

Д. В. Бельшев, Е. В. Кочуров

Анализ методов хранения данных в современных медицинских информационных системах

Аннотация. В работе рассматриваются проблемы представления, хранения и обработки данных в медицинских информационных системах. Выполняется анализ требований к условиям функционирования медицинских информационных систем и ограничений, которые накладываются на работу с данными. Проводится анализ различных подходов к хранению данных в медицинских информационных системах и предлагается подход к организации хранилищ данных.

Ключевые слова и фразы: медицинская информационная система, хранилища данных, адаптивная архитектура.

Введение

Медицинские информационные системы (МИС) уже давно стали важной частью системы здравоохранения и продолжают активно совершенствоваться вместе с развитием медицинских и информационных технологий. Вместе с тем МИС не существуют сами по себе, поскольку их задача — обслуживание информационных потребностей медицинских организаций (МО) и их сотрудников, возникающих в процессе оказания медицинских услуг пациентам или при решении вспомогательных задач. Сфера применения МИС достаточно подвижна и подвержена самым разнообразным внешним влияниям. Для того, чтобы успешно решать возникающие задачи, МИС должна эффективно модифицироваться, адаптироваться к новым требованиям.

При обеспечении адаптации медицинской информационной системы к разным требованиям среды функционирования прежде всего, для работы в локальной или в распределенной информационно-вычислительной среде, особо пристальное внимание должно уделяться технологии работы с данными. В силу того, что медицинская информационная система практически в равных долях ведет обработку данных разных типов (числовых, текстовых и бинарных), применение

какой-то одной универсальной методики работы с ними в меняющейся в части инфраструктуры среде не дает хорошего результата. Кроме того, требования к адаптивности МИС накладывают свой отпечаток на сами форматы и методы представления данных. Технологии хранения данных, а также технологии обмена данными между разными частями одной информационной системы или между несколькими МИС должны строиться с учетом требований адаптивности.

Наибольшую остроту проблема работы со сложно организованными распределенными данными имеет в крупных проектах создания медицинских информационных систем, что в значительной степени продиктовано поставленной Правительством России задачи до 2020 г. реализовать проект построения единой государственной информационной системы здравоохранения (ЕГИСЗ) [1, 2]. Это требование наложило дополнительные условия на методы разработки и функционирования МИС: информационная система должна позволять работать в локальном и централизованном режимах. Помимо того, должна поддерживаться непрерывность работы в процессе перехода от локального функционирования к централизованному или распределенному, то есть допускаются промежуточные состояния, которые могут быть достаточно продолжительны.

Для реализации распределенных проектов МИС используют централизованную архитектуру, распределенную или их комбинации. Централизованная архитектура может использоваться как для отдельной МО, так и для группы МО. Особенностью такой архитектуры является функционирование информационной системы на одних серверных мощностях с единым хранилищем данных, пусть даже имеющим внутреннее логическое деление. Для распределенной архитектуры свойственно наличие автономных, преимущественно территориально распределенных (хотя и необязательно) экземпляров МИС. Структура и взаимоотношения экземпляров МИС в распределенной архитектуре могут быть достаточно разнообразными:

- все экземпляры могут принадлежать одной МО, с несколькими территориально распределенными подразделениями, которые в силу каких-то обстоятельств не имеют возможности работать в единой МИС. При такой архитектуре требуется, чтобы производилась репликация данных между подразделениями, и информация во всех подразделениях должна быть полностью синхронизирована;

- экземпляры могут работать в филиалах МО, которые обладают определенной самостоятельностью, но часть функций должны выполняться через головную организацию, что сопряжено с обменом некоторыми, иногда агрегированными данными;
- экземпляры МИС могут работать в независимых МО, связанных групповой принадлежностью к некоторой обобщающей структуре, которая выполняет функции сбора определенных данных, а также диспетчеризации информационных потоков между подчинёнными МО.

Для обеспечения функционирования МИС в описанных режимах, архитектура информационной системы должна поддерживать адаптивность структур данных, бизнес-логики и средств построения пользовательского интерфейса, причем ключевой является работа с данными. Поскольку МИС оперирует сильно различающимися данными, имеет смысл провести их классификацию и рассмотреть каждый тип отдельно. Можно выделить несколько способов классификации данных медицинской информационной системы; рассмотрим среди них наиболее интересные для нашего исследования варианты деления на группы: по назначению и по способу представления данных.

По назначению данные можно выделить в следующие группы:

- медицинские — сведения, связанные с фиксацией состояния здоровья пациента и хода лечебно-диагностического процесса;
- учётные — сведения, касающиеся пациента, но не связанные непосредственно с лечебной деятельностью (статистические сведения, экономические данные, данные расхода материальных ценностей);
- технологические — данные, необходимые для функционирования информационной системы, включающие в себя справочники, классификаторы, настройки системы и т.п.

