

**С.И. КОМАРОВ,**

к.т.н., с.н.с. Исследовательского центра медицинской информатики Института программных систем им. А.К. Айламазяна РАН, г. Переславль-Залесский, Россия, ksi@interin.ru

Д.В. АЛИМОВ,

с.н.с. Исследовательского центра медицинской информатики Института программных систем им. А.К. Айламазяна РАН, г. Переславль-Залесский, Россия, alimov@interin.ru

ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ МЕХАНИЗМА МНОГОКОМПОНЕНТНОСТИ ПРИ ИНФОРМАТИЗАЦИИ КРУПНЫХ ЛПУ

УДК 61:007

Комаров С.И., Алимов Д.В. Особенности применения механизма многокомпонентности при информатизации крупных ЛПУ (Институт программных систем им. А.К. Айламазяна РАН, г. Переславль-Залесский, Россия)

Аннотация. Статья посвящена анализу особенностей крупных лечебно-профилактических учреждений, а также применению механизма поддержки мультипликативных структур низкого уровня МИС при информатизации таких ЛПУ. Статья будет полезна как архитекторам и разработчикам МИС, так и пользователям современных МИС.

Ключевые слова: медицинская информационная система, информатизация здравоохранения, крупное лечебно-профилактическое учреждение, механизм многокомпонентности.

UDC 61:007

Komarov S.I., Alimov D.V. Features of use of the multicomponent mechanism at informatization of large hospitals (Ailamazyan Program Systems Institute of RAS, Pereslavl-Zalessky, Russia)

Abstract. The Article is devoted to analysis of large hospitals features and to discuss the application of low-level multicomponent mechanism of HIS at large hospital informatization process.

Keywords: hospital information system, healthcare system informatization, large hospital, multicomponent mechanism.

Введение

В число первичных задач построения информационной системы (ИС) масштаба предприятия входит задача обследования объекта автоматизации и формирования требований к проектируемой ИС.

Как правило, крупные предприятия обладают рядом отличительных особенностей, в том числе в областях бизнес-логики функционирования, организационной структуры, территориальной распределенности, финансовой дисциплины и т.п.

Ведомственная принадлежность в свою очередь накладывает ряд дополнительных ограничений и специфичных требований, которые также необходимо учитывать разработчикам программного обеспечения информационных систем масштаба предприятия

наряду с иными особенностями объекта информатизации.

В данной статье мы хотели бы предложить результаты анализа опыта информатизации крупных предприятий на примере здравоохранения и рассказать об особенностях создания медицинских информационных систем (МИС) крупных лечебно-профилактических учреждений (ЛПУ) и объединений ЛПУ с применением системных механизмов поддержки мультипликативных структур или многокомпонентности [1].

Общие особенности крупных ЛПУ

Крупные ЛПУ, такие как центральные клинические больницы, областные/краевые/региональные больницы и т.п., всегда выделя-



лись в нашей системе здравоохранения. Этому способствовали и высокие требования к решаемым задачам, и соответствующее им оснащение высококвалифицированным персоналом и высокотехнологичной техникой, и серьезное финансирование, а также статусные и иные возможности.

Важной особенностью крупных ЛПУ является оказание, как правило, нескольких различных типов медицинской помощи: амбулаторной, стационарной, стационарозамещающей, восстановительного лечения и т.д. Как следствие, медицинская документация ведется (в соответствующих случаях) в виде амбулаторных карт, стоматологических карт, историй болезни, историй родов, историй развития новорожденных, карт восстановительного лечения и т.д. При этом для одного и того же пациента могут существовать и быть в текущий момент актуальными несколько медицинских карт различного вида одновременно.

В организационном аспекте в первую очередь необходимо отметить наличие в их организационной структуре специфичных мультипликативных конструкций, иначе называемых многокомпонентностью. Это означает, что с организационной точки зрения крупные ЛПУ могут объединять несколько стационаров (например, взрослый и детский), несколько амбулаторных служб (взрослая и детская поликлиники, женская консультация и т.п.), несколько параклинических служб и т.д.

