

# **Интегрированная медицинская информационная система Медицинского центра Банка России**

*Михеев А.Е.*

*к.т.н., начальник Отдела автоматизации лечебно-диагностического процесса  
Медицинского центра Банка России, Москва*

*Гулиев Я.И.*

*к.т.н., директор Исследовательского центра медицинской информатики  
Института программных систем РАН, Переславль-Залесский*

В 1994 году Медицинским центром Банка России (МЦ БР) и Институтом программных систем РАН (ИПС РАН) было принято решение о совместной разработке интегрированной распределенной медицинской информационной системы (МИС). Задача была сформулирована и последовательно поддерживается руководством Медицинского центра Банка России.

В течение короткого времени были выполнены работы по изучению и разработке функциональной модели предметной области, спецификации и согласованию требований к МИС, разработка прототипа МИС, опытная эксплуатация МИС в МЦ БР. В результате исследований и разработок была создана первая версия МИС МЦ БР, которая была введена в промышленную эксплуатацию в 1996 году. С этого времени ведется сопровождение МИС и ее развитие.

В настоящее время все подразделения Медицинского центра Банка России, включая стационар, поликлинику и диагностический центр, несмотря на их территориальное разделение, работают в едином информационном пространстве, обеспечивая преемственность лечения пациентов.

МИС МЦ БР не имеет аналогов в России ни по масштабу внедрения, ни по степени охвата деятельности ЛПУ. В системе работают около 1300 пользователей на 600 рабочих местах. Неоднократные сравнения показали, что МИС МЦ БР по многим параметрам находится на уровне передовых зарубежных госпитальных систем.

Разработка МИС послужила основой для формирования в ИПС РАН нового научного направления — медицинской информатики. Была создана Лаборатория ИНТЕРИН, а впоследствии на ее основе Исследовательский центр медицинской информатики.

Теоретические исследования и практические разработки привели к созданию технологии построения МИС, включающей комплекс инструментальных средств, технологических решений и методик создания

интегрированных информационных систем лечебно-профилактических учреждений, которая впоследствии получила название технологии Интерин.

### ***Проблемы создания медицинских информационных систем***

Были проведены работы по изучению бизнес-процессов лечебно-профилактического учреждения. Несмотря на то, что над аналитиками довлела идея отказа от бумажных документов, существенным источником информации о предметной области оказался бумажный документооборот.

Основные проблемы, которые встали перед разработчиками еще в самом начале изучения предметной области:

- большие объемы и разнообразие типов медицинской информации;
- недостаточная формализация (концептуализация и стандартизация) предметной области;
- постоянно расширяющаяся понятийная и концептуальная база предметной области (медицины);
- необходимость одновременной поддержки бумажной и безбумажной технологий работы.

Исследования показали, что возможностей существующих методологий и инструментальных средств для решения задач построения интегрированных медицинских информационных систем недостаточно. Исследования были продолжены в направлении поиска как научно-технологических, так и методологических решений.

Были изучены и классифицированы основные устоявшиеся технологии ИС: фактографические системы (банки данных), системы документооборота (Docflow) и системы «рабочих потоков» (Workflow).

На основе проведенных исследований был сделан вывод, что ввиду особенностей бизнес-процессов медицинских учреждений интегрированные МИС должны включать в себя элементы всех трех указанных типов ИС. В то же время, каждая технология в отдельности либо не покрывает потребности МИС (фактографические системы, Docflow), либо плохо применима для построения МИС (Workflow).

Стало понятно, что составной частью общей методологии разработки интегрированных МИС может служить понятие «документ», которое пытались сначала выжить — в эру АСУ, а потом внести в технологию информационных систем «как есть» — в эру систем документооборота.

Кроме того, понятие «документ», как одна из основ построения МИС, также хорошо применимо для решений таких проблем, как поддержка стандартов представления медицинской информации, передача медицинской информации и т.д.

Исследования по использованию концепции документа в архитектуре МИС привели к разработке *механизма информационных объектов и архитектуры HL-X.*

К проблемам, относящимся непосредственно к специфике предметной области, добавились и другие, связанные с изменениями, происходящими в бизнес-процессах лечебно-профилактических учреждений в результате коренных преобразований в общественно-политической жизни страны.

