы

Объект	Описание
Прибор	Группа датчиков
Датчик	Поставщик физических данных
Данные	Любые результаты, полученные с датчиков или другим способом
Приложение	Задачи, которые могут преобразовывать данные, создавая тем самым новые данные
Документ	Любые документы, порожденные внутри информационной системы. Документами являются врачебные заключения, рекомендации и пр.

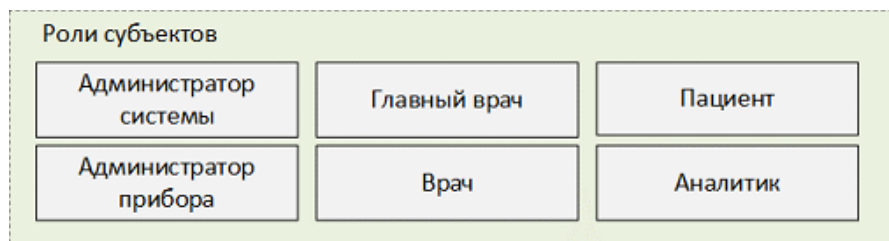


Рисунок 3. Роли субъектов

Права пользователей в информационной системе по доступу к данным должны определяться назначенными ролями и связями типа «субъект-объект». Следует обратить внимание, что назначенные роли или связи должны иметь жесткие временные рамки, например, роль врача назначается пользователю с такого-то по такой-то моменты времени, по такой же схеме должны назначаться связи между назначенными ролями, например, между ролями «врач-пациент» (см. Рис. 4).

Таблица 2. Роли субъектов информационной системы

Роль	Описание
Пользователь	Любой пользователь, прошедший процедуру аутентификации
Пациент	Пользователь, имеющий связи в приборами, врачами и т.п.
Врач	Пользователь, у которого есть привязанные к нему пациенты.
Главный врач	Пользователь, который может управлять всеми врачами и пациентами.
Администратор системы	Пользователь, который может управлять всем.
Администратор прибора	Пользователь, который может управлять прибором.
Аналитик	Пользователь, который может управлять приложениями.

Кроме упомянутых связей типа «субъект-роль» и «роль-роль» модель предполагает наличие связей «роль-объект», например, связи «пациент-прибор» или «врач-документ», а также связи «объект-объект», например, связи типа «прибор-датчик» (см. Рис.5).

Обсуждаемая модель может быть отображена на реляционную модель базы данных, представленную в виде таблиц и связей между ними (см. Рис.6.). Реляционная модель характеризуется простотой структур данных, удобным для пользователя табличным

представлением и возможностью использования формального аппарата алгебры отношений и реляционного исчисления для обработки данных.

В соответствии с описанной моделью доступ к данным (результатам измерений), например, пациента должен учитывать (см. Рис. 6):

- Связанные с пациентом приборы в требуемый интервал времени
- Связанные с приборами датчики
- Порожденные датчиками данные в требуемый интервал времени

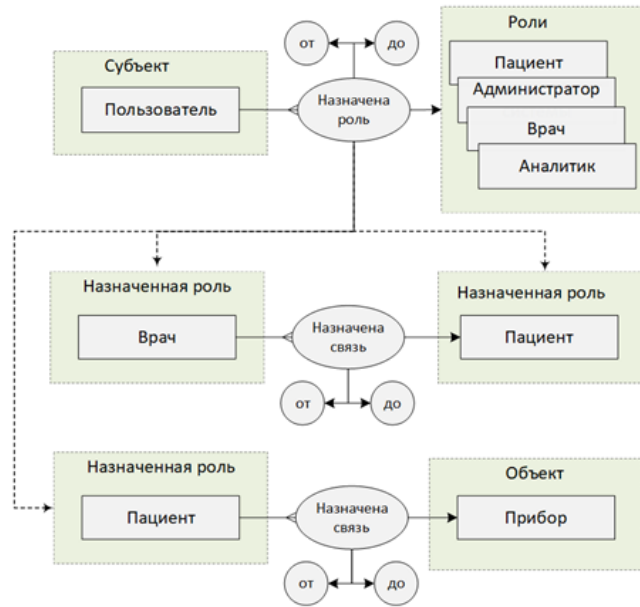


Рисунок 4. Связи «субъект-роль», «роль-роль», «роль-объект», действующие в конечные промежутки времени



Рисунок 5. Связи «объект-объект»