С финансовой точки зрения в таких ЛПУ встречаются, как правило, все варианты видов оплаты за оказанные медицинские услуги: и ОМС, и ДМС, и договоры за наличный расчет, и договоры с предприятиями, и высокотехнологичная и специализированная медицинская помощь.

С территориальной точки зрения могут быть варианты как централизованного расположения (в одном корпусе, в рядом расположенных корпусах), так и децентрализованного (территориально разнесенные корпуса, обособленные здания).

Имеются и другие особенности, часть из которых также будет рассмотрена далее в данной статье.

Необходимо отметить, что в России в последнее время происходят значимые изменения в процессах функционирования лечебно-профилактических учреждений, связанные с инициативами правительства, структурными изменениями и развитием конкуренции на рынке медицинских услуг.

Существенные и достаточно разноплановые коррективы при этом вносит проводимая Министерством здравоохранения программа модернизации здравоохранения.

Одним из направлений программы модернизации является деятельность по оптимизации системы здравоохранения. В числе основных мероприятий можно выделить такие, как:

- укрупнение медицинских учреждений за счет объединения нескольких ЛПУ в одно;
- оптимизация коечного фонда за счет реперофилирования мощностей клиник.

С одной стороны, в соответствии с программой модернизации должно происходить объединение юридических лиц с сокращением административного аппарата. Декларируется, что процесс укрупнения лечебно-профилактических учреждений не повлечет за собой сокращения числа ЛПУ: существующие поликлиники и амбулатории должны продолжать работать как филиалы образующихся крупных центров. Создающиеся Центры будут представлять собой многопрофильные лечебные учреждения с территориально распределенной сетью филиалов под управлением одной управленческой команды.

С другой стороны, происходит сокращение до трети коечного фонда. Высвобождающиеся койки должны быть реперофилированы на нужды восстановительной и паллиативной медицинской помощи.

Проект модернизации находится сейчас в активной фазе и существенно меняет структуру и состав существующих ЛПУ, их оснащенность техникой и специалистами, структуру потоков пациентов.



Наряду с этими процессами наблюдается бурный рост частной медицины, быстро заполняющей имеющиеся и появляющиеся ниши в системе здравоохранения. Здесь можно отметить как структурные факторы — рост числа медицинских центров, развитие филиальных сетей, создание крупных и многопрофильных медицинских центров, так и качественные — активное расширение видов оказываемой помощи, номенклатуры оказываемых услуг, быстрое внедрение новейших медицинских и информационных технологий, взаимовыгодная кооперация.

Таким образом, мы наблюдаем количественные и качественные изменения в системе здравоохранения, требующие отражения в управленческой парадигме и соответственно их учета при построении информационной модели ЛПУ в задаче создания медицинских информационных систем.

Классы крупных ЛПУ

В процессе обследования крупных ЛПУ для целей построения интегрированных информационных систем мы обнаружили ряд интересных особенностей, присущих таким организациям. Эти особенности накладывают дополнительные требования и существенно усложняют задачу комплексной информатизации, часто делая непригодным использование стандартных подходов к этому процессу и стандартных алгоритмов МИС ЛПУ.

В результате исследований мы выделили три существенных класса крупных лечебно-профилактических учреждений со специфическими моделями работы:

- 1.** Крупное (многопрофильное) ЛПУ, располагающееся в нескольких корпусах, возможно, территориально удаленных друг от друга.
- 2.** Сеть филиалов с раздельными юридическими лицами.
- 3.** Тесное сотрудничество нескольких «дружественных» ЛПУ, примерно равнозначных по мощности, но, возможно, имеющих различную специализацию.

Перечислим некоторые особенности каждого из приведенных случаев, интересные с точки зрения реализации в МИС.

Крупное (многопрофильное) ЛПУ на территориально близких либо удаленных площадках

- 1.** Одно юридическое лицо.
- 2.** В состав входят несколько однотипных компонент, таких как Стационар, Параклиника, Поликлиника (необходимо отметить, что они не всегда присутствуют явно в организационной структуре ЛПУ).
- 3.** Сбор статистических данных по различным аспектам деятельности производится как в разрезе корпуса (территории, площадки), так и по всему ЛПУ в целом.