Спецификой проекта оказалась необходимость совмещения научных исследований и разработки экспериментального и прикладного программного обеспечения.

## **Основные принципы интегрированной МИС ЛПУ**

Были сформулированы основные принципы интегрированной МИС МЦ БР:

1. Поддержка разнопрофильных медицинских учреждений.
2. Интеграция информационных потоков, обеспечивающая актуальность, целостность и непротиворечивость хранящейся информации.
3. Охват в системе всех сторон жизнедеятельности учреждения.
4. Концентрация информации вокруг пациента, или «Единая медицинская карта».
5. Автоматизация оформления документации.
6. Автогенерация статистических отчетов.
7. Представление медицинской информации в динамике.
8. Использование редактируемых справочников для настройки системы при внедрении и при некоторых изменениях бизнес-процессов.
9. Финансовый учет и анализ оказанных медицинских услуг.
10. Изменение технологии работы учреждения в результате внедрения МИС.
11. Регламент доступа к медицинской информации.
12. Поддержка проектных, медицинских и информационных стандартов.
13. Применение элементов телемедицины.
14. Интеграция разнотипных данных.

### **Общесистемные механизмы**

**Механизм информационных объектов.** Механизм предназначен для централизованного представления метаданных и описания информационной модели предметной области. В рамках данного механизма стало возможным единообразно и системно решать вопросы доступа, отображения и обработки информации, контроля и пользовательского интерфейса.

С помощью механизма выделяется формализованный метауровень, назначение которого — описание структуры предметной области, включающей понятия и связи между ними, а также способы манипулирования информацией.

Метауровень обеспечивает возможность единообразного доступа к информации как компонентам системы, так и внешним программным продуктам.

Механизм информационных объектов представляет собой конструктор, позволяющий вводить новые объекты в ИС и определять их функциональность.

**Единый унифицированный интерфейс Рабочий стол.** Под Рабочим столом пользователя понимается механизм, обеспечивающий доступ пользователя к объектам ИС. Интерфейс, в основе которого лежит понятие «Рабочий стол», реализует привычную для пользователя аналогию работы с бумажными документами.

Концепция электронного рабочего стола призвана решить следующие задачи:

- Интеграция данных, документов, документопотока и функциональности.
- Моделирование элементов бумажной технологии лечебно-диагностического процесса. Унификация методов доступа к разнородной медицинской информации.
- Поддержка коллективной работы над электронными медицинскими документами.

- Поддержка различных фаз жизненного цикла документов (черновик, документ, архивный документ и т.п.).

**Механизм авторизации и прав доступа.** Для реализации механизма прав в системе был разработан аппарат метапользователей. Права пользователя определяют, как пользователь получает доступ к объектам и как предоставляются права на выполнение действий над объектами. Метапользователь — это некоторое понятие, объединяющее множество исполнителей и используемое для наделения множества исполнителей одинаковыми правами. Конкретный исполнитель может одновременно относиться к нескольким метапользователям и обладать суммарными правами. Например, конкретный пользователь может являться одновременно *заведующим отделением, лечащим врачом* для конкретного пациента, *консультантом* и *членом ВТЭК*.

**Архитектура HL-X.** В основе подхода лежит представление о необходимости поддержки информационной системой эволюционного процесса концептуализации предметной области. В основе архитектуры лежит понятие документа HL-X. Документ HL-X — это свободно конструируемая по заданным правилам информационная структура из строго формализованных концептов предметной области.

Концептуально документ HL-X задается как множество моделей, раскрывающих его с различных точек зрения:

- понятийная модель;
- информационная модель (структурная модель);
- модель обработки данных документа;
- модель визуализации;
- функциональная модель документа;
- модель безопасности.

Главное достоинство документа HL-X — в высоком уровне абстракции этих моделей, делающих его независимым от конкретной информационной системы, базы данных, технологических средств разработки (конструкторы интерфейса и языки программирования), каналов связи и средств доставки документа.