По способу представления данных наиболее важными группами являются:

- структурированные данные простых типов (числа, строки, даты), которые хорошо укладываются в понятие реляционных структур;
- слабо структурированные документы, под ними мы понимаем хорошо изолированные и самодостаточные объекты известной структуры, с содержимым которых работает МИС;
- неструктурированные (в большинстве своем бинарные) объекты разных форматов (графические, документы различных офисных редакторов, специализированные бинарные объекты), с содержимым которых МИС непосредственно не работает.

Рассматривая вопрос технологии работы с данными, мы должны, в первую очередь, руководствоваться семантикой данных (их назначением) и только затем определять наиболее подходящие способы их представления, чтобы внешние технологические ограничения не вступали в противоречие с решаемыми бизнес-задачами. Определим требования, которые предъявляются к данным разного назначения.

1. Обзор методов работы с медицинскими данными

Медицинские данные являются ядром медицинской информационной системы, в их получении, накоплении и обработке состоит главная задача МИС. По способу представления медицинских данных первое место занимают слабо структурированные документы, формируемые врачами, в меньшей степени используются структурированные кортежи, преимущественно получающиеся в результате анализа и разбора документов и неструктурированные бинарные объекты, получаемые в основном в результате взаимодействия с диагностическим оборудованием.

Опыт исследовательских работ, проводимых в Институте программных систем имени А.К. Айламазяна РАН, а также обзор решений, использующихся в представленных на рынке МИС, показывает, что зачастую способы представления медицинских данных диктуются не потребностями задач, а выбранными на начальном этапе развития информационной системы инструментальными средствами. Все дальнейшие технические, а как следствие, и прикладные решения отталкиваются от возможностей той или иной первоначально выбранной технологической платформы. Наиболее широко используются реляционные СУБД различных производителей, в которых подавляющее большинство данных хранится в виде структурированных кортежей. Такой подход к проектированию наиболее типичен для систем, становление которых произошло в 80–90-е годы прошлого века [3, 4]; достаточно широко представлены системы, строящиеся на нереляционных СУБД. Существуют системы, которые основываются на документальном подходе, строя свои МИС на системах документооборота. Вместе с тем, ни один из подходов в чистом виде не позволяет полноценно решать задачу представления медицинских данных, поэтому все производители так или иначе пришли к смешанному варианту представления данных [5, 6] (объектно-реляционному или реляционно-объектному, в зависимости от того, кто от какой платформы стартовал).

В части методов представления данных на семантическом уровне, в МИС, разработанных на заре появления данного класса информационных систем, преимущественно используются заимствованные из других отраслей подходы, в зависимости от того опыта, который был у разработчиков при старте работы с медициной: применяются методы статистического учета, управления документооборотом, кадрового учета, бухгалтерии, управления бизнеспроцессами. Можно констатировать, что единого подхода, который был бы принят на отечественном рынке в части представления медицинских данных, в настоящее время нет. В то же время, на Западе, где вопрос информатизации медицины был поднят гораздо раньше и вследствие этого проработан лучше, существует несколько хорошо оформленных подходов к организации работы с медицинскими данными, которые хоть и создавались под те или иные задачи, но учитывают потребности во взаимодействии различных информационных систем и в распределенном хранении информации. Именно с учетом этих подходов начинают разрабатываться МИС нового поколения в России, особенно системы регионального или государственного масштаба.

Для определения основных сущностей, с которыми ведет работу МИС, требуется ввести ряд ключевых терминов. Основным источником получения новых понятий в сфере электронного здравоохранения является заимствование соответствующих терминологий с Запада. В [7] идет обсуждение основных используемых терминов, касающихся информатизации охраны здоровья, которые используются в ряде стран Европы, Америки и Японии (всего обсуждается порядка 10 различных видов терминов, связанным с медицинскими записями). Ключевыми терминами, связанными с представлением медицинских данных пациента в электронном виде, являются:

- Electronic Medical Record, EMR — электронная совокупность сведений, связанных со здоровьем субъекта (пациента), которая создается, хранится, ведется и используется сертифицированными медицинскими специалистами и персоналом в одной медицинской организации.
- Electronic Health Record, EHR — электронная совокупность сведений, связанных со здоровьем субъекта (пациента), соответствующая национальным стандартам совместимости (интероперабельности), которая создается, ведется и используется сертифицированными медицинскими специалистами и персоналом более чем одной медицинской организации.

- Personal Health Record, PHR — электронная совокупность сведений, связанных со здоровьем субъекта (пациента), соответствующая национальным стандартам совместимости (интероперабельности), полученная из различных источников, ведение, управление и предоставление доступа к которым осуществляет сам субъект (пациент).

