

РЕАЛИЗАЦИЯ ИНВАРИАНТНЫХ ПРИНЦИПОВ CALS-ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ИНФОРМАЦИОННОЙ ИНТЕГРАЦИИ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА ИСТОРИИ БОЛЕЗНИ

Е. С. Евдонин

Институт радиотехники и электроники им. В.А.Котельникова РАН

Получена 13 декабря 2010 г.

Аннотация. Описан опыт применения принципов CALS-технологий в медицине. Существо CALS-технологий состоит в информационной поддержке процессов жизненного цикла изделий. CALS-технологии успешно применяются в области машиностроения, в случае медицины можно говорить о жизненном цикле истории болезни. Перечисляются основные принципы CALS-технологий, подсистемы, входящие в интегрированную информационную медицинскую систему организации, особенности моделирования и проектирования медицинских информационных систем с применением CALS-технологий, особенности проектирования базы данных и, наконец, конкретная реализация принципов CALS-технологий. Полученные результаты использованы в ряде крупных медицинских учреждений.

Ключевые слова: CALS-технологии, медицинские информационные системы, жизненный цикл истории болезни, лечебно-профилактическое учреждение (ЛПУ).

Введение

Задача применения информационных технологий (ИТ) в медицине и здравоохранении – упростить процедуры планирования ресурсов лечебно-профилактических учреждений (ЛПУ): обеспечить повышение качества лечения, оптимизировать временные и финансовые затраты, связанные с лечением пациента, обеспечить администрацию информацией, в первую очередь о стоимости лечения и использовании ресурсов ЛПУ. Эта задача остается

актуальной не только в России, но и за рубежом, что, например, отмечалось в докладе Комитета по ИТ при Президенте США [1]. Одним из главных объектов информатизации в медицине выступает «История болезни» (ИБ). ИБ является основным документом, в том числе с юридической точки зрения, в котором отражается весь ход заболевания, процесс, методы и результаты лечения. Правильное и своевременное заполнение данного документа, а также анализ информации, содержащийся в ИБ, с одной стороны – залог качественного медицинского обслуживания, уменьшения количества врачебных ошибок, оптимизации хода лечения заболевания, обеспечения правильности подсчета статистических данных и осуществления взаиморасчетов с пациентом, фондом обязательного медицинского страхования или страховыми компаниями. С другой стороны – одна из основных проблем, с которой повседневно сталкивается большинство медицинских работников ЛПУ различного профиля. Естественно, что данную задачу призвано решить создание медицинских информационных систем (МИС) для ведения электронной истории болезни (ЭИБ) [2].

Как и многие другие достаточно крупные информационные системы в настоящее время, интегрированная МИС ЭИБ состоит из нескольких автоматизированных рабочих мест (АРМ) (в дальнейшем также используется термин «программный модуль») [3]. В случае, если ряд АРМ поставляется различными компаниями-производителями, заказчик вынужден нести дополнительные затраты для обеспечения информационной совместимости, например, методом создания подпрограмм для передачи данных из одной системы в другую. При этом в силу различия внутреннего представления информации у разных систем часто приходится решать задачу по созданию интерфейсов для обеспечения совместимости данных.

В то же время подобные задачи в области машиностроения давно и успешно решаются с помощью применения CALS-технологий (Continuous Acquisition and Lifecycle Support) и рассмотрения предметной области с позиции жизненных

циклов (ЖЦ) объектов. Такой подход позволяет обеспечивать информационную интеграцию ЖЦ изделия с помощью стандартизации представления данных об изделии и информационных моделей, связанных с его ЖЦ. Это делает возможным объединение различных АРМ в интегрированные информационные системы (ИИС) и обеспечивает процедуры информационной поддержки на всем этапе ЖЦ изделия. Кроме того упрощаются процессы управления различными конфигурациями одного и того же изделия, обеспечивает интегрированную логистическую поддержку с целью снижения затрат, направленных на поддержку ЖЦ и позволяет гибко планировать и обслуживать ресурсы организации [4].

Помимо информационной совместимости, применение CALS-технологий позволяет существенно повысить эффективность ИС. Для этого при разработке программных модулей были реализованы следующие инвариантные принципы CALS-технологий применительно к МИС:

- Параллельный инжиниринг
- Управление проектом
- Интегрированная логистическая поддержка
- Управление ИИС
- Безбумажный оборот и ЭЦП
- Управление качеством
- Управление конфигурацией
- Управление потоком работ
- Анализ и реинжиниринг бизнес-процессов
- Управление изменениями структур

Т.к. болезнь и история болезни также могут быть рассмотрены с позиции жизненных циклов [5], возможно применение CALS-технологии для информационной интеграции ЖЦ ИБ.

Описанные в статье подходы нашли применение в деятельности таких крупных

ЛПУ, как Международный Медико-Хирургический Центр, Российский Научный Онкологический Центр им Н.Н. Блохина, Медицинский Клинико-Диагностический Центр Управления Дипломатическим Корпусом, Самарский Онкодиспансер и других ЛПУ различного профиля.

Общие принципы и методы разработки современных МИС для ведения ЭИБ

Как известно, сегодня общепринятый подход к созданию ИС заключается в том, что любая сложная ИС строится по модульному принципу с целью упрощения процесса создания, поддержки и дальнейшего развития.

Не исключением в таком подходе являются и МИС, которые также состоят из разнородных подсистем, программных модулей, каждый из которых обладает различным функционалом и предназначен для внедрения ИТ в определенных сферах деятельности ЛПУ. Для этого в состав модуля входят различные (АРМ), каждое из которых решает определенную фрагмент задачу (примеры: модуль ввода данных, модуль получения оперативной документации, модуль получения отчетной документации).

Эффективность и качество создаваемой МИС, как и ИС в любой другой предметной области, напрямую зависит от первоначального этапа её проектирования и определения архитектуры. Учитывая цели, преследуемые при внедрении ИТ в ЛПУ и требования к МИС, описываемые выше, интегрированная МИС для информационной интеграции ЖЦ ИБ и ведения ЭИБ может быть создана из следующих подсистем, представленных в Таблице 1.

Таблица 1. Медицинские информационные системы, предназначенные для создания ИИС ЛПУ.