### ***Практические задачи, выполняемые МИС в лечебно-профилактическом учреждении***

Благодаря свойствам МИС в технологии Интерин, применение ее в медицинском учреждении позволяет решить практически весь спектр прикладных задач. Ввиду ограничений на объемы публикации, нет возможности перечислить все решаемые системой прикладные задачи, поэтому остановимся на главных:

- регистрация и учет пациентов;
- ведение баз данных по всем аспектам пребывания пациентов в ЛПУ;
- автоматизированное ведение историй болезни, амбулаторных карт, специализированных медицинских карт;
- поддержка стандартов оказания медицинской помощи, схем диспансерных и профилактических осмотров;
- мониторинг лечебно-диагностического процесса;
- хранение, предоставление и анализ результатов функциональных, лабораторных и рентгенологических исследований;
- печать документов в установленной форме;

- формирование и выдача медицинских заключений;
- ведение графиков работы медицинского персонала всех уровней;
- планирование и учет использования помещений и оборудования;
- планирование и учет использования коечного фонда;
- диспетчеризация врачебных приемов, лечебных и диагностических назначений;
- составление отчетов об использовании персоналом рабочего времени;
- проведение анализа работы подразделений и исполнителей;
- ведение, обработка и анализ медицинских и хозяйственных статистических данных;
- подготовка отчетных документов;
- учет лекарственных препаратов и расходных материалов;
- поддержка договорной работы;
- учет оказанных услуг, выставление счетов и контроль балансов счетов и платежей;
- поддержка работы отдела кадров;
- поддержка работы бригад скорой помощи и помощи на дому;
- поддержка службы диетпитания и склада пищеблока;
- поддержка механизмов коллегиальной работы с документами;
- поддержка принятия решений;
- автоматизированное формирование на основе стандартных схем лечения технологической цепочки лечебно-профилактической деятельности;
- обеспечение поддержки контроля процесса лечения со стороны более опытных специалистов, руководителей отделений и других должностных лиц;
- информационная поддержка оценки эффективности лечения, контроль за эффективностью и продолжительностью лечения;
- консультации и консилиумы в режиме телекоммуникаций;
- оперативный обмен информацией с медицинскими учреждениями своего ведомства, обеспечение преемственности в лечении пациента;
- обеспечение возможности внесения в систему информации о медицинских услугах, оказываемых пациенту в сторонних учреждениях;
- поддержка возможности интеграции систем других производителей;
- обеспечение взаимодействия с медицинскими информационными системами, как аналогичными, так и других производителей;
- информационное обслуживание персонала и пациентов.

### ***Основные функциональные подсистемы***

**Стационар.** Областью применения подсистемы являются все стадии лечебно-диагностического процесса в стационаре. Основные задачи, решаемые подсистемой:

- Поддержка организации деятельности стационара в соответствии с нормативными документами МЗ РФ и международными стандартами оценки лечебных учреждений.
- Ведение баз данных по всем аспектам пребывания пациентов в стационаре.
- Оперативное управление документооборотом на базе электронной формы истории болезни и всех других определенных приказами МЗ РФ документов.
- Контроль за соблюдением технологии ведения больного.
- Планирование и управление госпитализацией и коечным фондом.

**Поликлиника.** Функциональным назначением комплекса «Поликлиника» является реализации механизмов автоматизации амбулаторного учета контингента ЛПУ, включающего в себя ведение амбулаторных карт пациентов, назначение их на исследования в диагностические подразделения ЛПУ, создание единой со стационаром ЛПУ базы данных пациентов.

Основные подсистемы:

- Регистратура;
- Учет амбулаторного приема;
- Назначения;
- Диспансеризация;
- Помощь на дому;
- Учет услуг;
- Государственные и оперативные отчеты.

**Диагностические службы.** Основная задача подсистемы — поддержка исполнения диагностических назначений.

Основные функции подсистемы:

- Работа со списками назначений (рабочие листы).
- Исполнение назначений (заполнение протокола, заключения, рекомендаций, особые отметки).
- Назначение пациенту дополнительных исследований.
- Формирование мотивированного отказа в исполнении назначения.
- Просмотр медицинской карты пациента.
- Получение отчета о деятельности врача (подразделения).