В России сформированы аналоги перечисленных выше понятий, преимущественно зафиксированные в стандарте ГОСТ Р 52636-2006 «Электронная история болезни. Общие положения» [8, 9], определяющем основные термины медицинской информатики:

- Электронная история болезни (ЭИБ): информационная система, предназначенная для ведения, хранения на электронных носителях, поиска и выдачи по информационным запросам (в том числе и по электронным каналам связи) персональных медицинских данных.
- Персональная медицинская запись (ПМЗ): любая запись, сделанная конкретным медицинским работником в отношении конкретного пациента.
- Электронная персональная медицинская запись (ЭПМЗ): любая персональная медицинская запись, сохраненная на электронном носителе.
- Электронный медицинский архив (ЭМА): электронное хранилище данных, содержащее ЭПМЗ и другие наборы данных и программ (классификаторы и справочники, списки пациентов и сотрудников, средства навигации, поиска, визуализации, интерпретации, проверки целостности и ЭЦП, распечатки ЭПМЗ и др.).

Задачи представления медицинских данных в электронном виде для их хранения, передачи и обработки решаются с использованием различных подходов, развиваемыми несколькими международными организациями, которые выпустили соответствующие стандарты. Ключевыми среди них являются:

- (1) HL7 (США);
- (2) ASTM TC E31 (США);
- (3) CEN TC 251 (Европа);
- (4) openEHR (Великобритания, Австралия).

Не останавливаясь детально на рассмотрении особенностей каждого из перечисленных стандартов, перейдем сразу к итогам их анализа в части решения задачи представления данных для адаптивной медицинской информационной системы.

ТАБЛИЦА 1. Результаты анализа стандартов HL7, CCR и openEHR

	HL7	CCR	openEHR
(1)	Стандарт предусматривает три варианта глубины детализации данных <input checked="" type="checkbox"/>	Предусмотрен только один обобщенный уровень представления данных <input type="checkbox"/>	Возможна произвольная детализация информации на основе заданных архетипов <input checked="" type="checkbox"/>
(2)	Имеются широкие возможности по конструированию структуры документов и сообщений, однако существует сложность в жесткой привязке к стандартным классификаторам <input type="checkbox"/>	Существует только фиксированная структура представления данных <input type="checkbox"/>	Средствами системы каталогизации предоставляется возможность формировать произвольные структуры представления данных <input checked="" type="checkbox"/>
(3)	Существует серьезно проработанные технологии передачи информации в виде сообщений, являющихся стандартом де-факто среди западных информационных систем <input checked="" type="checkbox"/>	За счет простых структур и отсутствия взаимосвязей между компонентами передача данных реализуется несложно <input checked="" type="checkbox"/>	В технологии присутствует специальный раздел, посвященный интеграции как с однотипными, так и со сторонними системами, плюс имеется штатная возможность формирования выборок из общего хранилища медицинских карт <input checked="" type="checkbox"/>
(4)	Стандарт предлагает сложную модель работы и на практике чаще используется для решения задач представления и обмена информацией <input type="checkbox"/>	Стандартом предусматривается только накопление обобщенной информации без выхода на системные проекты <input type="checkbox"/>	Стандарт предлагает целостную картину полного жизненного цикла медицинских данных <input checked="" type="checkbox"/>
(5)	Стандарт предусматривает возможность ролевой модели доступа к данным <input checked="" type="checkbox"/>	Стандартом решаются конкретные задачи представления и обмена информацией, дополнительные функции должны решаться внешними системами <input type="checkbox"/>	Изначально в идеологии заложен принцип разделения персональных и медицинских данных, контроля версий документов, учет прав доступа и возможность применения электронной цифровой подписи <input checked="" type="checkbox"/>

В таблице 1 приведем результаты анализа трех наиболее отличающихся стандартов: HL7, ССR и openЕHR по следующим критериям:

- (1) наличие возможности описания медицинского документа с разной степенью детализации;
- (2) гибкость структуры хранимых данных;
- (3) проработанность технологии обмена данными;
- (4) наличие общего видения системы создания, передачи, накопления информации;
- (5) проработанность вопросов безопасности, защиты персональных данных, обеспечения юридической значимости документов.

Отдельно рассматривать стандарт EN13606 не имеет смысла, поскольку его положения во многом перекликаются с openЕHR.

В результате проведенного сравнения видно, что при проектировании хранилища данных для современной МИС лучше взять за основу положения стандарта openЕHR, как наиболее подходящего в реализации системных проектов и наиболее гибко адаптируемого к различным прикладным задачам. Вместе с тем, при проектировании системы необходимо учитывать принципы, заложенные в стандарте ССR, как максимально простые для реализации. Требования стандарта HL7 необходимо учитывать для представления документов и отдельных сообщений при взаимодействии между различными информационными системами.

