

УДК 002.53+681.3

Функционально-стоимостные характеристики медицинских информационных систем: опыт системного анализа

Ю.М. Брумштейн, О.В. Сивер, А.Б. Кузьмина

Астраханский государственный университет

Аннотация: Обоснована принятая в статье иерархическая классификация медицинских информационных систем (МИС). Представлены основные цели использования различных типов МИС, включая информационно-справочную и информационно-аналитическую поддержку принятия (выбора) диагностических, лечебных, управленческих и иных типов решений; выполнение медико-статистических расчетов и пр. Для отдельных единиц медицинского оборудования проанализировано функциональное назначение их программного обеспечения; его структура и стоимость; используемые протоколы связи с МИС медицинских учреждений (МУ). Для МИС масштаба МУ подробно рассмотрена необходимая функциональность; стоимости создания, внедрения и эксплуатации (включая затраты на аппаратные средства, телекоммуникационное оборудование, обучение персонала, общесистемные программные средства и пр.). В отношении МИС, применяемых для управления сферой здравоохранения регионов представлены их функциональные задачи, указаны некоторые особенности МИС комплексного характера. Указана роль МИС «федерального уровня» в системе управления сферой здравоохранения. С позиций разработки, внедрения и эксплуатации МИС исследованы необходимые уровни информационно-коммуникационной компетентности пациентов, медицинских и инженерно-технических работников МУ, управленческого персонала. Проанализированы целесообразные направления и методы обеспечения такой компетентности.

Ключевые слова: медицинские информационные системы, иерархическая структура, функции, стоимость, разработка, эксплуатация.

Обеспечение эффективности функционирования сферы здравоохранения России (СЗР) - важнейшая задача государственного управления. Ее решение позволяет обеспечить экономику страны и регионов работоспособным персоналом, улучшить использование интеллектуальных ресурсов физических лиц и организаций; повысить качество жизни населения. Всесторонняя информатизация СЗР и, прежде, всего использование медицинских информационных систем (МИС), является необходимым условием решения этой задачи. Однако вопросы функционально-стоимостного анализа МИС в литературе исследованы недостаточно полно. Поэтому целью статьи была попытка системного

анализа этой проблематики.

Основные цели информатизации СЗР – обеспечение доступности и качества медицинской помощи, повышение управляемости и эффективности СЗР; рационализация использования средств в СЗР и др. Важнейшие направления информатизация СЗР: расширение функциональности программного обеспечения (ПО), входящих в состав медицинского оборудования (МО); разработка/внедрение электронных медицинских карт (ЭМК) пациентов; создание и использование МИС различного назначения и масштаба; внедрение аппаратно-программных средств (решений) для информационного взаимодействия МИС; развитие подсистем обеспечения взаимодействия с дистанционными и мобильными пациентами/медработниками и пр. Оптимизация расходов между этими направлениями (с учетом объемов затрат, вероятных положительных эффектов, их запаздываний по времени по отношению к затратам, длительностей жизненного цикла разработок и пр.) представляет собой плохо формализуемую задачу – как с позиций управления СЗР в целом, так и отдельных регионов, медучреждений (МУ). Актуальность задач оптимизации затрат на МИС именно для России определяется следующими факторами: большими объемами затрат на СЗР и ее информатизацию; преобладанием в СЗР бюджетной «компоненты» здравоохранения; централизованным характером управления «бюджетной частью» СЗР; наличием в СЗР нескольких иерархических уровней не только контроля, но и управления; значительной численностью населения России; большим количеством разработчиков медицинского ПО и, особенно, МИС – они конкурируют друг с другом, оказывают большое влияние на принятие решений руководителями организаций СЗР на различных иерархических уровнях. Рассмотрим материал по возрастанию «иерархических уровней» МИС.

Информатизация отдельных «единиц» МО может включать: решение

простейших задач автоматизации измерений и задания режимов лечебных воздействий; использование встроенных МИС - не только для учета сеансов и их итоговых результатов, но и ретроспективного анализа данных – по одному пациенту и их совокупности (особенно МИС диагностического и мониторингового МО). Обычно, чем сложнее МО, тем более развитое ПО используется в нем. Как правило, МИС уже есть в позитронно-эмиссионных, магнитно-резонансных, рентгеновских компьютерных томографах; цифровых рентгеновских аппаратах среднего и верхнего ценового сегмента (СиВЦС); УЗИ-аппаратах СиВЦС; сложных биохимических анализаторах; часто – в микроскопах с видеокамерами; офтальмоскопах и др.

Доля стоимости ПО (не только МИС, но и ПО «распознавания «патологических процессов», «изображений» и пр.) в общей стоимости МО уже нередко составляет десятки процентов. Большая стоимость компонентов ПО и их различная «востребованности» в разных типах МУ приводит к целесообразности «выборочной» закупки лишь необходимых «подсистем» для конкретного МОП. При эксплуатации сложного МО актуальны вопросы обновления ПО по таким причинам: исправление выявляемых ошибок; обновление версий для увеличения функциональности МО, обеспечения его совместимости с локальными компьютерными сетями (ЛКС), новыми версиями операционных систем и пр. Важна и «русификация» средств отображения информации и диалога с пользователем для МО зарубежного производства, в котором ПО носит «закрытый» характер. Альтернатива «русификации» ПО - улучшение владения иностранными языками персоналом.