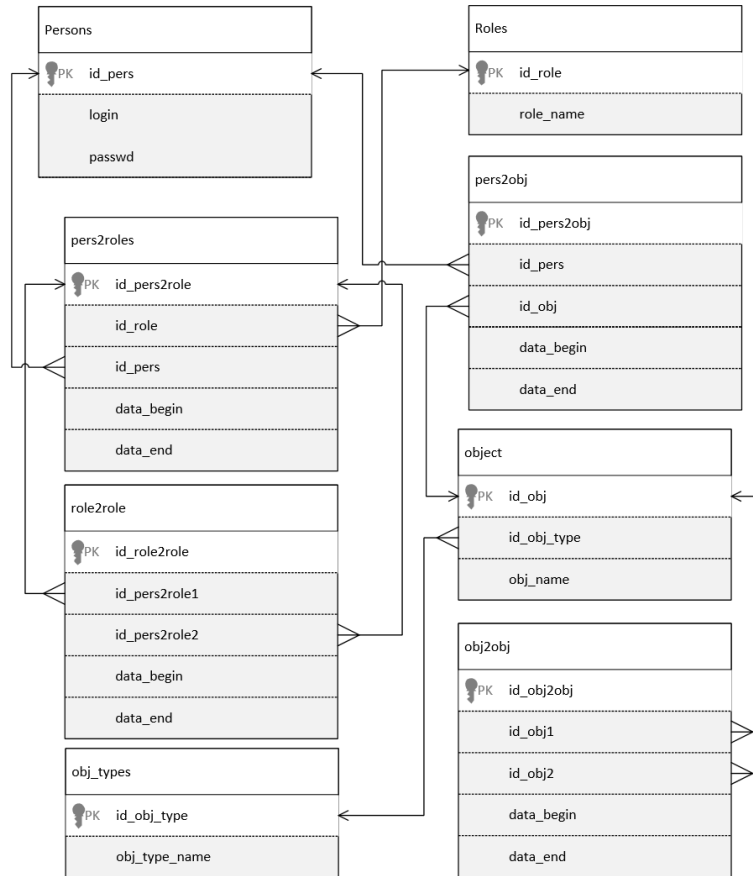


Рисунок 6. Модель базы данных (фрагмент)

Аналогично реализуется доступ и к другим объектам. При доступе к данным, отображенным на рис. 7, действуют правила, приведенные в Таблице 3.

Таблица 3. Роли и полномочия

Роль	Описание
Пользователь	Никаких прав не имеет.
Пациент	Может просматривать только объекты, связанные с ним, в перекрывающихся временных интервалах.
Врач	Может просматривать только объекты, связанные с назначенными ему пациентами, в перекрывающихся временных интервалах. Может назначать приборы своему пациенту.
Главный врач	Может просматривать только объекты, связанные со всеми пациентами, в перекрывающихся временных интервалах. Может назначать пациентов врачу.
Администратор системы	Может просматривать все объекты.
Администратор прибора	Может просматривать только объекты, связанные с назначенным ему прибором. Может назначать датчики своему прибору.

Аналитическая подсистема – обрабатывает данные полученные с датчиков и представляет их в виде графиков.

В PostgreSQL (свободная объектно-реляционная система управления базами данных) была создана реляционная база данных, состоящая из нескольких таблиц. В таблицах хранится основная информация, получаемая со специализированных медицинских датчиков (пульс, давление, и др.), а также любая информация, относящаяся к пациентам (документы в различных форматах, изображения, аудио и видео информация (см. рис.8)). Хранящаяся информация доступна через графические WEB интерфейсы в соответствии с правами пользователя.

В частности, поступающая с датчиков информация может быть представлена в том числе и в виде графиков.

Один из основной задачей является обработка и визуализация этих данных. Для этого была разработана программа в РНР, которая позволяет визуализировать информацию в виде масштабируемых графиков (см. рис.9).

Основной задачей создания прототипа ИС является обеспечение оперативного доступа к информации любому пользователю и специалисту данного учреждения с учетом прав доступа в определенном промежутке времени. Права доступа – совокупность правил, регламентирующих порядок и усло-