Немаловажным фактором, влияющим на выбор стандарта, является его открытость. Так, среди перечисленных только openЕHR является полностью доступным для использования стандартом, тогда как в других случаях доступ к информации ограничен.

2. Методы представления медицинских данных

Разделив при рассмотрении данные на медицинские и немедицинские, мы отталкиваемся при определении методов работы с данными от их семантики, не стремясь к унификации методов. Если рассматривать медицинские данные сами по себе, то наиболее близкой сущностью для этого является «Электронный медицинский архив» (ЭМА), выделенный ГОСТ Р 52636-2006 «Электронная история болезни. Общие положения» [9]. Под ЭМА понимается репозиторий объектов, содержащих информацию, относящуюся к здоровью пациентов. Вместе с тем, мы приходим к выводу, что ЭМА — это достаточно обособленная от медицинской информационной системы в ее классическом

понимании сущность. Основная цель МИС как системы управления предприятием заключается в поддержке бизнес-процессов, связанных с функционированием МО, лечением пациентов, документооборотом, учетом, отчетностью и т.п. Основной же задачей ЭМА является накопление сведений о диагностике и лечении пациента. Тем самым, описание процессов, учет и отчетность в ЭМА требуются далеко не в том объеме, что в МИС, но вместо этого требуется аккумулированная информация о здоровье пациентов. В силу этих отличий задачи МИС и ЭМА могут (хотя и не обязаны) решаться по-разному.

Отметим, что описанные выше функциональные различия МИС и ЭМА еще не дают достаточных оснований разделения их функционала, поскольку все перечисленные задачи ЭМА успешно решаются и в МИС. Скорее, это логическое деление, которое позволит в дальнейшем рассматривать медицинские данные пациентов в рамках МИС как некоторую независимую сущность (ЭМА), которая может быть организована на отличных от задач управления бизнес-процессами и учета принципах.

Рассмотрение различных стандартов показывает, что наиболее подходящая технология создания электронного медицинского архива предложена открытым стандартом управления, хранения и обмена электронными медицинскими картами openEHR [10]. Система openEHR изначально ориентирована на создание территориально распределенных электронных архивов медицинских данных. Стандартом предусматривается независимое ведение следующих сервисов:

- демография — с возможностью взаимодействия с системой уникальной идентификации пациентов (Мастер пациент индекс);
- терминология — занимается аккумулированием справочных сведений;
- архетипы — дают описание основных понятий и сущностей на абстрактном уровне;
- электронные медицинские записи — содержат сведения о здоровье пациентов.

Вместе все перечисленные сервисы формируют виртуальные электронные медицинские записи, позволяя объединять данные, физически расположенные в различных репозиториях. Описание данных сущностей дается стандартом openEHR в Модели сервисов (Service Model, SM). Описание иерархии классов, типы данных и их взаимосвязи описываются в Эталонной модели (Reference Model, RM). Описание

семантики объектов выполняется посредством архетипов и шаблонов, которые описываются в Модели архетипов (Archetype Model, AM).

Обмен данными между предполагаемыми электронными медицинскими архивами должен происходить согласно принятой в стандарте openEHR технологии формирования запроса к архиву, по результатам которого создается особая структура EHR Extract (Выдержка из ЭМЗ), куда включаются удовлетворяющие запросу сведения. Формат описанного объекта позволяет выполнить корректное размещение переданных сведений в структуры другого openEHR-архива.

2.1. Архетипы и шаблоны

Описание семантики описываемых сущностей является одной из важнейших задач представления данных. Для системы, которая изначально должна поддерживать различные, зачастую заранее не формализованные объекты, возможность конструировать описание новых сущностей в процессе работы важно вдвойне. В стандарте openEHR предлагается технология двухуровневого проектирования:

- нижний уровень описывается в виде небольшого количества стабильных базовых сущностей (изложены в Эталонной модели), таких как «Композит», «Каталог», «Раздел», «Элемент», различные типы данных;
- верхний уровень описывается в терминах предметной области посредством архетипов и шаблонов, таких как «Консультация врача», «Давление крови» и т.п.

Архетипы отделены от данных и хранятся независимо, и применяются для придания данным определенной структуры, связывая их между собой семантически. Количество архетипов невелико и ими описываются только базовые сущности, заданные в максимально общем виде. Архетипы используются для анализа данных, поскольку на их основе формируется семантика запросов к объектам.