Возможности интеграции единиц МО с МИС МУ [6,7] во многом определяются наличием в них аппаратных и программных интерфейсов с другим компьютерным оборудованием – особое значение имеет протокол DICOM3.

Построение МИС масштаба подразделений МУ, например, связанных с «централизованным» мониторингом пациентов в реанимационных отделениях осложняется несовместимостью (или плохой совместимостью) оборудования и ПО разных производителей. Такие МИС могут быть автономными (т.е. не связанными с другими МИС); «полуавтономными» - в т.ч. с собственным серверным оборудованием, специализированными базами данных (БД); являться подсистемами МИС более высоких иерархических уровней (см. далее). Преимущество таких МИС – возможность быстрого внедрения; относительно низкая стоимость. Эффективное использование таких МИС обычно требует «среднего» уровня информационно-телекоммуникационной компетентности (ИТКК) «эксплуатантов» и может быть обеспечена за счет их обучения на рабочих местах.

МИС масштаба МУ сейчас наиболее распространены в СЗР. В максимальном варианте они должны обеспечивать решение всего комплекса задач работы с информацией в МУ, включая ведение ЭМК пациентов. Однако на практике во многих МУ используются не все необходимые подсистемы МИС. Профессиональное сопровождение МИС масштаба МУ (особенно, если нет «тиражируемых разработок») требует использования различных специалистов: программистов; системных администраторов; «сетевиков»; специалистов по информационной безопасности (ИБ) - для оперативного сопровождения МИС по крайней мере часть их должна быть штатными сотрудниками МУ

Основные цели (функции) МИС масштаба МУ. (1) Регистрация пациентов - в т.ч. учет медицинских полисов и проверка их «действительности», ввод «персональных данных» о пациенте. (2) Ведение БД о планируемых «разовых назначениях» для первичного приема пациентов; их диагностике; госпитализации в стационар; проведении хирургических операций, медицинских «манипуляций», комплекса

оздоровительных услуг – в т.ч. с участием нескольких специалистов; реабилитации пациентов; иных видах обслуживания. (3) Ввод и структурированное хранение сведений о результатах фактически проведенных для конкретных пациентов отдельных диагностических исследований, выполненных лечебных процедур и пр. (4) Подсистемы мониторинга состояния пациентов, в т.ч. с углубленным он-лайн анализом получаемых данных. Разновидности подсистем: во время хирургических операций; в реанимации; дистанционное мониторинг. (5) Подсистемы протоколирования (видеозаписи) хода хирургических операций, реже – диагностических исследований. (6) Информационно-справочное обслуживание персонала МУ – прежде всего врачей, руководителей среднего и высшего звена. Это касается представления по запросам не только текстовой информации, но и графической – например, ЭКГ, рентгеновских снимков и пр. Чаще всего речь идет о просмотре медработниками ЭМК пациентов, в т.ч. их диагнозов, «листов назначений» для лечебных процедур и пр. Однако МИС могут воспроизводить и «видеоролики», показывать прогнозы динамики показателей пациента; сводную информацию по совокупности пациентов и пр. В последних двух случаях речь уже может идти об информационно-аналитических функциях МИС. Отметим, что использование в МИС диаграмм и графиков для представления данных обычно является более наглядным по сравнению с табличной формой. При этом цветное и пространственное разрешение применяемых в МИС дисплеев (мониторов) чаще всего даже избыточно. (7) Использование консультативно-диагностических систем (КДС) – для диагностики патологических состояний, прогноза развития заболеваний, выработки рекомендаций по способам лечения. В отношении КДС сделаем такие замечания. (а) Внедрение «стандартов диагностики и лечения» для большинства видов заболеваний потенциально снижает количество



ошибочных (или не оптимальных) решений врачей в «стандартных» случаях. Поэтому КДС предназначены, преимущественно, для «сложных» случаев диагностики и лечения. (б) Применение телемедицинских технологий [6] делает КДС доступными одновременно для нескольких специалистов, а также для сотрудников разных МУ, в т.ч. и сельских – в которых квалификация медперсонала обычно ниже, чем в городах, нередко отсутствуют «узкие» специалисты отдельных профилей. (в) Альтернативой использования КДС в ряде случаев может быть назначение пациентам дополнительных анализов (исследований); (г) Применение КДС потенциально позволяет снизить число дублирующихся и необоснованно назначенных диагностических исследований и, как следствие, снизить затраты МУ. (8) Получение отчетов (медицинской статистики) о деятельности отдельных медработников, подразделений, МУ в целом. (9) Формирование на основе ЭМК пациентов различных выписок, справок, эпикризов; печать этих документов на бумагу и хранение копий; при необходимости – передача бумажных копий пациентам, другим МУ и т.д. (10) Ведение БД о претензиях пациентов в отношении качества оказанной медицинской помощи (выполненных в МУ диагностических и лечебных операциях), культуре обслуживания, времени ожидания лечебно-диагностических мероприятий и пр. (11) Получение «бизнес-аналитики» по «расходам-доходам МУ» - это сейчас важно не только для коммерческих организаций, но и бюджетных. (12) В крупных МУ – обеспечение телекоммуникационных (телемедицинских) функций для МИС, в т.ч. учета сеансов телеконсультаций. (13) Скрининговые системы (СС) в рамках МИС могут использоваться для проведения массовых доврачебных профилактических обследований населения (в отношении характеристик зрения, соматических заболеваний – при помощи тестовых вопросов и пр.); выявления лиц, входящих в группы риска. Возможно и использование СС в