4. Единая база пациентов, электронных медицинских карт. Возможно ведение нескольких бумажных амбулаторных карт для одного пациента (в разных корпусах), но для руководства важно объединение истории посещений/случаев обслуживания пациента, переход к единой электронной медицинской карте.

5. Возможны переводы пациентов из отделений одного корпуса в отделения другого. Считается внутрибольничным переводом. Но чаще перемещения пациентов происходят внутри одного корпуса/территории.

6. Формируется единый реестр услуг. Финансовая отчетность формируется от организации в целом.

7. Материальное снабжение осуществляется через центральный склад (по принадлежности — аптечный, медицинского инвентаря, пищеблока и т.п.).

Необходимо отметить, что многопрофильность не является обязательным требованием, в данный класс могут попадать и специализированные ЛПУ, осуществляющие профильную медицинскую помощь, но имеющие в своем составе несколько однотипных компонент.

Ряд «дружественных» ЛПУ

Такие формы сотрудничества часто встречаются в работе ведомственных учреждений, обладающих не только контингентом единой





принадлежности, но и определенной степенью свободы в таких областях взаимного сотрудничества, как обмен информацией, направление потоков пациентов и т.п.. В качестве примера можно привести ведомственные ЛПУ с различающимися наборами возможностей обслуживания пациентов. Например, у одного имеются мощности иммунологической лаборатории, у другого — томография и ангиография, и при этом заключены договоры на взаимное обслуживание пациентов в объеме отсутствующих у данного ЛПУ услуг. Частные клиники также могут неформально объединяться в подобные структуры для оптимизации своей деятельности, предоставления расширенного спектра оказываемых услуг и т.д.

1. Разные юридические лица.
2. Как правило, такой вид сотрудничества используется ЛПУ среднего размера. В состав каждого в таком случае обычно входит по одной компоненте, такой как Стационар, Параклиника, Поликлиника.
3. Сбор данных разделен. Руководству интересен анализ данных по потокам пациентов между «дружественными» ЛПУ.
4. Возможен обмен данными пациента. В каждом ЛПУ своя электронная медицинская карта. Возможна передача медицинских данных в «дружественные» ЛПУ.
5. Переводы пациентов в другое ЛПУ оформляются выпиской и сопровождаются всей необходимой документацией.
6. Реестры услуг формируются отдельно. Одним из важных факторов управления является оценка финансового потока от оказания медицинских услуг пациентам другого ЛПУ (лабораторная, инструментальная диагностика и т.д.).
7. Материальное снабжение осуществляется через центральные склады каждого юридического лица.

Случай «дружественных» ЛПУ можно информатизировать различными способами, например: реализовать единое хранилище данных и комплексную информационную

систему уровня крупного ЛПУ, единое хранилище данных и различные экземпляры информационных систем, различные хранилища данных и различные экземпляры информационных систем. Не останавливаясь на преимуществах и недостатках каждого из этих вариантов, в данной статье будем рассматривать применение первого из упомянутых способов.

Филиальная сеть

Образуется на базе/с выделением головного учреждения, либо многопрофильного, либо специализированного. Филиалы могут быть как отдельными юридическими лицами, так и в составе головного ЛПУ (обычно при близкой территориальной расположенности).

1. Филиалы зарегистрированы, как правило, как отдельные юридические лица.
2. Среди отдельных линейных, расположенных на периферии филиалов могут встречаться как состоящие из только одной компоненты (как правило, это Поликлиника), так и комплексные. Центральное ЛПУ является крупным комплексным многопрофильным лечебным учреждением (см особенности выше) либо специализированным.
3. Сбор статистических данных осуществляется отдельно по каждому филиалу. В головном учреждении необходимо анализировать также и обобщенную статистику по всей сети. Большое внимание уделяется оформлению пациентов, передаваемых из филиалов в Центр (полнота, корректность, своевременность оформления документации, оценивается качество медицинских мероприятий на всех уровнях сети).
4. Необходим обмен исходными данными для обеспечения преемственности и корректного продолжения лечения.
5. Переводы пациентов в другое ЛПУ оформляются выпиской и сопровождаются всей необходимой документацией. Возможно предоставление дополнительных данных, анализ соответствия информации в исходящем и в принимающем ЛПУ (совпадение диагнозов, оценка качества медицинской помощи на предыдущем этапе и т.д.).