Шаблоны являются средством формирования конкретных объектов предметной области путем комбинирования нескольких архетипов. Шаблоны создаются для решения уже конкретных задач. Для работы в МИС необходимо обеспечить ведение семантических описаний данных в качестве отдельного сервиса, который должен быть частью МИС. Это требование позволит поддержать работу МИС в условиях автономной локальной инсталляции, работу в распределенный

вычислительной среде, а также работу МИС в качестве ведомой системы, управление которой реализуется через центральные сервисы, задающие единые стандарты представления данных.

2.2. Справочники

Поскольку ЭМА не является просто хранилищем безликих объектов, то терминология играет важную роль, так как использование общих понятий делает возможным анализ данных, содержащихся в архиве. Стандартом openEHR предусматриваются следующие возможности работы со справочниками:

- ссылки на внешние справочники путем кодификации элементов (LOINC, ICDx, ICPC, SNOMED-CT);
- указание списков значений для конкретных элементов моделей, задаваемых в архетипах соответствующих объектов;
- построение в архетипах ссылок на внешние и внутренние справочники.

Технология взаимодействия МИС с внешними системами должна включать в себя учет обмена терминологией или же трансформацию терминов внешних систем во внутренние термины МИС. Требования адаптивности накладывают значительные ограничения на функционирование системы ведения справочной информации. Справочники должны обладать следующими свойствами:

- поддержка версионности справочников;
- контроль целостности значений справочников;
- средства обмена (импорта и экспорта) справочниками.

С точки зрения способа представления, наиболее эффективным для справочников является реляционный метод организации данных, поскольку справочники должны быть доступны из всех других компонент системы, причем доступ должен быть быстрый для эффективной реализации пользовательских интерфейсов.

2.3. Демография

Персональные данные пациентов являются важной частью работы медицинского архива. Стандартом openEHR изначально разделяются персональные и медицинские данные о пациенте. Все личные сведения пациента хранятся независимо и формируют отдельный Сервис демографии. Медицинские записи имеют единственную ссылку на объект в Сервисе демографии, который в свою очередь может содержать

явно данные о пациенте, а может давать лишь косвенные сведения о нем (например, «мужчина средних лет»). Также предусматривается возможность в данных о пациенте указывать ссылку на внешний идентифицирующий сервис (Мастер пациент индекс) в случае, если такой существует.

За счет изначального разделения медицинской и персональной информации достигается возможность произвольного изменения уровня идентификации медицинских данных пациента: точная привязка к персоне, частичное указание личных сведений, полное отсутствие связи с персоной. Таким образом, обезличивание данных при необходимости передачи медицинской информации во внешние системы решается штатными, описанными в стандарте средствами.

Для эффективной работы с персональными данными пациентов в МИС желательно изначально ориентироваться на наличие независимого сервиса демографии. Свойство адаптивности по отношению к персональным данным в таком случае будет заключаться как в возможности ведения данных пациентов непосредственно в МИС (тогда МИС должна в качестве собственного компонента содержать сервис демографии), так и в получении персональных данных из внешнего сервиса, предоставляемого как сторонними информационными системами, так и собственными компонентами МИС, если они расположены в распределенной вычислительной среде.

Необходимо отметить, что требование независимости сервиса демографии, в случае его буквальной реализации (при которой в медицинских данных нет персональных сведений о пациенте и отсутствует прямая связь между медицинскими и персональными данными) делает невозможным построение эффективных пользовательских интерфейсов, в которых обязательным считается построение списков с включением в них персональных сведений.

2.4. Электронная медицинская карта

Ключевым элементом стандарта является Сервис электронных медицинских записей (Electronic Health Record, EHR), совокупность которых формирует Электронную медицинскую карту пациента. Структура ЭМЗ в терминах стандарта openEHR представлена на рис. 1.

Основные элементы, изображенные на схеме:

- ЭМЗ — корневой объект, содержащий уникальный идентификатор записи;



Рис. 1. Структура электронной медицинской записи

- Управление доступом — объект, содержащий информацию об уровнях доступа разных групп пользователей к элементам ЭМЗ. Объект поддерживает версию;
- Текущий статус — объект, содержащий информацию о текущем состоянии записи, информацию об управлении записью, а также содержит (опционально) ссылку на пациента, которому принадлежит ЭМЗ. Объект поддерживает версию;
- Структура папок — опциональная иерархическая структура для логической организации Документов. Объект поддерживает версию;
- Документы — объекты, представляющие собой контейнеры для всех административных и клинических данных, связанных с медицинской записью;
- Изменения — множество записей, отражающих все изменения, которые были произведены с объектами ЭМЗ. Каждый объект Изменение связан с множеством, состоящим из одной или нескольких версий определенного количества версионных элементов, которые были обновлены или заверены сообщением при работе пользователя с ЭМЗ.