Название МИС	Предназначение МИС
Госпитальная ИС (ГИС)	ГИС является узловым элементом в процессе создания ИИС ЛПУ. В ИС реализуются функции введения первичной информации о пациенте, распределения его на обследования и исследования, заносятся протоколы осмотров у лечащего врача, записи дневников и эпикризов. Также данная ИС решает задачу построения медицинской отчетности ЛПУ.
Радиологическая ИС (РИС)	РИС предназначена для внедрения в отделениях лучевой диагностики и служит для внесения, обработки, предоставления и хранения информации, в том числе диагностических изображений, о таких проведенных обследованиях, как: УЗИ, рентген, магнитный резонанс и др.
Система архивирования диагностических изображений (PACS-система)	PACS-системы являются на сегодняшний день одними из наиболее развитых и стандартизированных их всех МИС [6]. Это связано, прежде всего, с признанием протокола обмена диагностическими изображениями DICOM всеми ведущими производителями медицинского диагностического оборудования [7]. Элементы PACS-систем практически всегда входят в состав поставки медицинской техники как для простых УЗИ-аппаратов, так и для сложнейших магнитных томографов.
Лабораторная ИС	Данный тип ИС предназначен для внесения в ЭИБ информации о проведенных лабораторных исследованиях [8]. Данные могут быть получены как напрямую с лабораторной установки посредством подключения её по каналу связи с ПК оператора, так и внесены медицинским специалистом напрямую с использованием пользовательского интерфейса.
Морфологическая ИС	Система, предназначенная для внедрения в

	<p>ЛПУ, оснащенных макро- и/или микроскопическими анализаторами. Система позволяет автоматизировать процесс обработки результатов исследований и занести полученную информацию, включая изображения, в БД.</p>
<p>Модуль «Телемедицина»</p>	<p>Становящиеся все более и более популярными в связи с появлением широкополосных каналов связи системы «Телемедицины» предназначенный для передачи медицинской информации между отдаленными друг от друга ЛПУ, не связанные напрямую в ИИС. Модуль «Телемедицина» подразумевает использование телекоммуникаций для связи медицинских специалистов для проведения удаленных консультаций. При этом по сетям связи передаются как мультимедийные данные (видео/звук), так и необходимая медицинская информация о пациенте.</p>
<p>ИС «Аптека»</p>	<p>Подсистема «Аптека» предназначена для автоматизации работы аптечной службы ЛПУ. Данная подсистема учета аптечного товара обеспечивает автоматизацию всего технологического цикла работы аптеки от момента получения медикаментов вплоть до выпуска отчетно-финансовой документации по результатам деятельности подразделения.</p>
<p>Модуль «Экономика и хозяйственная часть»</p>	<p>Данный модуль МИС предназначен, во-первых, для формирования управленческой отчетности, передачи данных в ИС бухгалтерии ЛПУ, обеспечения взаимодействия с ИС страховых компаний, а, во-вторых, необходим для управления данными об организационной структуре ЛПУ.</p>
<p>Подсистема ЭЦП [9]</p>	<p>Несмотря на то, что данная подсистема не относится к классу МИС, она является краеугольной в составе интегрированной МИС. Без неё внедрение ЭИБ нельзя считать завершенной, поскольку без использования ЭЦП невозможно перейти по настоящему к «безбумажной» технологии работы.</p>

В итоге схема интегрированной МИС, состоящей из вышеописанных подсистем и модулей, может быть представлена рисунком 1. Естественно, что эта схема не отражает все существующие на сегодняшний день модули МИС, но может быть принята за базовую схему интегрированной МИС крупного ЛПУ, в котором обычно представлено большинство названных МИС.

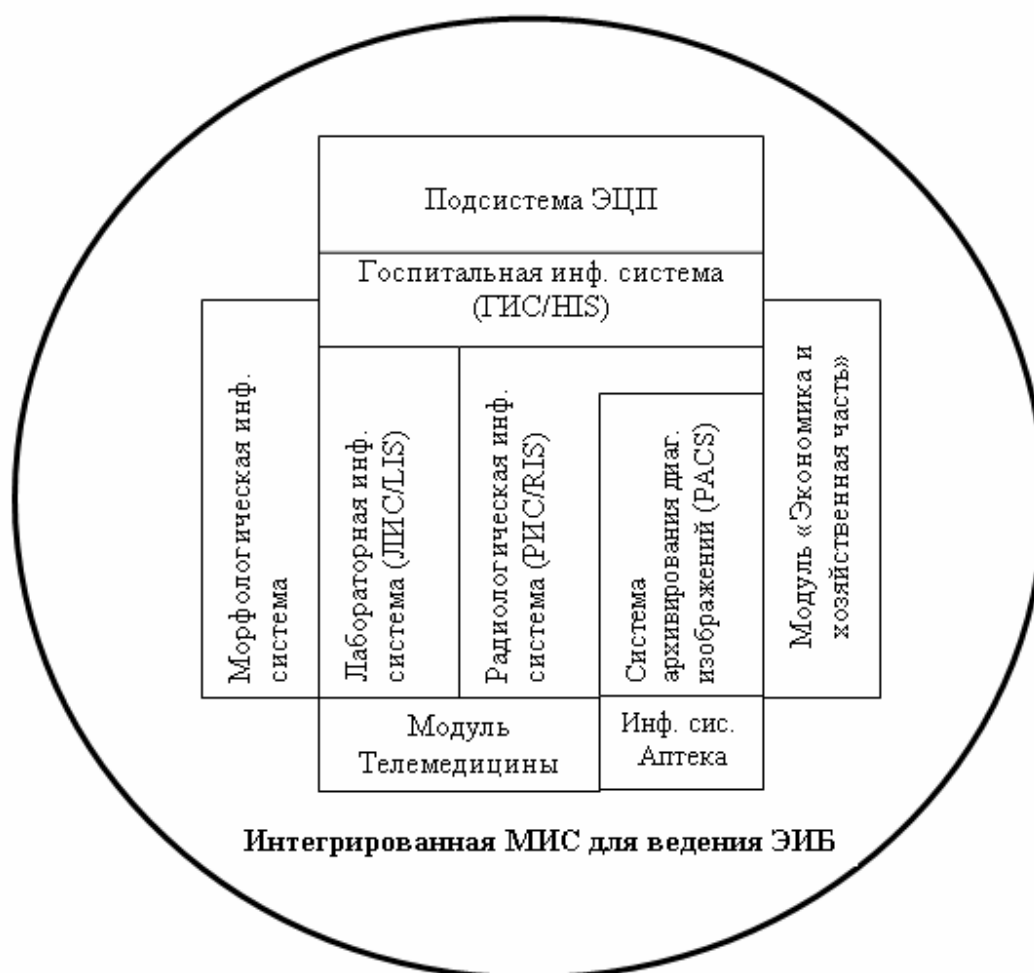


Рис. 1. Схема, отражающая типовой набор подсистем, применяемых при создании интегрированной МИС для ведения ЭИБ.