6. Реестры услуг формируются отдельно. В центр передается итоговая информация о финансовой работе каждого ЛПУ сети.

7. Материальное снабжение осуществляется через центральные склады каждого юридического лица (возможны централизованные закупки с передачей на склады филиалов).

Особенности информатизации сети филиалов крупного ЛПУ выходят за рамки данной статьи.

Механизм многокомпонентности для крупных ЛПУ

В результате изучения логики работы крупных ЛПУ, имеющих сложную многокомпонентную организационную структуру, мы пришли к выводу, что информационная поддержка деятельности учреждения при комплексной информатизации его подразделений должна выполняться на основе работы общесистемного механизма, имеющего доступ к данным всех подсистем медицинской информационной системы ЛПУ.

Существуют различные способы реализации такого рода механизмов в информационной системе, такие как использование встроенных механизмов СУБД, расширение возможностей СУБД в части объектной и процедурной модели, независимая от средств СУБД программная реализация и т.п. При разработке МИС Интерин PROMIS (ООО «Интерин технологии») был выбран второй вариант как наиболее оптимальный в применении к сложившейся архитектуре комплексной информационной системы, доступным возможностям СУБД и условиям, диктуемым постановкой задачи. Этот вариант был реализован в виде механизма, который называется механизмом поддержки мультипликативных структур, или механизмом многокомпонентности [2].

Механизм поддержки многокомпонентности МИС Интерин PROMIS — это общесистемный механизм низкого уровня, имеющий доступ к данным всех подсистем и модулей информационной системы. Он обеспечивает

разметку данных по принадлежности к тому или иному множеству подразделений лечебного учреждения и предоставляет возможность динамического управления доступом пользователей к данным, ассоциированным с некоторым множеством подразделений лечебного учреждения.

Одним из важнейших свойств механизма многокомпонентности является динамичность управления доступом к данным. Именно требование возможности многократной смены уровня доступа пользователя наложило ограничение при его разработке на использование системных механизмов уровня СУБД, таких как Oracle Virtual Private Database. Существенным недостатком применимости предоставляемого СУБД механизма являлось то, что его реализация использовала кэширование данных, приводившее к потере свойства динамичности. Необходимо также отметить, что данный функционал поддерживается только в версии СУБД Enterprise Edition, что существенно увеличивает стоимость необходимого для развертывания МИС системного программного обеспечения и как результат серьезно сказывается на стоимости всего проекта информатизации лечебного учреждения.

При проектировании механизма многокомпонентности в МИС Интерин PROMIS справочник сущностей базы данных был расширен новыми понятиями: «Компонента», «Область видимости».

«Компонента» — часть лечебного учреждения, как правило, определяемая множеством подразделений, входящих в эту часть ЛПУ.

«Область видимости» — множество компонент, данные которых могут быть одновременно доступны пользователям МИС.

При настройке Механизма многокомпонентности в лечебно-профилактических учреждениях, классифицированных нами выше, применяются различные методики, опирающиеся на общую базу.

Первый подход к реализации механизма многокомпонентности выполнялся при инфор-





матизации компанией ООО «Интерин сервис» многопрофильного ЛПУ первого типа из приведенной нами классификации. Однако, как будет показано далее, принципы, заложенные при его проектировании и реализации в рамках нашей совместной работы, позволили использовать данный механизм (с некоторым развитием) и при выполнении проектов в ЛПУ других типов.

При информатизации крупного многопрофильного лечебно-профилактического учреждения, имеющего сложную организационную структуру, необходимо определить компоненты в терминах подразделений ЛПУ. Например, в ходе одного из крупных внедрений были выделены компоненты:

- «Стационар Главного корпуса», куда включены клинические подразделения, располагающиеся в главном корпусе ЛПУ;
- «Стационар Педиатрического корпуса», куда включены клинические подразделения педиатрического корпуса;
- «Параклиника главного корпуса», куда включены диагностические, консультативные и восстановительные подразделения главного корпуса;
- «Параклиника педиатрического корпуса», куда включены диагностические, консультативные и восстановительные подразделения педиатрического корпуса.