Представление ЭМК как коллекции объектов ЭМЗ, с точки зрения способа представления данных, наиболее близко к работе со структурированными документами. Вместе с тем, ограничиться только одними документами не удастся, поскольку требуется поддерживать

структуру контейнеров документов, а также включать в ЭМК неструктурированные бинарные объекты. Таким образом, организация хранения ЭМК должна включать в себя все технологии хранения, но ключевой среди них должна быть система представления медицинских документов.

3. Методы представления немедицинских данных в МИС

Современные медицинские информационные системы не ограничивают себя рамками исключительно поддержки лечебно-диагностического процесса. МИС, особенно крупных медицинских организаций, постепенно становятся информационными системами управления предприятием (медицинской организацией) или подклассом ERP-систем (англ. Enterprise Resource Planning, планирование ресурсов предприятия). В задачи классических ERP-систем входит организационная стратегия интеграции производства и операций, управления трудовыми ресурсами, финансового менеджмента и управления активами, ориентированная на непрерывную балансировку и оптимизацию ресурсов предприятия посредством специализированного интегрированного пакета прикладного программного обеспечения, обеспечивающего общую модель данных и процессов для всех сфер деятельности. МИС, как правило, не решает все перечисленные задачи, но она выступает в качестве мастер-системы, которая формирует первичные данные и за счет интеграционных процессов обменивается ими со специализированными системами, обеспечивающими, например, кадровый или бухгалтерский учет в медицинской организации.

Рассматривая МИС как основу для системы управления предприятием, необходимо обеспечить и работу с немедицинскими данными. В качестве основных для медицинской организации можно выделить работу с услугами и финансами организации, а также работу с товарно-материальными ценностями (в частности, с лекарственными средствами). Необходимость оперировать с перечисленными сущностями в совокупности с медицинскими данными совершенно закономерна, поскольку лечебно-диагностический процесс является основной цепочкой создания ценностей медицинской организации, базой его хозяйственной деятельности, а хозяйственная деятельность требует обеспечивать финансовый и материальный учет, причем в привязке к основной деятельности.

В силу того, что учет хозяйственных операций предприятия является функцией бухгалтерского учета, наиболее естественным способом

отражения сведений о хозяйственной деятельности в МИС является использование для этого методов бухгалтерского учета, заключающегося в ведении регистров учета, при построении которых необходимо опираться на те же сущности, что и бухгалтерский учет. Как описано выше, основными видами учета, необходимого в лечебно-диагностическом процессе, являются взаиморасчеты с покупателями медицинских услуг (частные лица, страховые организации, государственные фонды и т.п.) и учет расхода товарно-материальных ценностей, затрачиваемых на лечение пациентов. В терминах бухгалтерского учета можно выделить подмножество плана счетов, с которым будет работать МИС и создать в итоге собственный рабочий план счетов, в частности поместив в него некоторые из направлений учета [11]:

- Финансовый учет:
 - Счет 40. Выпуск продукции (работ, услуг);
 - Счет 50. Касса;
 - Счет 62. Расчеты с покупателями и заказчиками;
 - Счет 90. Продажи;
 - Счет 99. Прибыли и убытки.
- Материальный учет:
 - Счет 10. Материалы;
 - Счет 15. Заготовление и приобретение материальных ценностей;
 - Счет 16. Отклонение в стоимости материальных ценностей;
 - Счет 20. Основное производство;
 - Счет 91. Прочие доходы и расходы.

Учет адаптивных свойств МИС, выражающихся в возможности функционирования в распределенной среде, в данном случае будет обеспечен за счет синхронизации проводок между несколькими системами и последующего сведения балансов, что может гарантировать надежность учетных функций.

Помимо учетных (или структурированных) данных в МИС упоминались неструктурированные данные, которые преимущественно связаны с хранением в общем случае бинарных объектов. Типичным решением для работы с такими данными является применение PACS-систем (Picture Archiving and Communication System — Системы передачи и архивации изображений). Это может быть как внутреннее по отношению к МИС, так и внешнее хранилище. Поскольку хранение отдельных объектов в любом случае ведется автономно друг от друга и их связность достаточно невелика, то вопросы распределенной

работы для этого типа данных в основном сводятся к выбору места первичного размещения объектов и потребности их репликации между хранилищами.

Описанное выше явное разделение медицинских и немедицинских данных с использованием специализированных средств представления и обработки (прежде всего имеются в виду медицинские и учетные данные) имеет существенные преимущества перед подходами, обеспечивающими объединенный учет медицинских процессов, финансовых и товарно-материальных операций. Эти преимущества заключаются в возможности применения специализированных инструментальных и методических средств работы с данными, которые хорошо работают в распределенных средах. Вместе с тем, разделение учета данных требует существенного повышения требований к реализации бизнес-логики приложений, чтобы связь между лечебно-диагностическим процессом и учетом хозяйственных операций всегда однозначно прослеживалась, и любая хозяйственная проводка, обусловленная той или иной медицинской деятельностью, всегда имела явную ссылку на документ-основание такой проводки.