Проектирование МИС с использованием принципов CALS-технологий

Для успешного решения задачи информационной интеграции ЖЦ ИБ необходимо, чтобы создаваемая интегрированная МИС соответствовала критериям, предъявляемым к системам, реализующим методы и подходы CALS-технологий [10]. Для этого ещё на этапе проектирования необходимо зафиксировать, что все создаваемые модули МИС будут взаимодействовать между собой, отойти от традиционного подхода по автоматизации отдельных функций и рассматривать бизнес-процессы ЛПУ в целом, реализовать в МИС инвариантные принципы CALS-технологий.

Моделирование и описание бизнес-процессов ЛПУ

Для решения вышеуказанных задач, а также учитывая «процессный» подход внедрения ИТ в ЛПУ, крайне важно ещё на первоначальном этапе описать все процессы, происходящие в ЛПУ, определить роли всех лиц, вовлеченных в процесс, потоки информации и схемы движения материальных ценностей,

Согласно терминологии, принятой в системном анализе [11], большинство современных предприятий и организаций, в том числе и ЛПУ, относятся к классу больших систем, для которых характерно разнообразие и разнотипность протекающих производственных, организационных и экономических процессов, сложность и запутанность как внутренних связей, так и отношений с внешней средой. Задача выявления таких связей и анализ их влияния на эффективность функционирования предприятия является нетривиальной.

Для этого на первоначальном этапе анализа проектируемой системы использовалась методология функционального моделирования IDEF0 для представления интегрированной системы в виде набора взаимосвязанных функций, функциональных блоков.

IDEF0-моделирование позволило изначально определить все основные функции создаваемой системы, исходя из поставленных задач. В процесс построения функциональных моделей подсистем интегрированной МИС в нотации IDEF0 были вовлечены как специалисты в области ИТ, так и эксперты в области медицины. Это позволило провести процесс моделирования наиболее оптимально, без перекосов в техническую или медицинскую сторону. После утверждения первоначального набора моделей дальнейшая работа состояла в их уточнении и, в случае необходимости, детализации исходя из поставленных задач и особенностей проектирования ИС с применением CALS-технологий.

Информационные объекты

Важным этапом в процессе информационной интеграции ЖЦ ИБ является определение и создание информационных объектов, каждый из которых характеризует ту или иную сторону ЖЦ. В данной работе были построены классы и экземпляры ИО, которые находятся в ИИС и, в случае необходимости, используются модулями МИС для различных операций. Согласно принципам CALS-технологий, ИО отражает не только какой-либо документ, характеризующий свойство реального объекта, но и все остальные сущности физического мира, связанного с этим объектом, такие как материалы, процессы, технологии, персонал и т.п.

В Таблице 2 представлены основные классы ИО, определенные в данной работе.

Таблица 2. Классы ИО и их описание

Класс ИО	Описание ИО
«История Болезни»	Основной класс ИО, рассматриваемый в данной работе. Структура данного ИО является сложной – помимо свойств, характеризующих ИБ, например, её

	тип, текущее состояние, местоположение, этот ИО содержит внутри себя другие ИО..
«Медицинский документ»	Основной класс ИО, составляющий структуру ИБ. В зависимости от типа информации, отражающегося в данном ИО, был определен ряд подклассов, описанных ниже.
«Паспортная часть»	ИО, отражающий основную, базовую информацию о пациенте.
«Направление»	ИО, отражающий документ реального мира, на основе которого пациент распределяется к медицинскому специалисту, а лечащий врач, в свою очередь, получает возможность просмотреть список назначенных пациентов и получить предварительную информацию для анализа
«Протокол»	Класс ИО, отражающий документы, заполняемые врачом по результату осмотра, проведенного обследования или исследования, операции или иного действия. Имеет соответствующие подклассы, например, такие как: «Протокол осмотра лечащим врачом», «Протокол УЗИ», «Протокол хирургического вмешательства». В зависимости от вносимой информации ввод текстовых данных может быть, как формализован, так и оставаться в свободной форме. Так же в документе может присутствовать мультимедийная информация: диагностическое изображение и/или звуковая запись.
«Запись в дневнике»	ИО, отражающий каждодневное изменение состояния больного. Подобные записи ведутся средним медицинским персоналом – медицинскими сестрами. Существует возможность автоматического занесения информации о состоянии пациента в случае, если поддерживается функция подключения медицинского аппарата к ИИС ЛПУ.
«Эпикриз»	В силу высокой важности данного типа медицинского документа было принято решение отразить его в МИС отдельным классом ИО с соответствующими подклассами, принятым в системе здравоохранения.
«Процесс»	Данный класс ИО предназначен для хранения

лечения»	информации о правилах проведения лечения согласно той или иной нозологии, т.е. содержит в себе перечень необходимых в данном случае назначений на диагностику/терапию и список необходимых лекарственных препаратов. Можно сказать, что экземпляр ИО отражает своего рода МЭС, согласно которому должен протекать процесс лечения пациента и контроль над ним.
«Лекарственное средство»	Базовый класс ИО, описывающий имеющиеся в ЛПУ лекарственные препараты, нормы их применения, сроки годности, поставщиков, стоимость и др.
«МКБ»	Данный класс ИО является справочником «Международный классификатор болезней,» содержащий все виды болезней. В данной работе использовалось его 10-ое издание. Также в системе в виде ИО были реализованы и другие справочники, в том числе отражающие различные показатели норм для сравнения с результатами исследований для выявления патологий.
«Отчетная форма»	Данный класс ИО предназначен для формирования отчетных форм, как по стандартам Госкомстата РФ, Минздрава РФ, Федерального фонда ОМС, так и согласно внутренней утвержденной форме оперативного контроля.
«Персонал»	ИО, предназначенный для хранения в ИИС информации, как о медицинском, так и о прочем персонале ЛПУ. ИО необходим для определения однозначного соответствия автора медицинского документа и для формирования форм отчетности.
«Диагностическое оборудование»	ИО, отражающий в ИИС весь имеющийся в ЛПУ фонд медицинского аппарата, нормы времени его использования, необходимые сервисные процедуры и т.п.
«Коечный фонд»	ИО, описывающий имеющийся в ЛПУ коечный фонд, нормы его использования, стоимость той или иной койки и т.п.