**Стоматология.** Подсистема «Стоматология» обеспечивает информационную поддержку работы специалистов стоматологических отделений как поликлиники, так и стационара.

**Экономика.** Поддерживается учет услуг, а также управленческий учет — учет составляющих себестоимости услуг.

Надо отметить, что одной из существенных проблем разработки МИС в России в 90-х годах явились происходящие существенные изменения экономического аспекта деятельности медицинских учреждений.

**Отдел кадров.** С самого начала разработчики в первую очередь ориентировались на бизнес-процессы, непосредственно связанные с лечебно-диагностическим процессом. Было решено отложить разработку подсистем поддержки деятельности вспомогательных служб или использовать продукты сторонних разработчиков. Исключение составила подсистема кадрового учета, ввиду особой роли этой службы в жизни ЛПУ.

Областью применения подсистемы «Отдел кадров» являются все стадии учета кадров (прием и увольнение, перемещение сотрудников, составление штатного расписания и расчет занятости, оформление больничных листов и отпусков), а также использование данных о сотрудниках другими подсистемами (администратором МИС, медицинским персоналом при организации лечебно-диагностического процесса, а также при ведении медицинских карт сотрудников ЛПУ).

**Аптека.** Еще в ранней стадии работ по созданию МИС было принято решение о разработке подсистемы поддержки деятельности аптеки ЛПУ ввиду ее важной роли в обеспечении лечебно-диагностического процесса.

Основная задача подсистемы «Аптека» — всесторонний учет и контроль движения аптечных материалов (товаров) в лечебном учреждении на всех уровнях:

1. Уровень аптеки.
2. Уровень аптек старших медсестер лечебных отделений и лабораторий.
3. Уровень аптек постовых и процедурных медсестер.

Подсистема «Аптека» реализует весь спектр функциональных возможностей от работы с плановыми заявками на закупку медикаментов до контроля за движением товарно-материальных ценностей.

Интеграция в подсистему «Аптека» аптек лечебных отделений позволяет:

- полностью проследить движение аптечных товаров вплоть до их списания на конкретного пациента;
- обеспечить контроль и обоснование расхода аптечных материалов в отделениях;
- рассчитать себестоимость медикаментозного лечения каждого пациента в отдельности.

**Лечебное питание.** Подсистема «Лечебное питание» предназначена для информационной поддержки бизнес-процессов службы лечебного питания пациентов, включая ведение картотеки службы, работы с меню, поддержку заказных диет, формирование порционника и заказов для дополнительного питания.

**Восстановительное лечение.** Основные предоставляемые функции:

- ведение документации (протоколов, осмотров, дневниковых записей, процедурных карт);
- планирование и исполнение лечебных назначений;
- направление пациента на диагностические исследования;
- генерация отчетов.

### **Основные общесистемные функциональные механизмы**

**Управление потоком пациентов.** Механизм предназначен для единообразного управления потоком пациентов в комплексном ЛПУ, включающем в себя стационар и поликлинику, а также для различных схем учета пациентов в подразделениях ЛПУ.

**Электронная медицинская карта.** Формализованная медицинская карта представляет собой специализированную базу данных, содержащую сведения о пациентах и полный (в юридическом и медицинских аспектах) набор документов о ходе лечебно-диагностического процесса.

**Назначения.** В качестве основного процесса в лечебно-диагностической деятельности ЛПУ были выделены назначения и их исполнения. Информатизация этого процесса лечебного учреждения позволяет сформировать более мощный базис для развития технологии работы ЛПУ и

предоставляет возможности для анализа деятельности ЛПУ, контроля качества лечения и контроля обоснованности расходования ресурсов.

### **Новые технологические решения**

Информационные системы в медицине должны обеспечивать организацию и ведение клинического процесса, управление им. Только тогда они сумеют оказать существенное влияние на результат этого процесса – вылечивание больных.