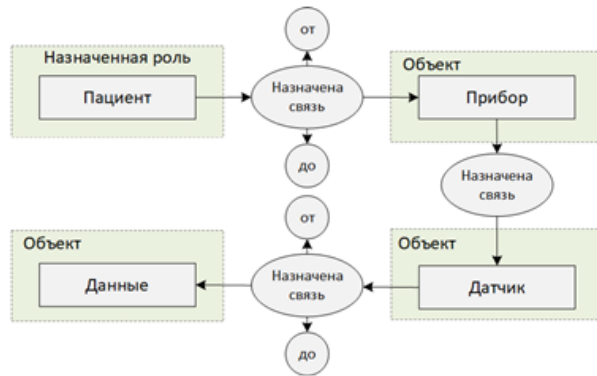


Рисунок 7. Доступ к данным пациента

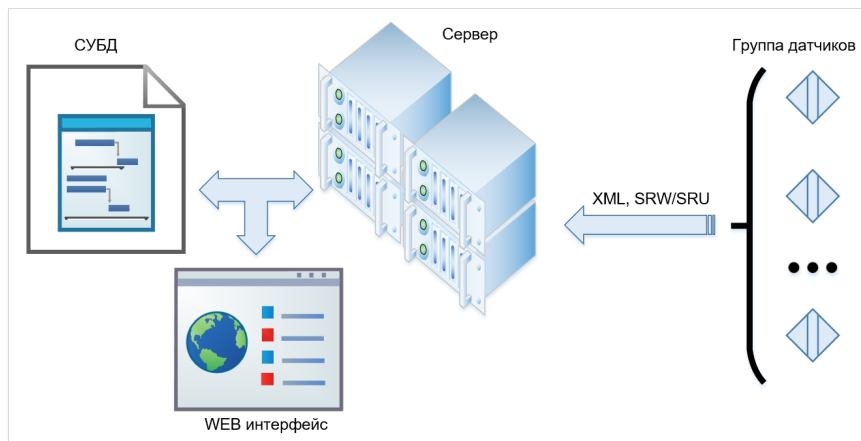


Рисунок 8. Хранения и визуализация данных

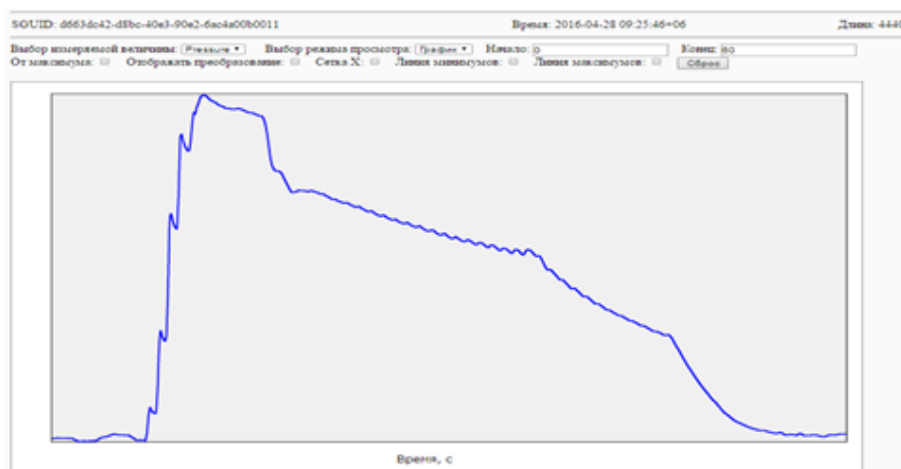


Рисунок 9. График измеряемого давления

вия доступа субъекта к объектам информационной системы, информации, носителям, процессам и другим ресурсам, установленных правовыми документами или собственником, владельцем информации. Права доступа определяют набор действий (например, просмотр, хранение, измерение), разрешенных для выполнения субъектам, пользователям системы над объектами данных.

Для эффективного решения задачи создания прототипа информационных систем необходимо комплексное рассмотрение всех упомянутых подсистем. Также следует отметить, что для создания прототипа современной ИС каждой из указанных в работе подсистем требуется проведение исследований и разработок по соответствующему направлению с учетом особенностей функциональных возможностей.

Разработка прототипа ИС ведется по заказу ИВТ СО РАН. Работы по расширению функциональных возможностей прототипа приложения продолжаются.

Список литературы

1. Гегерь Э.В. Информационные технологии в управлении качеством оказания медицинской помощи // «Современные наукоемкие технологии». – 2016. – № 2 (часть 1) – С. 9-12.
2. Адалбек А., Жижимов О.Л. Реализация модели авторизованного доступа к разнородным медицинским данным на основе конечных временных интервалов // XVI Российская конференция «Распределенные информационно - вычислительные ресурсы. Наука – цифровой экономике» (DICR-2017): Труды XVI Всероссийской конференции (4-7 декабря 2017 г.). Новосибирск / Под ред. О.Л. Жижимова, А.М. Федотова. - 2017. - Новосибирск: ИВТ СО РАН. - С.206-211. - ISBN: 978-5-905569-10-4.

3. Никульцев В.С., Стубарев В.М., Жижимов О.Л. Система мониторинга биометрических данных человека // «Индустриальные информационные системы» - ИИС-2015. Всероссийская конференция с международным участием (Новосибирск, 20-24 сентября 2015 г.): Сборник тезисов докладов / КТИ ВТ СО РАН. - 2015. - Новосибирск: КТИ ВТ СО РАН. - С.46-46.