Естественно, что вышеперечисленный список ИО, предназначенных для интеграции в ИИС ЛПУ, является не полным, однако отражает основные

сущности реального мира, реализованные в виде ИО при создании МИС по принципам CALS-технологий.

Структура БД, проектирование и реализация

Весьма важной задачей при проектировании интегрированной МИС выступает проектирование базы данных, поскольку МИС содержат в себе огромное количество разнотипных данных, отражающих весь ЖЦ ИБ пациентов ЛПУ (рисунок 2). Принимая во внимание, что согласно принципам CALS-технологий ИИС представляет собой хранилище данных, содержащее все сведения, создаваемые и используемые всеми подразделениями и службами предприятия – участниками ЖЦ изделия – в процессе их производственной деятельности [10], процессу проектирования БД интегрированной МИС в данной работе уделялось особое внимание.

В процессе проектирования БД выполняются следующие этапы работ:

- Обследование предметной области с целью сбора и анализа требований к данным. В результате построена и представлена в виде «сущность-связь» концептуальная модель, инвариантная по отношению к структуре БД.
- Преобразование полученной концептуальной модели в СУБД-ориентированную структуру БД.
- Определение особенностей хранения данных, методов доступа и т.п.

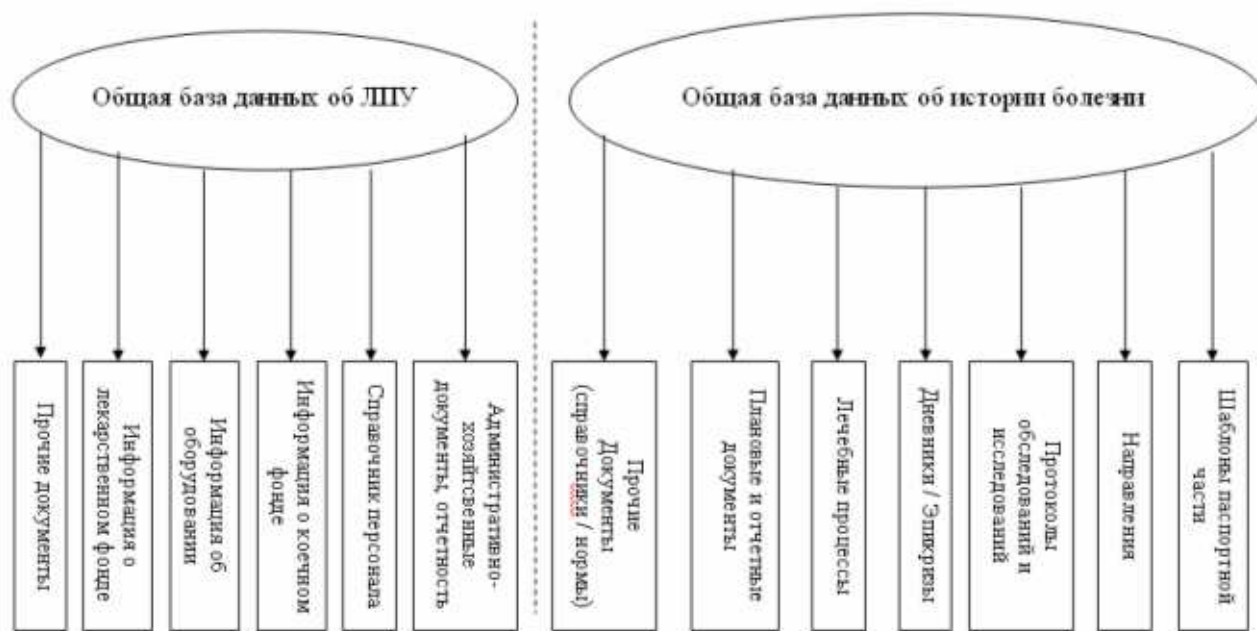


Рис. 2. Модель БД МИС, построенной с CALS-технологий применением принципов.

Следует ещё раз подчеркнуть важность этапа проектирования БД любой ИС. Ошибки, допущенные на этом этапе, могут вылиться в многократное усложнение процесса разработки пользовательского прикладного программного обеспечения, потребовать более сложных алгоритмов для работы с информацией, увеличить время реакции системы и необходимость в более производительных серверах СУБД. Часто ошибка, допущенная на этапе проектирования структуры БД, ведет к необходимости повторного проектирования, что является очень нежелательным процессом, поскольку может затронуть алгоритмы и структуры уже созданных клиентских приложений.

Необходимо отметить, что для различных МИС используются различные СУБД. Это обуславливается спецификой требований к хранимым данным, основным операциям, проводящимися над ними, формой и методами предоставления информации пользователю.

Так, например, для клинической МИС задействована СУБД Cache, что обуславливалось 3-х уровневой архитектурой с использованием «тонкого клиента», работающего под управлением Интернет-браузера. Данная СУБД широко применяется при создании МИС в мире. Так, например, 13 из 20 крупнейших компаний-разработчиков МИС в США используют именно эту СУБД.

При создании других МИС использовались другие типы СУБД. Так, например, для радиологической МИС и входящей в неё PACS-системы была выбрана СУБД MS-SQL Server, что в свою очередь, упростило разработку и реализацию клиентских приложений, построенных по 2-х уровневой схеме с «толстым» клиентом. Выбор вышеуказанной архитектуры обуславливается необходимостью проведения многочисленных операций с диагностическими изображениями, с использованием сложного математического аппарата и требует дополнительных ресурсов рабочей станции. Информационная совместимость различных СУБД достигается как с помощью стандартизированного протокола обмена информацией между различными АРМ с помощью применения XML, так и непосредственной реализации доступа к различным таблицам в программном коде АРМ

Также необходимо учесть особенность ИС, создаваемых по принципам CALS-технологий, заключающуюся в том, что БД разделяется на БД об изделии и БД о организации [12].

