

УДК 004.33:61

**АРХИТЕКТУРА СЕРВИС-ОРИЕНТИРОВАННОГО
РЕШЕНИЯ ОРГАНИЗАЦИИ ХРАНЕНИЯ
МЕДИЦИНСКИХ ДОКУМЕНТОВ**

А.А. Пономарев

Томский политехнический университет

E-mail: aaronomarev@tpu.ru

**Пономарев Алексей Ана-
тольевич**, канд. техн. на-
ук, доцент кафедры авто-
матики и компьютерных
систем Института кибер-
нетики ТПУ.

E-mail: aaronomarev@tpu.ru

Область научных интере-
сов: разработка распреде-
ленных информационных
систем, онтологий, приме-
нение стандартов ВРЕР,
системы промышленной
безопасности.

В работе объясняется актуальность решения задачи ведения ин-
тегрированной электронной медицинской карты пациента с приме-
нением SaaS-решения. Предлагается типовое архитектурное реше-
ние. Рассматриваются достоинства и недостатки предлагаемого
решения. Делается вывод о целесообразности его использования.

Ключевые слова:

Архитектура, веб-сервисы, медицинский документ, мони-
торинг, высокая нагрузка.

Введение

В связи со значительным ростом информационных потоков в медицине появилась по-
требность в разработке и использовании эффективных средств сбора, анализа и управления таки-
ми данными. Медицинская аналитика приобретает все большее значение, поскольку ведущие
больницы применяют аналитические средства для преобразования многих аспектов своей дея-
тельности, таких как принятие клинических решений и координация ухода за больным [1].

Глобальной задачей здравоохранения является повышение эффективности работы и сни-
жение затрат при одновременном улучшении качества обслуживания.

Состояние здоровья каждого человека является одной из социально важных характери-
стик любой государственной общности людей. Своевременная профилактика организма и при-
менение необходимых лечебно-восстановительных процедур невозможны без учета большого
количества динамических данных, характеризующих как текущее состояние пациента, так и ди-
намику его здоровья. Зачастую доступ к необходимым историческим данным предыдущих ис-
следований отсутствует. В связи с этим существует необходимость в разработке современной
информационной и коммуникационной технологии, позволяющей хранить, анализировать, обра-
батывать, извлекать, следить за целостностью, конфиденциальностью медицинских данных о па-
циенте. Доступ к таким данным планируется осуществлять из различных лечебных учреждений,
вовлеченных в этот процесс на различных этапах жизни человека.

Отсутствие нормативных документов, полностью регламентирующих процесс создания и
ведения электронных медицинских записей, привело к большому количеству поставщиков таких
решений [2]. Основной задачей, которая решалась такими программными продуктами, стало пре-
доставление медицинской отчетности по объему оказанной медицинской помощи, на основании
которой фактически строилась система финансирования учреждений, вопросы же организации
документооборота в разрезе отдельно взятого пациента и описания в них медицинской состав-
ляющей были проработаны достаточно слабо.

Доступ к актуальной информации о здоровье пациента возможен только при использо-
вании современных информационных технологий, реализующих электронную медицинскую карту.
В жизни возможен довольно ограниченный перечень событий, при которых требуется вносить
новые записи в такую карту. К наиболее частым относятся:

- ведение ЭМК специалистами с учетом прикрепления по месту жительства;
- заполнение истории болезни в стационаре;
- ответ на направления инструментальные и другие виды исследований;

- ведение дневников самонаблюдения.

В первых случаях медицинские записи, как правило, формируются с учетом использующихся в учреждении программных средств или заполняется традиционная «бумажная» амбулаторная карта больного. Стоит отметить, что в рамках исполнения программ «Электронная Россия» и «Информационное общество» были реализованы мероприятия по оснащению медицинских учреждений средствами вычислительной техники и другим оборудованием, что, в свою очередь, позволило для большей части контрагентов медицинского документооборота организовать его электронным способом.

Повышение мобильности граждан, расслоение по уровню дохода, специализация клиник и другие факторы приводят к тому, что пациент одновременно может обслуживаться в нескольких ЛПУ. Соответственно, электронная медицинская карта этого пациента не может храниться частями в каждой выделенной больнице – критически необходимо правильно организовать обмен информацией. И эту задачу невозможно возложить на самого пациента, как это было раньше, когда он сам носил с собой бумажную историю болезни [3].

То же самое касается и дневников самонаблюдения, в качестве которых часто используются свободно распространяемые продукты, которые можно использовать либо на домашнем компьютере, либо на смартфоне [4, 5], в некоторых случаях для таких задач используются веб-решения [6, 7].