Заключение

Нами рассмотрена проблема работы современной медицинской информационной системы при изменяющихся условиях функционирования, связанных преимущественно с изменением организационной структуры медицинских организаций (слияние, разделение) и централизацией отдельных функций информационной системы. Описанные процессы требуют наличия развитых средств адаптации МИС и, в первую очередь, технологий хранения и обработки данных информационной системы. В статье рассмотрены различные подходы к представлению медицинских и немедицинских данных, даны рекомендации по выбору наиболее удачной на взгляд авторов схемы представления и хранения данных в медицинской информационной системе.

Список литературы

- [1] *Концепция создания информационной системы в здравоохранении на период до 2020 года*, разработана Министерством здравоохранения и социального развития Российской Федерации во исполнение пункта 1.3) перечня поручений Президента Российской Федерации по итогам заседания президиума Государственного совета Российской Федерации

- 17 июля 2008 г. (от 1 августа 2008 г. № Пр-1572ГС) и пункта 6 поручения Правительства Российской Федерации от 13 августа 2008 г. № СС-П44-4981, URL: <https://static-2.rosminzdrav.ru/system/attachments/attaches/000/017/788/original/Koncepciya.pdf?1389777612> ↑⁸⁶
- [2] *Принципы создания единой информационной системы в сфере здравоохранения и социального развития (ЕИС)*, приказ Министерства здравоохранения и социального развития Российской Федерации от 16 окт. 2006 г., URL: http://ohranatruda.ru/ot_biblio/normativ/data_normativ/48/48618/ ↑⁸⁶
- [3] А. К. Айламазян, Я. И. Гулиев, С. И. Комаров, В. Л. Малых, В. Ю. Морозов. «Информационные системы в медицине: проблемы и решения», *Программные системы: Теоретические основы и приложения*, ред. А. К. Айламазян, Наука. Физматлит, М., 1999, с. 162. ↑⁸⁸
- [4] Г. И. Назаренко, Я. И. Гулиев, Д. Е. Ермаков. *Медицинские информационные системы: теория и практика*, ред. Г. И. Назаренко, Г. С. Осипов, Физматлит, М., 2005, 320 с. ↑⁸⁸
- [5] А. Г. Бельшев, Я. И. Гулиев, В. Ю. Морозов. «Построение медицинских систем с использованием объектных технологий», *Программные системы: Теоретические основы и приложения*, ред. А. К. Айламазян, Наука. Физматлит, М., 1999, с. 169. ↑⁸⁸
- [6] В. Л. Малых, С. П. Пименов, М. И. Хаткевич. «Объектно-реляционный подход к созданию больших информационных систем», *Программные системы: Теоретические основы и приложения*, ред. А. К. Айламазян, Наука. Физматлит, М., 1999, с. 177. ↑⁸⁸
- [7] *Health informatics — Electronic health record — Definition, scope and context*, ISO/TR 20514:2005, 2005, URL: http://www.iso.org/iso/iso_catalogue/catalogue_tc/catalogue_detail.htm?csnumber=39525 ↑⁸⁹
- [8] Б. В. Зингерман. «Определение ключевых терминов медицинской информатики», X Всероссийская конференция «Информационные технологии в медицине» (2009), URL: <http://itm.consef.ru/main.mhtml?Part=80> ↑⁹⁰
- [9] И. В. Емелин, Б. В. Зингерман, Г. С. Лебедев. «О стандартизации структуры электронных медицинских данных», *Информационно-измерительные и управляющие системы*, 2010, №12, с. 18–24. ↑^{90,92}
- [10] openEHR, URL: <http://www.openehr.org/> ↑⁹³
- [11] *Об утверждении Плана счетов бухгалтерского учета финансово-хозяйственной деятельности организаций и Инструкции по его применению*, Приказ Минфина РФ от 31.10.2000 N 94н (ред. от 08.11.2010), URL: http://minfin.ru/ru/performance/accounting/accounting/legislation/acts/?id_39=2293&page_id=460&popup=Y&area_id=39 ↑⁹⁹

Рекомендовал к публикации

к.т.н. Я. И. Гулиев

Пример ссылки на эту публикацию:

Д. В. Бельшев, Е. В. Кочуров. «Анализ методов хранения данных в современных медицинских информационных системах», *Программные системы: теория и приложения*, 2016, 7:2(29), с. 85–103.