Реорганизация клинического процесса средствами информационных систем возможна, если процесс лечения рассматривать как *технологический процесс*, следование которому гарантирует, что все лечебные мероприятия, предписанные текущим уровнем развития науки, будут исполнены. А это в свою очередь требует измерения медицинского технологического процесса, контроля и анализа отклонений от заданного научно-обоснованного течения процесса.

**Технологические карты.** Способом представления технологического процесса в удобной для врача форме (таблицы, графика и пр.) являются разработанные специалистами МЦ на содержательном уровне *технологические карты* для различных нозологий. *Технологическая карта* - документ, разработанный специалистами лечебного учреждения, в котором отображен процесс ведения больного с установленным диагнозом, созданный в данном учреждении с учетом его технических и кадровых ресурсов, утвержденный администрацией и служащий методическим пособием лечащим врачам. Определение технологической карты восходит к понятию клинического руководства.

Важнейшим элементом технологической карты, служащим для измерения и контроля процесса лечения, является *индикатор качества* медицинской помощи. Индикатор - это точно определенная, доступная измерению величина, связанная со структурой, процессом или результатом. Источниками информации для индикаторов служат: медицинские карты, листы назначений, протоколы исследований, лабораторные отчеты, журналы и т.д.

Посредством технологической карты контролируется процесс лечения и осуществляется экспертиза качества медицинской помощи. Экспертиза качества предусматривает анализ соответствия проведенных лечебных мероприятий технологической карте на основных этапах ведения больных (амбулаторном, приемного и клинического отделений) по критериям полноты и своевременности медицинской помощи, а также степени достижения ожидаемых результатов. Эксперт выявляет имевшие место отклонения в лечебно-диагностическом процессе, определяет их класс (системные, ситуационные, связанные с поведением больного), оценивает меры, принятые лечащими врачами для их устранения и предлагает при необходимости дополнительные.

На практике возможность организации и управления клиническим процессом средствами информационной системы обеспечит реализация и внедрение программных средств поддержки медицинского технологического процесса посредством ведения и контроля технологических карт. Разрабатываемые программные средства опираются на труды директора МЦ БР, член-корр. РАН, профессора Г.И. Назаренко по теории медицинских технологических процессов, а также на уже выстроенные модели и концепты

информационной системы - информационные объекты, понятия, события, документы, назначения.

**Панели управления (вложенные контрольные панели).** В здравоохранении любая деятельность имеет стоимость и обладает качеством, следовательно, может быть представлена в виде значимых данных, которые могут быть использованы руководством больницы для понимания текущего состояния дел, также как физиологические данные могут свидетельствовать о наличии сердечного приступа или риска его возникновения.

Наличие информационной системы, обеспечивающий сбор, обработку и представление различных срезов медицинской и прочей информации, необходимой для управления больницей, позволяет проводить регулярное и квалифицированное измерение технологических процессов и оценку результатов лечения, а значит и всей деятельности больницы, что является основой усилий по повышению качества и безопасности медицинского обслуживания.

Но даже при использовании электронной истории болезни и наличии развитых средств автоматизации, медицинская помощь все труднее поддается повседневному оперативному управлению. Руководству больницы приходится все меньшими силами справляться со все возрастающим объемом работы, большим количеством нормативных и правовых требований, более сложной системой финансирования. Более сложными становятся и сами задачи управления. Хотя первоочередной задачей медицинского учреждения по-прежнему остается оказание медицинских услуг населению, немаловажной составляющей работы современной больницы становятся вопросы управления ресурсами, удовлетворенности пациентов и персонала, экономической эффективности и конкурентоспособности.

Для решения этих вопросов требуется огромный объем ежедневных, еженедельных, ежемесячных сведений: финансовые данные по платежам и денежным поступлениям, число пролеченных и госпитализированных больных, штатные вакансии и текучесть кадров, число жалоб и несчастных случаев. Руководству больницы приходится учитывать требования аккредитации, сертификации, ориентироваться на лучшие показатели в отрасли и уровень удовлетворенности пациентов. В результате возникает переизбыток данных, который в зарубежной литературе называется DRIP-синдромом (DRIP – сокращение от “data-rich, information-poor” – много данных, мало информации), не позволяющих руководителям сосредоточиться на главных целях и важнейшей информации.