Очевидно, что для обеспечения правильности и непротиворечивости таких данных необходимо использовать общую нормативно-справочную информацию (НСИ) и классификаторы. С учетом большого числа участников и необходимости унификации таких решений целесообразно использование облачных технологий, обеспечивающих централизованное ведение и сопровождение ресурсов НСИ, с одной стороны, и консолидации медицинских данных о здоровье пациентов, с другой [8].

В зависимости от уровня представления такой системы возможна организация ситуационного центра, в котором для ряда задач будет использоваться самая оперативная информация из первых рук. Полученные в рамках предлагаемого решения данные могут быть использованы для решения ряда задач в рамках клинических, административных и финансовых информационных систем.

Одним из преимуществ такого подхода является возможность организации интегрированной медицинской карты пациента без ограничения по территориальному признаку участвующих в информационном обмене контрагентов. Такой подход позволяет получить доступ большому массиву информации, на основе которой будут приниматься более взвешенные управленческие решения. Пациенты, в свою очередь, получают возможность использования такого хранилища в личных целях.

С учетом большей репрезентативности такой выборки будет повышаться качество принимаемых решений, в зависимости от состава консолидированных данных появляется возможность комплексной оценки эффективности работы отдельно взятого учреждения (порог заболеваемости, среднее время обслуживания пациента, время ожидание в очереди, комплектность штата и оборудования и др.).

Описание архитектуры

Для решения задачи предлагается разработка программного комплекса с использованием сервис-ориентированной архитектуры (Service Oriented Architecture – SOA). На рис. 1 показана структурная схема предлагаемого решения, которая включает в себя следующие основные блоки:

1. Бизнес-приложение.
2. Клиент (веб-приложение для задач ведения ЭМК).
3. Базы данных.
4. Информационно-аналитическая система (BI).
5. Транспортная шина.
6. Уровень ЕГИСЗ.
7. Уровень ЛПУ.
8. Персональные мобильные приложения.

1. Бизнес-приложение

При реализации архитектуры были реализованы следующие основные принципы трехуровневой архитектуры с выделением соответствующих слоев, при которой было выполнено разделение бизнес-логики и представления данных.

Бизнес-логика

Бизнес логика реализована в виде веб-приложения, представляющего собой набор веб-сервисов, реализующих алгоритмы работы с данными без учета их последующей визуальной интерпретации.

Уровень представления

Отличительной особенностью рассматриваемого решения является то, что уровень представления реализован несколькими клиентами. На рис. 1 они показаны под номерами 2 и 8 и будут подробнее рассмотрены в соответствующих разделах данной статьи.

Уровень данных

Представляет собой модель, построенную на совокупности БД НСИ и БД медицинских документов, подробнее рассмотренных в разделе базы данных.

2. Клиент

Представляет собой front-end веб-приложение, обеспечивающее возможность доступа авторизованным пользователям к функциям ведения ЭМК пациента с использованием обычного веб-браузера. Отличительной особенностью приложения для работы с ЭМК является использование для описания медицинского документа формата OpenUMS [8], который включает в себя не только содержательную часть, позволяющую определить состав заполняемого или просматриваемого документа, но и содержащего специальную разметку, обеспечивающую его визуальную интерпретацию.

Для унификации интерфейса была реализована общая библиотека визуальных компонентов для отображения состава документа в зависимости от используемых типов данных на основе bootstrap [9].

3. Базы данных

База данных предназначена для хранения оперативных и исторических сведений, отражающих состояние обратившихся за медицинской помощью граждан. Такая информация представлена в виде базы данных заполненных медицинских документов в формате OpenUMS [10].

Для обеспечения масштабируемости и отказоустойчивости предлагаемого решения используются следующие шаги:

- разделение оперативного и архивного хранилища с использованием сегментирования данных;
- представление НСИ в виде отдельной БД, имеющей соответствующие привилегии;
- реализована мультитенантность, которая заключается в разделении финансовой и другой информации для каждого участника не только на уровне сервисов, но и на уровне физической БД;
- используется кластеризация, обеспечивающая функционирование БД НСИ и основной БД на нескольких экземплярах сервера.

Для обеспечения требуемого уровня производительности [11] все используемые шаблоны медицинских документов размещаются в памяти сервера. Для обеспечения мультитенантности выполняется дополнительный контроль доступа на уровне СУБД.

4. Информационно-аналитическая система (BI)

Является надстройкой над хранилищем данных, представляет интерес для решения задач анализа данных и поддержки принятия управленческих решений. С помощью такой подсистемы возможно получение среза по различным сторонам деятельности организации (управление качеством, финансово-экономическое планирование и т. д.).

На физическом уровне представляет собой ROLAP-хранилище данных под управлением СУБД MSSQL, которое содержит агрегированные данные из различных подсистем, предназначенные для оперативного анализа.