URL: http://psta.psiras.ru/read/psta2016_2_85-103.pdf

Об авторах:



Дмитрий Владимирович Бельшев

кандидат технических наук, заведующий лабораторией Исследовательского центра медицинской информатики Института программных систем им. А.К. Айламазяна РАН

e-mail: belyshev@interin.ru



Евгений Владимирович Кочуров

научный сотрудник Исследовательского центра медицинской информатики Института программных систем им. А.К. Айламазяна РАН

e-mail: kochurov@interin.ru

Dmitriy Belyshev, Evgeniy Kochurov. *Analysis of Data Storage Methods for Modern Healthcare Information Systems.*

ABSTRACT. The paper considers the issues of storage, processing and presentation of data in healthcare information systems. It also analyses the requirements associated with healthcare information system functioning and the constraints imposed on data handling. Furthermore, the paper reviews different approaches to data storage in healthcare information systems. The authors of the paper also propose an approach to organizing data storage. (*In Russian*).

Key words and phrases: healthcare information system, data storage, adaptive software architecture.

References

- [1] *The concept of creating an information system in public health until 2020*, Razrabotana Ministerstvom zdavookhraneniya i sotsial'nogo razvitiya Rossiyskoy Federatsii vo ispolneniye punkta 1.z) perechnya porucheniy Prezidenta Rossiyskoy Federatsii po itogam zasedaniya prezidiuma Gosudarstvennogo soveta Rossiyskoy Federatsii 17 iyulya 2008 g. (ot 1 avgusta 2008 g. No Pr-1572GS) i punkta 6 porucheniya Pravitel'stva Rossiyskoy Federatsii ot 13 avgusta 2008 g. No SS-P44-4981, URL: <https://static-2.rosminzdrav.ru/system/attachments/attaches/000/017/788/original/Koncepciya.pdf?1389777612>
- [2] *The principles of creating a unified information system in the field of health and social development*, prikaz Ministerstva zdavookhraneniya i sotsial'nogo razvitiya Rossiyskoy Federatsii ot 16 okt. 2006 g., URL: http://ohranatruda.ru/ot_biblio/normativ/data_normativ/48/48618/
- [3] A. K. Aylamazyan, Ya. I. Guliyev, S. I. Komarov, V. L. Malykh, V. Yu. Morozov. "Information Systems in Medicine: Problems and solutions", *Programmnyye sistemy: Teoreticheskiye osnovy i prilozheniya*, ed. A. K. Aylamazyan, Nauka. Fizmatlit, M., 1999, pp. 162.
- [4] G. I. Nazarenko, Ya. I. Guliyev, D. Ye. Yermakov. *Medical Information Systems: Theory and Practice*, eds. G. I. Nazarenko, G. S. Osipov, Fizmatlit, M., 2005, 320 p.
- [5] A. G. Belyshev, Ya. I. Guliyev, V. Yu. Morozov. "Building health systems using object technologies", *Programmnyye sistemy: Teoreticheskiye osnovy i prilozheniya*, ed. A. K. Aylamazyan, Nauka. Fizmatlit, M., 1999, pp. 169.
- [6] V. L. Malykh, S. P. Pimenov, M. I. Khatkevich. "Object-relational approach to the creation of large information systems", *Programmnyye sistemy: Teoreticheskiye osnovy i prilozheniya*, ed. A. K. Aylamazyan, Nauka. Fizmatlit, M., 1999, pp. 177.
- [7] *Health informatics — Electronic health record — Definition, scope and context*, ISO/TR 20514:2005, 2005, URL: http://www.iso.org/iso/iso_catalogue/catalogue_tc/catalogue_detail.htm?csnumber=39525
- [8] B. V. Zingerman. "Definition of Key Terms of Medical Informatics", X Vserossiyskaya konferentsiya "Informatsionnyye tekhnologii v meditsine" (2009), URL: <http://itm.consef.ru/main.mhtml?Part=80>
- [9] I. V. Yemelin, B. V. Zingerman, G. S. Lebedev. "Standardization of structure of electronic medical data", *Informatsionno-izmeritel'nyye i upravlyayushchiye sistemy*, 2010, no.12, pp. 18–24.
- [10] openEHR, URL: <http://www.openehr.org/>
- [11] *Approval of the Chart of accounts for purposes of financial accounting for organizations and instructions of its use*, Prikaz Minfina RF ot 31.10.2000 N 94n (red. ot 08.11.2010), URL: http://minfin.ru/ru/performance/accounting/accounting/legislation/acts/?id_39=2293&page_id=460&popup=Y&area_id=39

Sample citation of this publication:

Dmitriy Belyshev, Evgeniy Kochurov. "Analysis of Data Storage Methods for Modern Healthcare Information Systems", *Program systems: theory and applications*, 2016, 7:2(29), pp. 85–103. (In Russian).

URL: http://psta.psisras.ru/read/psta2016_2_85-103.pdf