Согласно принципам, принятым в CALS-технологиях, было принято решение о разделении БД на ОБД ИБ и ОБД ЛПУ.

ОБД ИБ содержит следующую информацию:

- Электронный образ медицинских документов, входящих в состав ЭИБ и отражающий документы «реального» мира;
- Стандартные планы лечения и МЭС, отражающие бизнес-процессы ЛПУ, связанные с проводимым лечением;

- Нормы;
- Справочники;
- Отчетные формы;

БД ЛПУ включает в себя следующую информацию:

- Справочник персонала;
- Список медицинского оборудования, используемого в ЛПУ, с нормами его использования и другой информацией;
- Коечный фонд (для стационаров) с нормами его использования, стоимостными ставками и другой информацией;
- Медицинский лекарственный фонд с нормами его использования, стоимостью, сроками годности и т.п.;

Таким образом, в состав каждой БД вошли определенные выше ИО и относящиеся к ИБ или структуре ЛПУ. При необходимости каждый ИО может быть извлечен из БД для проведения каких-либо операций и сохранения результатов этих операций в соответствующей БД.

Естественно, что приведенные выше состав и содержание разделов БД подлежат уточнению в ходе выполняемых проектов по внедрению ИТ в ЛПУ, зависят от его структуры, требований руководства и других факторов.

Реализация принципов CALS-технологий в МИС

Практическая реализация принципов CALS-технологий для информационной интеграции ЖЦ ИБ выразилась в создании интегрированной МИС, состоящей из модулей, каждый из которых выполнял свою функцию и обеспечивал в совокупности с другими модулями автоматизацию процесса лечения пациента.

Был создан ряд программных модулей:

- Модуль госпитальной информационной системы с использованием 3-х уровневой архитектуры «тонкого клиента». Данный модуль является основным связующим элементом для интеграции остальных подсистем и для работы с ЭИБ.
- Модули для анализа и архивирования диагностических изображений с использованием 2-х уровневой архитектуры «толстого клиента» и сохраненных процедур, в том числе для реализации функций телемедицины.
- Лабораторная информационная система для работы с лабораторным оборудованием, включая морфологию.
- Модуль «Аптека» для учета прихода и расхода лекарственных средств, в том числе наркотических препаратов.
- Модуль экономики для расчета стоимости проведенного лечения и других экономических показателей ЛПУ.
- Создаваемая система должна была обеспечивать реализацию основных инвариантных принципов CALS-технологий, описанных выше и принятых в машиностроении, спроецированных на предметную область медицинского ИТ.

Рассмотрим подробнее, как инвариантные принципы CALS были реализованы при создании МИС для ведения ЭИБ.

Обеспечение информационной совместимости. С целью создания ИИС и решения задачи информационной совместимости в качестве технологии представления данных был выбран формат XML, являющийся подмножеством языка SGML. Такой выбор был основан на том, что в отличие от других форматов представления данных в CALS-технологиях, например “STEP”, в формате XML изначально предусмотрены средства форматирования и обеспечения корректной визуализации данных, что заметно облегчает решение задачи отображения медицинской информации на экране компьютера. Таким образом, в соответствии со спецификацией ISO 8879 весь набор ИО, отражающий МЗ был предварительно

декларирован в схеме данных, содержащий описание объектов, их взаимосвязей и атрибутов.

Параллельный инжиниринг. Под термином «параллельный инжиниринг» понимается возможность работы с одной ИБ сразу нескольких специалистов ЛПУ. Использование в МИС различных по функциональным свойствам модулей, обеспечение информационной совместимости между ними, распределенной БД без дублирования информации и исключение необходимости иметь бумажную копию документов позволило реализовать данный принцип на практике.

Таким образом, специалисты ЛПУ могут извлекать из ИИС необходимые им ИО, обрабатывать их, создавать новые или помечать на удаление ненужные МЗ. Естественно, что один конкретный экземпляр ИО может редактироваться лишь одним пользователем, при этом доступ к нему на время редактирования ограничивается даже для просмотра для того, чтобы исключить использование недостоверной информации другими специалистами.

Управление проектом. Принцип «управление проектом» может быть достаточно полно реализован в рассматриваемой предметной области. Как и в любых других сферах, врач при лечении пациента имеет дело с процессом, которым необходимо управлять, использовать имеющиеся в ЛПУ ресурсы, определять риски и способы их устранения, вносить изменения по ходу лечения, иметь информацию о плановых и фактических затратах, связанных с курсом лечения. Данный подход стал ещё более актуальным при переходе к ОМС / ДМС и платной медицине, где заказчик услуги, ФОМС или страховая компания требует полную информацию о проведённом курсе лечения.

Для реализации данного принципа в МИС были включены такие основные функции, как:

- Поддержка справочников с указанием длительности и стоимости услуг и медикаментов.

- Создание плана лечения с указанием конкретных процедур, медикаментов и исполнителей, а также с возможностью контроля за ходом его выполнения.
- Создание отчетов, отражающих как степень загрузки специалистов, так и диагностических кабинетов (в одном кабинете посменно может работать сразу несколько врачей).
- Выставление счетов пациентам и контроль за их оплатой.
- Создание списка открытых вопросов с указанием даты их проработки и ответственных лиц
- Создание списка рисков с их оценкой, а также контрмер с указанием даты их проведения и ответственных лиц.

Интегрированная логистическая поддержка. Т.к. практически любой процесс лечения связан с расходом лекарственных средств, других препаратов и материалов, а также рабочего времени специалистов и использованием дорогостоящего медицинского оборудования, задача ИЛП особенно крупного ЛПУ, является крайней важной и ресурсоёмкой, а без использования ИТ с трудом поддающейся оптимальному решению.

Принцип информационно-логистической поддержки, являющийся неотъемлемой частью CALS-технологий, был реализован с точки зрения учета и планирования потребностей ЛПУ в лекарственных и других медицинских средствах, а также при учете планирования времени работы специалистов ЛПУ и анализе степени загрузки медицинского диагностического оборудования.