5. Транспортная шина

Представляет собой специализированное программное обеспечение, реализованное на архитектуре ESB (enterprise service bus – ESB), обеспечивающее возможность обмена информационными сообщениями между разнородными системами [12]. В текущей реализации обеспечивает возможность подключения к общему хранилищу данных сведений, поступающих из других источников, минуя предлагаемые программные интерфейсы (см. блоки 2, 8).

6. Уровень ЕГИСЗ

Единая государственная информационная система в сфере здравоохранения (ЕГИСЗ) представляет собой совокупность информационно-технологических и технических средств, обеспечивающих информационную поддержку методического и организационного обеспечения деятельности участников системы здравоохранения. В предложенном варианте архитектуры используется в качестве поставщика данных для подсистемы НСИ и в качестве потребителя различной отчетности.

7. Уровень ЛПУ

Представляет собой реализацию защищенного канала связи между ЛПУ и ЦОД для решения задачи информационного обмена.

8. Уровень мобильных приложений

Представляет собой возможность сторонним разработчикам использовать предоставляемые API и формат OpenUMS для решения задачи построения мобильных приложений, позволяющих автоматизировать различные задачи по ведению персональных дневниковых записей медицинского характера. Предложенный способ организации ведения дневниковых записей позволяет выполнять его наполнение не только традиционным способом, но и дает возможность подключения периферийных устройств индивидуального пользования и выступает в роли шлюза, обеспечивающего канал связи между непосредственно устройством и ЭМК. Внесенные таким образом сведения в ЭМК носят информационный характер и визуально отличаются от заверенных профессиональными врачами. Реализация мобильного клиента рассмотрена в работах [13, 14].