Для определения доступа к данным должны быть описаны Области видимости, которые включают в себя либо по одной компоненте, либо сочетания компонент в зависимости от решаемых задач. Считаем нужным отметить, что строить при этом полное произведение множества Компонент на себя, как правило, нет необходимости: построение такого множества приводит к излишнему количеству доступных областей видимости, многие из которых не несут разумной смысловой нагрузки для целей функционирования информационной системы. Поэтому мы ограничиваемся теми сочетаниями, которые необходимы пользователям для выполнения ими функциональных обязанностей. Например, для начала

работы оказалось достаточным определить следующие области видимости:

- Стационар Главного корпуса;
- Стационар Педиатрического корпуса;
- Параклиника Главного корпуса;
- Параклиника Педиатрического корпуса;
- Отделения Главного корпуса (Клинические и параклинические отделения соответствующего корпуса);
- Отделения Педиатрического корпуса (Клинические и параклинические отделения соответствующего корпуса);
- Все подразделения (Подразделения обоих типов во всех корпусах).

Заметим, что по мере возникновения новых задач такого класса указанный список может быть соответствующим образом расширен и применен для адаптации информационной системы с использованием возможностей настройки МИС Интерин PROMIS средствами высокого уровня.

Указанная разметка позволяет пользователям работать с модулями системы, используя данные своей компоненты, и при необходимости переключать область видимости, расширяя или сужая массив доступных данных.

Например, выполняя переводы из одного отделения в другое в рамках одного корпуса (таких переводов, согласно статистике, порядка 90%), пользователь работает в рамках своей области видимости «Стационар Педиатрического корпуса». При этом в справочнике отделений, доступных для перевода, отображается список, ограниченный клиническими отделениями педиатрического корпуса. При переводе пациента в другой корпус пользователь имеет возможность указать иную область видимости, например, «Все подразделения», и тогда список доступных отделений для перевода пополняется клиническими отделениями другого корпуса.

Таким образом, такая реализация механизма многокомпонентности успешно решала и решает задачи поддержки работы крупного многофункционального ЛПУ, являющегося



одним юридическим лицом и использующего единую медицинскую информационную систему.

В нашей практике мы столкнулись с ситуациями, не укладывавшимися в рамки выразительных средств реализованного механизма, несмотря на разную степень внешнюю схожесть решаемых задач с описанным случаем.

Наиболее интересным оказался случай с вариантом построения интегрированной медицинской информационной системы двух различных территориально разнесенных ЛПУ.

На момент информатизации лечебно-профилактические учреждения были полностью автономны. У каждого были свои каналы госпитализации, свои пакеты договоров со страховыми компаниями. Материально-техническое обеспечение лечебно-диагностического процесса выполнялось по своим каналам.

Однако были и точки соприкосновения: лечебные учреждения тесно контактировали в рамках диагностического процесса. Пациентов одного ЛПУ часто направляли в другое для проведения исследований и консультаций, аналогичный поток существовал и в обратном направлении. Каждое из ЛПУ использовало в своей работе полноценную информационную систему с электронной медицинской картой, что обеспечивало медицинскому, управленческому и вспомогательному персоналу требуемую доступность информации в рамках своего учреждения, информационную поддержку бизнес-процессов, комфортную работу в дружественной среде. В такой ситуации оказались естественными пожелания медицинского персонала и в первую очередь врачей-диагностов распространить наработанные возможности информатизации процессов деятельности ЛПУ и на пациентов, направленных из «дружественного» ЛПУ.

В случае тесного взаимодействия нескольких лечебных учреждений, являющихся разными юридическими лицами, одним из возможных вариантов информатизации может быть выбран вариант совместного использования медицинской информационной системы.

Конечно же, есть и другие варианты информатизации, обладающие как своими плюсами, так и минусами. Совместно с руководством обоих ЛПУ нами были рассмотрены все варианты, и в результате анализа мы остановились на использовании механизма многокомпонентности в рамках единой МИС. Надо отметить, выбор оказался верным.