Для решения первой задачи была создана подсистема «Аптека» как один из основных АРМ, описанных выше, позволяющая вести персонифицированный учет лекарственных и других медицинских средств, как простых, так и составных, затраченных на лечение конкретного пациента с возможностью включения этой информации в счет.

Также при финансовых расчетах с пациентом учитывается стоимость оказываемых ему услуг, т.е. учитывается стоимость рабочего времени специалиста ЛПУ и стоимость использования диагностической и другой медицинской техники. При этом мы получили возможность оценить стоимость ЖЦ ИБ на всем его протяжении, получили информацию для поиска возможных путей оптимизации этого ЖЦ и планирования ресурсов ЛПУ.

Управление ИИС. При создании МИС были реализованы процессы и правила управления ИИС.

Для построения сети внутри ЛПУ использовались современные, хорошо зарекомендовавшие себя, технологии на базе серверов и рабочих станций под управлением операционной системы Microsoft Windows в различных версиях в зависимости от задач и сетевого протокола TCP/IP.

ИИС состояла из аппаратного обеспечения, системных и прикладных программ. Управление ИИС включало в себя:

- создание инструментария в виде модулей МИС для обмена информацией
- обеспечение возможности передачи информации из одного модуля МИС в другой без потери целостности БД
- поддержку работоспособности и безопасности аппаратной и программной части
- определение политики безопасности на системном и прикладном уровне для обеспечения должного уровня конфиденциальности и предотвращения утечек информации
- обеспечение необходимой информационной совместимости между различными компонентами МИС.

Безбумажный оборот и ЭЦП. Переход от автоматизации отдельных функций к автоматизации процесса, а также методов контроля и управления позволило существенно сократить бумажный документооборот в ЛПУ. Однако полностью исключить его в силу как консерватизма и привычек персонала, так и

юридических вопросов на данный момент не представляется возможным. Процесс реализации в МИС ЭЦП на данный момент не закончен, т.к. он осложняется практически полным отсутствием административно-правовой базы касательно использования ЭЦП в ЭИБ.

Управление качеством. Исходя из принципов CALS-технологий, связанных с управлением качеством был разработан механизм анализа правильности заполнения истории болезни и соответствия назначенного плана лечения с фактически выполненным. Для этого производится сравнительный анализ текущего состояния ЖЦ ИБ с заранее определенной «конфигурацией», называемой Медико-Экономическим Стандартом (МЭС). Такой подход отражает метод CALS-технологий, связанный с анализом конфигураций и позволяет в любой момент определить, на каком этапе лечения находится пациент, а также провести проверку правильности заполнения всех медицинских документов. Модули МИС также позволяют, например, просматривать результаты анализов в динамике, что предоставляет врачу наглядную картину развития заболевания как в абсолютных значения, так и в графическом виде (рисунок 3).

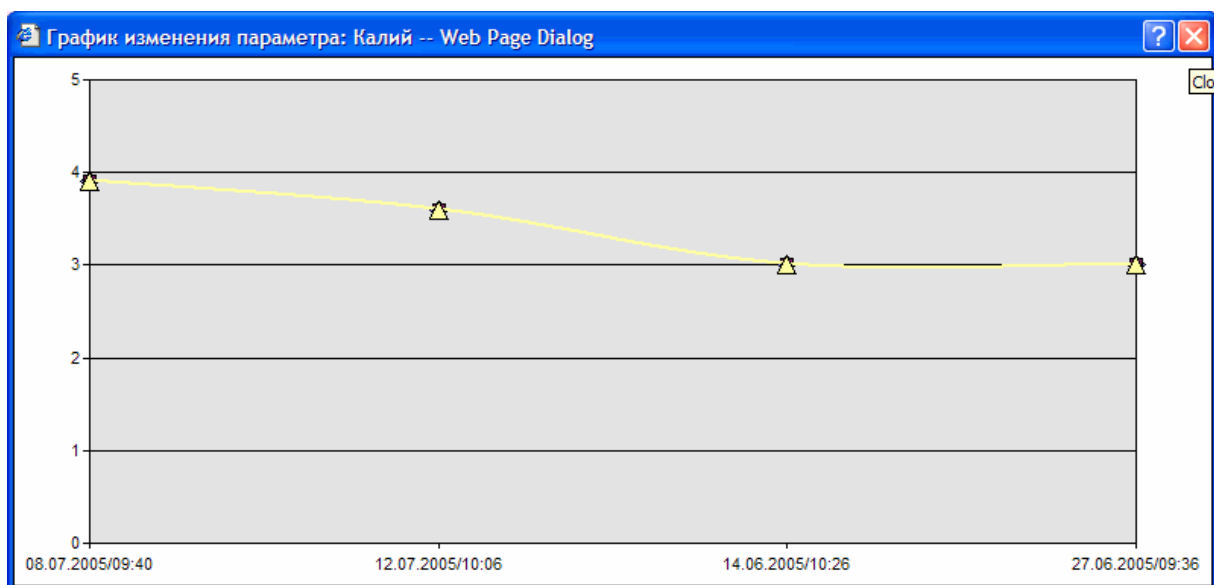


Рис. 3. Изменение параметров при лабораторном исследовании.

Также был разработан алгоритм, позволяющий оценить различие путей развития и исходов заболевания у группы пациентов, имеющих одинаковый выходной диагноз. В сумме с информацией об оказываемой медицинской помощи данная информация является весьма полезной при оценке эффективности того или иного метода лечения.

Управление конфигурацией. Созданная МИС позволяет управлять структурой карты пациента, определяя заранее два типа карт – амбулаторную и стационарную. Был разработан механизм создания необходимого врачу ИО, определяющего тот или иной медицинский документ. Посредством кнопок управления врач выбирает необходимый шаблон медицинской записи, которая автоматически создается и связывается в БД с конкретной картой пациента.

Ещё одной функцией управления конфигурацией является наглядное отражение хода выполнения плана лечения. Врач на своем мониторе видит, выполнено ли то или иное назначенное обследование, а также может оперативно вносить изменения в план лечения, основываясь на результатах предыдущих шагов.