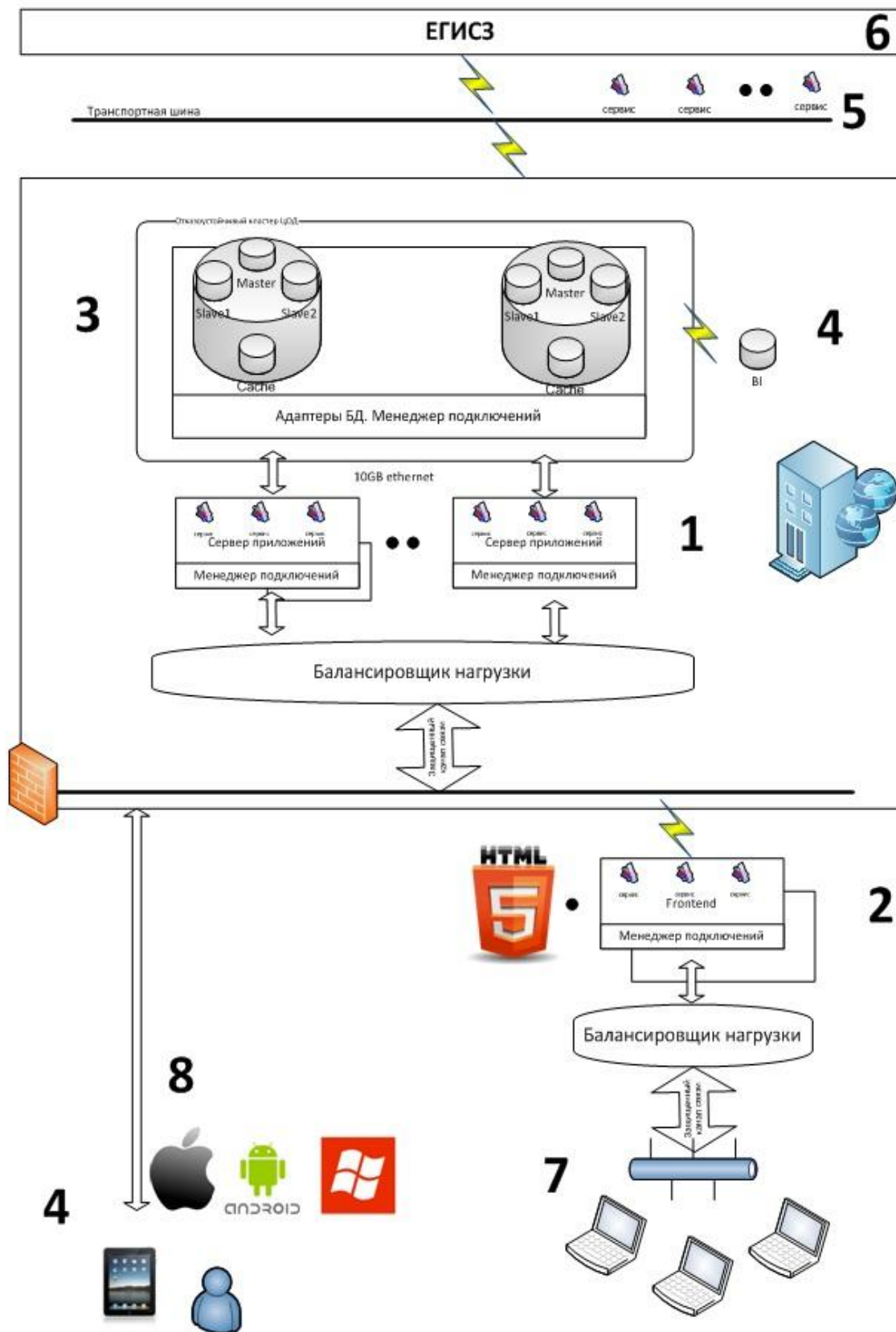


Рис. 1. Структурная схема

Выводы

В качестве достоинств предложенного подхода можно выделить:

- высокую скорость работы и отказоустойчивость решения;
- простоту масштабирования;
- свободу в определении состава хранимых данных;
- предоставление API третьей стороне;
- сокращение денежных затрат на внедрение ПО;
- сокращение затрат на техподдержку и обновление систем за счет централизованного обслуживания;
- отсутствие потребности в дополнительном ПО на местах.

Недостатком такого подхода являются необходимость хранить конфиденциальные данные на стороне либо высокие затраты на организации ЦОД в случае такой необходимости.

Ввиду комплексности решения к недостаткам также можно отнести большое количество сопроводительных системных приложений и дополнительных издержек, связанных с обеспечением безопасности каналов данных и хранилищ данных.

Результатом такого разнообразия используемых систем и технологий является сложность обслуживания. Дополнительные издержки появляются также в случае необходимости интеграции такого решения с уже используемыми на местах программными продуктами.

В какой-то степени указанные недостатки нивелируются разработанным веб-клиентом, обеспечивающим возможность выполнения большинства задач по обслуживанию ЭМК, а также реализованными адаптерами, упрощающими процесс интеграции сторонних систем.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. IBM расширяет свой Центр аналитических решений для здравоохранения. Информационный портал. – URL: <http://www.tadviser.ru> (дата обращения: 02.02.2014 г.).
2. Эльянов М. М. Медицинские информационные технологии. – М.: CapitalPress, 2011. – 320 с.
3. Кадников В. Обмен медицинской информацией: как совместить задачи государства, ЛПУ и пациента? – URL: <http://www.pcweek.ru/idea/article/detail.php?ID=137894> (дата обращения: 02.02.2014 г.).
4. Категория медицинских приложения для смартфонов на базе Android. – URL: <https://play.google.com/store/apps/category/MEDICAL> (дата обращения: 02.02.2014 г.).
5. Категория медицинских приложения для смартфонов на базе Apple. – URL: <https://itunes.apple.com/ru/genre/ios-medicina/id6020?mt=8> (дата обращения: 02.02.2014 г.).
6. Медицинский портал. Карта вашего здоровья. – URL: <http://www.medarhiv.ru> (дата обращения: 02.02.2014 г.).
7. HaelthVault personal medicine portal. – URL: <https://www.healthvault.com/ru/ru> (дата обращения: 02.12.2014 г.).
8. Использование формата OpenUMS для реализации интегрированной электронной медицинской карты // Врач и ИТ. – 2013. – № 2.
9. Bootstrap framework official site. – URL: <http://getbootstrap.com> (дата обращения: 02.12.2014 г.).
10. Пономарев А.А. Меркер Э.С. OpenUMS. Свидетельство о государственной регистрации базы данных №20136204661. 01 апреля 2013 г.
11. Требования к МИС, передаваемым в фонд алгоритмов и программ Министерства здравоохранения и социального развития Российской Федерации, применяемым в Государственной информационной системе персонифицированного учета в здравоохранении Российской Федерации № SBR1009140314-02-2.20
12. Сервисная шина предприятия. – URL: http://en.wikipedia.org/wiki/Enterprise_service_bus (дата обращения: 02.12.2014 г.).
13. Носков И.И. Пономарев А.А. Модель разработки мобильного приложения для Windows Phone на примере создания мобильного клиента // Молодежь и современные информацион-

ные технологии: сборник трудов X Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. Томск, 13–16 ноября 2012 г. – Томск: ТПУ, 2012. – С. 327–328.

14. Носков И.И. Пономарев А.А. Создание сервисов для работы с медицинскими документами и разработка мобильного приложения на платформе Windows Phone для мониторинга жизненно важных показателей здоровья пациента // Вестник науки Сибири. – 2013. – № 3. – С. 101–107.

Поступила 13.05.2014 г.