Чтобы гарантировать контроль над ключевыми функциями и задачами в рамках информационной системы медицинского учреждения необходимо создать перечень *ключевых индикаторов деятельности (КИД)* или *инструментальную панель администратора*. По аналогии с приборной панелью автомобиля или самолета она должна представлять собой набор ключевых индикаторов, позволяющих быстро оценить результаты работы и определить правильное направление движения.

По своей сути, инструментальная панель администрации является многомерным инструментом данных. Ее наибольшим преимуществом является одновременная совместная визуализация различных данных, что помогает выявить действительное положение дел в больнице. Для отображения на инструментальной панели КИД отбираются с учетом назначения,

стратегических целей и долгосрочных планов учреждения, а инкорпорация индикаторов отдельных подразделений и служб в интегрированную панель облегчает реализацию этих задач и планов. Полезность, эффективность и простоту виртуальной панели администрации определяют ограниченный набор наиболее существенных параметров и минимальный набор данных, визуализируемых в простой интуитивно понятной форме. Так как КИД оценивают вклад составляющих элементов медицинской помощи, они позволяют выявлять проблемы на ранних этапах и принимать ответные меры до того, как они станут критическими.

Инструментальная панель администрации позволяет создать новую систему оперативного управления с меньшими затратами, большим объемом перерабатываемой информации, в более строгом соответствии с основными целями и задачами медицинского учреждения.

### ***Интеграция систем***

Одновременно с развитием технологии обрабатывались способы и приемы интеграции систем, основанных на технологии Интернет, с программным обеспечением сторонних производителей. В МЦ БР в интеграции с МИС ИНТЕРИН работают:

- «Система анестезиологического мониторинга CyberLog» компании Megaputer Intelligence.
- Автоматизированная система «Видар ИнфоРадСеть 2.0» компании «ПО ВИДАР».
- Автоматизированная система управления бухгалтерским учетом Корпорации Парус «Парус 8xx».

### ***Эффективность использования***

При оценке эффективности медицинской автоматизированной системы необходимо учитывать, что затраты на автоматизацию могут быть оправданы только в том случае, если информационную систему предполагается использовать для управления медицинскими технологическими процессами.

Компьютеризация деятельности медицинского персонала в первую очередь сказывается на работе с пациентами. Инновационные технологические возможности обеспечивают врача новыми инструментами, позволяющими выполнять качественную диагностику, мониторинг состояния пациента во времени, контролировать процесс принятия решений. Именно потенциальные возможности автоматизированных систем в повышении эффективности работы и качества обслуживания пациентов делают их экономически оправданными и даже необходимым.

В качестве примера также можно отметить, что внедрение информационной системы в МЦ ЦБ РФ позволило добиться существенного сокращения расходов за счет увеличения оборота койки (См. Рис. 1) и рационального использования лекарственных средств и медицинских расходных материалов.



Рис. Тенденция изменений основных параметров

### Литература

- [1] Гулиев Я.И., Комаров С.И., Малых В.Л., Осипов Г.С., Пименов С.П., Хаткевич М.И. Интегрированная распределенная информационная система лечебного учреждения (ИНТЕРИН) // Программные продукты и системы. — 1997. — № 3.
- [2] Guliev Y., Osipov G., Ailamazyan A., Bodrova O., Komarov S., Mikheev A., Nazarenko G. Specificity of Hospital Information System (HIS) Development in the Context of Forming Information Infrastructure and Economic Structure of Russia // Proc. of "Medinfo-98". — Seoul, 1998.
- [3] Назаренко Г.И., Михеев А.Е. Больничные информационные системы: Разработка. Внедрение. Эксплуатация: Учеб. Пособие /Под ред. Г.И. Савина. — М.: Медицина XXI, 2003. — 320 с.
- [4] Назаренко Г.И., Гулиев Я.И., Ермаков Д.Е. Медицинские информационные системы: теория и практика / Под ред. Г.И. Назаренко, Г.С. Осипова. — М.: Физматлит, 2005. — 320 с.