Естественно, что за время функционирования системы структура документов может меняться, появляются новые типы ИО. Поддержкой изменения конфигурации занимаются системные администраторы МИС в связи с тем, что данные действия зачастую требуют внесения изменений в программный код МИС.

Управление потоком работ. Информационная интеграция ЖЦ ИБ возможна только при переходе от автоматизаций отдельных функций к автоматизации процесса лечения. Для этого МИС изначально позволяет создавать последовательность шагов, определять необходимые ресурсы и назначать ответственных лиц, а также контролировать ход лечения – загрузку кабинетов, сроки выполнения заданий, правильность задания последовательности обследований, расход лекарственных ресурсов и т.п.

Пример распределения пациента на обследование, иллюстрирующий процесс управления потоком работ, представлен на рисунке 4.

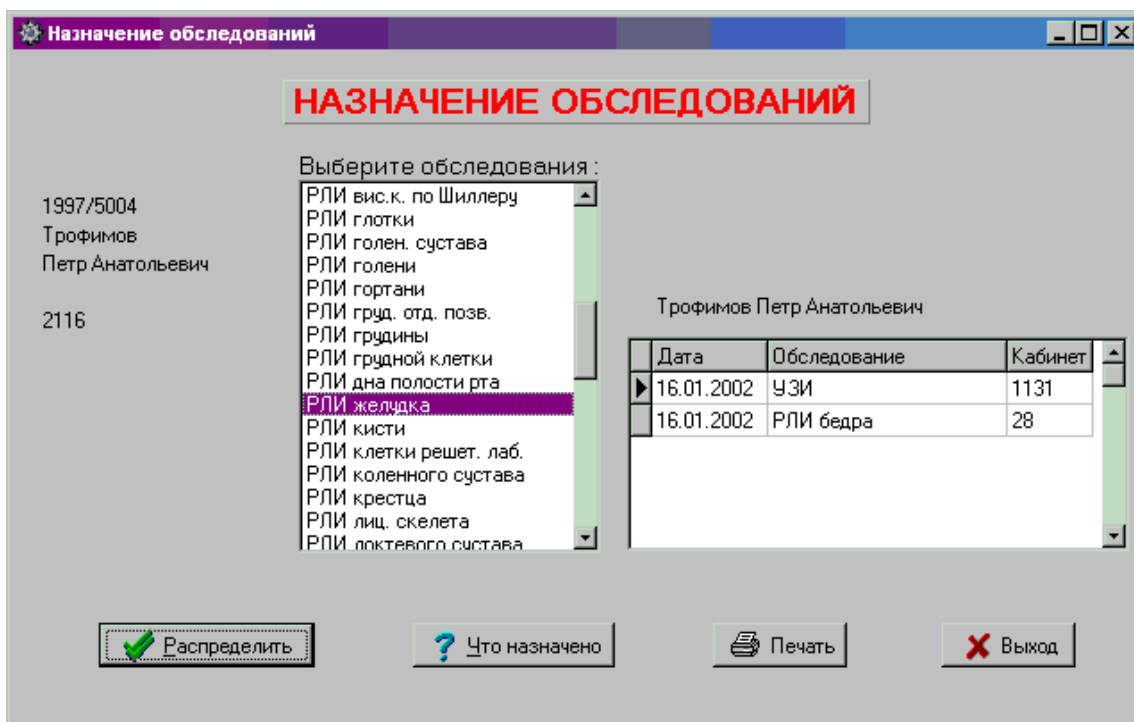


Рис. 4. Управление потоком работ на примере распределения пациента на обследования.

Пользователь с необходимым уровнем доступа может просматривать журналы назначения, контролировать степень использования ресурсов ЛПУ, включая врачей (Рисунок 5), а также сроки выполнения назначенных работ.

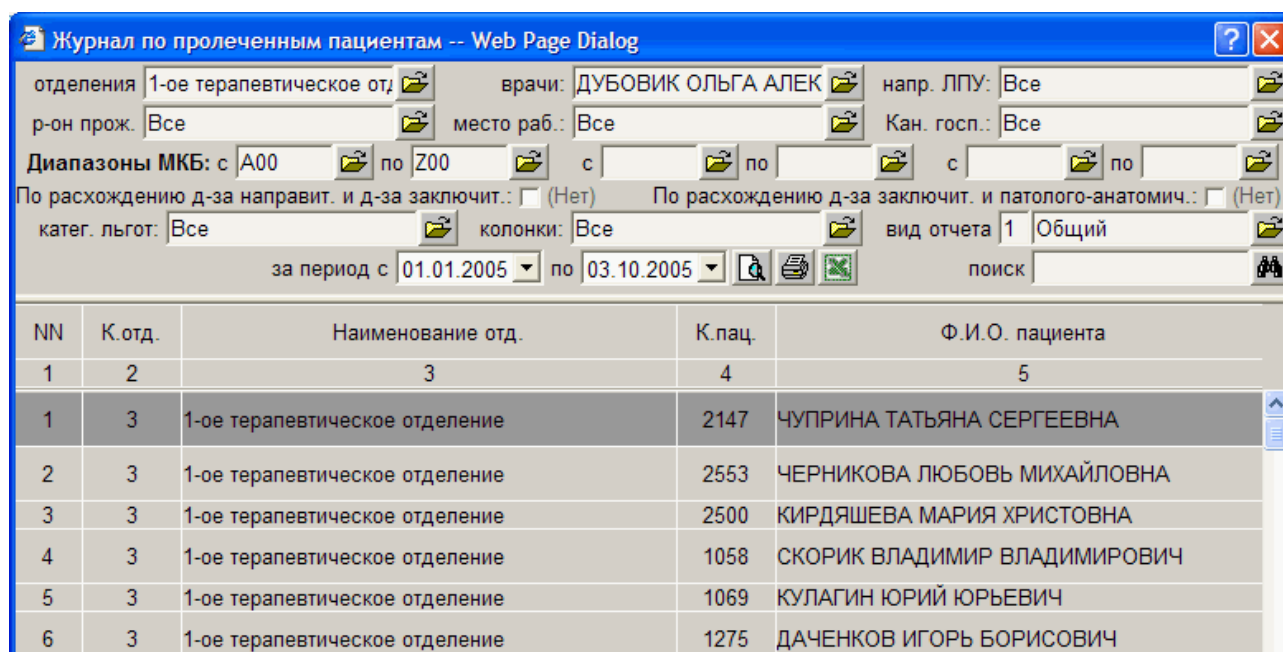


Рис. 5. Управление потоком работ на примере контроля загрузки врачей.