По результатам анализа информационного взаимодействия ЛПУ потребовалось развитие механизма многокомпонентности.

Дополнительно к имеющемуся функционалу было необходимо дать возможности указания принадлежности компонент к юридическому лицу, а также ограничения доступа к самим компонентам и областям видимости в рамках одного юридического лица.

В соответствии с этими требованиями модель была расширена за счет введения новой сущности «Территория», для которой указываются атрибуты юридического лица:

- Точное юридическое название;
- ИНН;
- ОГРН;
- Адрес;
- Банковские реквизиты;
- Контактные телефоны и т.д.

При использовании механизма многокомпонентности каждой Территории сопоставляется принадлежащий ей набор Компонент.

В отношении взаимодействия сущностей «Область видимости» и «Территория» дополнительных ограничений не накладывается: можно формировать Область видимости как из Компонент одной Территории, так и используя Компоненты различных Территорий.

Такое расширение системного справочника механизма многокомпонентности, наряду с дополнительными возможностями разметки данных, позволили предоставить каждому лечебному учреждению полноценный набор функционала, гибко расширяемого на фрагменты бизнес-цепочек другого учреждения.

Таким образом, тесно сотрудничающие учреждения образуют единый комплекс с





информационной точки зрения, дающий дополнительные положительные возможности в виде доступа на уровне полной медицинской карты пациента (а не только информации из направления на обследование или выписки из медицинской карты), возможностей мониторинга состояния пациентов на протяжении всего времени обслуживания, обеспечения преемственности в диагностике и лечении. Важным фактором является также экономия на стоимости системного программного обеспечения, стоимости обслуживания серверной платформы, информационной системы в целом — эти затраты могут быть разделены между участниками комплекса. В управленческом аспекте повышается степень достоверности информации о финансовых и временных затратах на внешние услуги (исследования, консультации и т.п.), прозрачности и обоснованности лечебно-диагностических мероприятий.

Еще более интересным случаем оказалось последовавшее через некоторое время решение об объединении этих ЛПУ в рамках одного юридического лица. Проанализировав возникающие при этом вопросы и проблемы, а также возможности механизма многокомпонентности и МИС Интерин PROMIS в целом, мы с большим удовлетворением обнаружили, что такая задача может быть решена встроенными средствами за достаточно короткий промежуток времени без перепрограммирования и ломки наработанных навыков и приемов работы пользователей системы. Благодаря тому, что работа медицинских учреждений в единой медицин-

ской информационной системе обеспечивается общесистемным механизмом низкого уровня, имеется возможность провести процедуру объединения лечебных учреждений в одно ЛПУ путем настройки системных справочников и корректировки бизнес-процессов информационной поддержки работы пользователей в процессе функционирования ЛПУ.

Это очень важное свойство МИС Интерин PROMIS в свете текущих задач, возникающих в процессе проводимой реформы здравоохранения и сформулированных нами в начале статьи.

Заключение

Таким образом, реализованный в медицинской информационной системе Интерин PROMIS механизм многокомпонентности может быть успешно использован при решении задач информатизации лечебных учреждений, подлежащих в рамках реформы объединению с целью укрупнения. Использующие МИС Интерин PROMIS учреждения могут работать в информационной системе как независимые ЛПУ, а на этапе подготовки либо в процессе объединения проводятся лишь мероприятия по реконфигурированию МИС для обеспечения работы в рамках единого ЛПУ. При этом, что очень важно, полностью сохраняется медицинская, экономическая, статистическая и пр. информация, накопленная участвующими ЛПУ по всем случаям обращения пациентов за медицинской помощью, не меняются навыки/интерфейсы работы пользователей, поддерживается преемственность в ведении пациентов.

ЛИТЕРАТУРА



1. Назаренко Г.И., Замиро Т.Н., Михеев А.Е., Гулиев Я.И., Хаткевич М.И. Проблемы создания медицинских информационных систем. Поддержка мультипликативных структур ЛПУ в МИС//Врач и информационные технологии. — 2007. — № 4. — С. 48–50.
2. Алимов Д.В. Поддержка многокомпонентности в медицинских информационных системах//Программные продукты и системы. — 2009. — № 2. — С. 31–34.