Анализ и реинжиниринг бизнес-процессов. Данный принцип в основном относится к этапу внедрения и доработке МИС. Следует отметить, что система каждый раз дорабатывается в той или иной степени в зависимости от конкретных требований различных ЛПУ, однако принципы построения системы, описанные выше, остаются неизменными.

Управление изменениями структур. Данный принцип был реализован двумя различными способами. Те изменения, которые не являются критичными с точки зрения сохранения целостности данных, возможно проводить с помощью редактирования справочников, в которых содержится нужная информация. Например, список отделений, кабинетов, перечень диагностического оборудования с его кратким описанием, длительность и стоимость процедур, справочник работников ЛПУ – вся эта информация может редактироваться администратором системы без изменения программного кода модулей МИС. Пример формы редактирования справочника врачей представлен на рисунке 6.

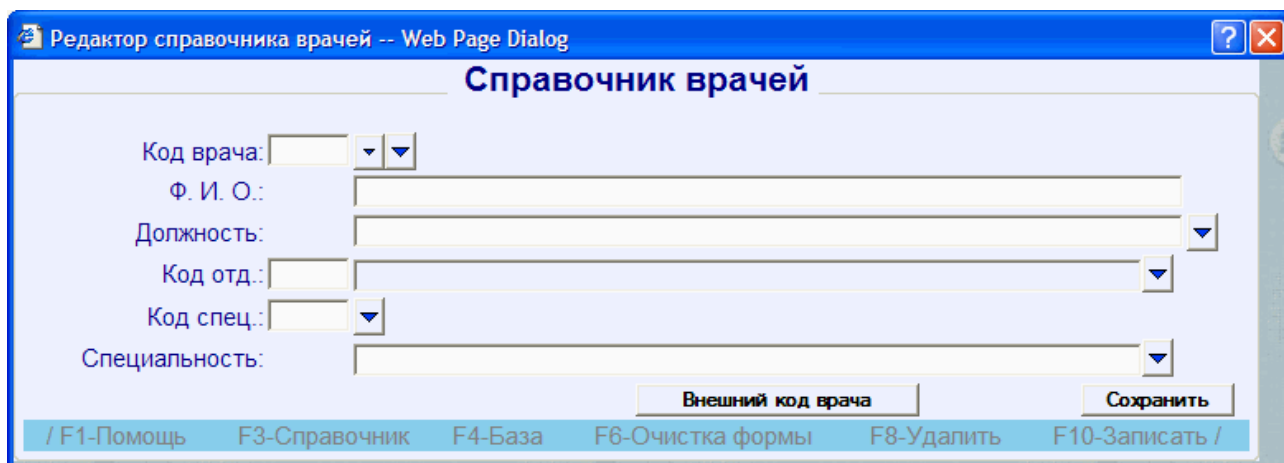


Рис. 6. Справочник врачей.

Изменения другого типа, которые влекут за собой редактирование форм документов, модернизацию процесса лечения или какой-либо другой бизнес-логики, могут вноситься лишь специальной службой поддержки системы т.к в

подавляющем большинстве случаев это напрямую связано с редактированием или созданием нового программного кода.

Таким образом, реализация инвариантных принципов CALS-технологий при создании МИС позволила существенно повысить функциональность системы и обеспечить высокую экономическую эффективность от её внедрения и использования в различных ЛПУ РФ.

Заключение

Описан опыт применения CALS-технологий при построении интегрированных медицинских информационных систем (МИС). Основная цель разработки – информационная интеграция жизненного цикла электронной истории болезни. Описаны МИС конкретного назначения, особенности моделирования и проектирования интегрированной МИС и ее подсистем. Приведены экранные формы для ряда подсистем. Полученные результаты были внедрены в ряд крупных лечебно-профилактических учреждений.

Литература

1. President's Information Technology Advisory Committee. Revolutionizing Health Care Through Information Technology, June 2004. – 60 с.
2. Айламазян А.К., Гулиев Я.И. Разработка информационных систем лечебно-профилактических учреждений: проблемы и решения.- М.: тез. Доклада Международного форума «Информатизация процессов охраны здоровья и населения – 2000», 2000
3. Евдонин Е.С. науч. руководитель Румянцев В.П. Отчет о научно-исследовательской работе на тему «Создание автоматизированной системы для ведения электронной истории болезни». М.: МИФИ, 2002
4. Норенков И.П., Кузьмик П.К. Информационная поддержка наукоемких

изделий. CALS-технологии.- М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2002. – 360 с.

5. Евдонин Е.С.,. Применение CALS-технологий для ведения электронной истории болезни в открытых медицинских информационных системах" Журнал "Информационные технологии и вычислительные системы», №3, 2006

6. Румянцев В.П. Евдонин Е.С., Создание второго рабочего места врача, работающего с компьютерным томографом. – М.: Научная сессия МИФИ-2001, сборник научных трудов.

7. Румянцев В.П. Евдонин Е.С., Система обработки изображений, полученных при УЗИ-диагностике. – М.: Научная сессия МИФИ-2002, сборник научных трудов.

8. Румянцев В.П. Евдонин Е.С., Функциональные возможности системы ведения электронной истории болезни. – М.: Научная сессия МИФИ-2005, сборник научных трудов.

9. Закон Российской Федерации «Об электронно-цифровой подписи»

10. Судов Е.В., Левин А.И., Петров А.В., Чубарова Е.В. Технологии интегрированной логистической поддержки изделий машиностроения.- М: ООО Издательский дом «ИнформБюро», 2006

11. Колчин А.Ф., Овсянников М.В., Стрекалов А.Ф., Сумароков С.В. Управление жизненным циклом продукции.- М: Анахарсис, 2002. – 304 с.

12. Судов Е.В. Интегрированная информационная поддержка жизненного цикла машиностроительной продукции. Принципы. Технологии. Методы. Модели.-М.: ООО Издательский дом «МВМ», 2003.