дистанционной форме – через Интернет, что позволяет значительно расширить охват пациентов. Применение несложных «приставок» к ПЭВМ может значительно расширить возможности СС.

Реализация перечисленных функций (подсистем) МИС опирается на применение различных АРМ (в т.ч. мобильных), которые обычно считаются «программными решениями». Доступ к АРМу, набор «прав и ограничений» для конкретного пользователя по работе с информацией в МИС определяется его индивидуальным «логином-паролем», обычно не привязанным к конкретной ПЭВМ. Использование МИС может основываться как на клиент-серверных технологиях (при этом для АРМ достаточны менее мощные ПЭВМ), так и на файл-серверных. «Терминальные системы» для АРМ пока используются достаточно ограниченно, несмотря на то, что они экономически они достаточно выгодны.

В рамках обеспечения ИБ МУ могут применяться как «групповые политики безопасности», так и «индивидуальные». Во втором случае целесообразен учет не только должности пользователя, но и его ИТКК, наличия «нарушений» им ИБ в прошлом и пр. Отдельное (и весьма актуальное!) направление обеспечения ИБ - работа МИС с мобильными пользователями – пациентам и медперсоналом в условиях использования каналов связи, не «принадлежащих» МУ.

В крупных МУ целесообразно выделение (использование) в МИС специальной подсистемы «диагностических служб» (ПДС) с такими «компонентами» [6]: система-PACS; сервера-DICOM, обеспечивающие работу с МО, использующем протоколы DICOM; рабочие станции для эксплуатации АРМов и др. Использование ПДС должно, в частности, помочь врачу сосредоточиться на выполнении и оценке исследований; обеспечить формирование потока направлений на исследования из различных источников; предоставлять возможность одновременного удаленного

доступа нескольких специалистов к одному и тому же медицинскому изображению (например, при проведении консилиумов, телемедицинских консультаций и пр.); обеспечивать быстрый доступ к архивам выполненных ранее исследований (для оценки динамики процессов); упрощать формирование заключений и архивирование результатов исследований; для передачи информации в другие организации в электронной форме; архивации поступающей информации. С целью организации/использования архивов в ПДС могут применяться технологии для «хранилищ данных».

В некоторых МИС МУ уже появились подсистемы, обеспечивающие ведение «Личного кабинета пациента» (ЛКП). Использование ЛКП требует более высокой ИТКК пользователей, чем просто посещение сайтов МУ. Такие ЛКП могут, в частности, обеспечивать некоторые функции персональных МИС [2] (включая ведение пациентами «дневников» и данных с измерениями); информационное взаимодействие с врачами медучреждений (в т.ч. получение от них указаний/советов); систематической работы МУ с «молодыми мамами»; создание служба «обратной связи» с пациентами на базе МУ. Повышение конкуренции между МУ очевидно заставит их обратить большее внимание на «персональные взаимосвязи» с пациентами, в т.ч. и с использованием ЛКП в МИС.

Для территориального (регионального) уровня МИС могут быть такими. (1) МИС для поддержки деятельности территориальных органов управления здравоохранением. (2) МИС для территориальных органов «Росздравнадзора», иных контролирующих организаций. (3) Комплексные (интегрированные) МИС для обеспечения работы всех основных типов МУ в регионе. (4) МИС для специализированных медслужб уровня региона. С позиций обеспечения эффективности СЗР наиболее важен пункт «3» - причем не в виде «надстройки» над уже существующими отдельными МУ, а в форме «разработки» с едиными архитектурой и программно-техническими

решениями, которая изначально ориентирована на использование «однотипных» МИС в МУ региона [4,5]. Однако на практике комплексная информатизация регионов помимо недостатка бюджетных средств нередко тормозится МУ, которые уже используют «свои МИС» (собственной разработки или приобретенные) и не хотят переходить на «чужое» ПО. «Обязать» внедрять «комплексные разработки» для региона можно лишь бюджетные МУ, но не коммерческие и ведомственные МУ, аптечные учреждения. Рациональной альтернативой пункту «3» (в краткосрочном плане!) может быть разработка «единых стандартов обмена данными» для «интеграции» существующих МИС МУ без их замены.

Межрегиональному иерархическому уровню МИС формально соответствуют федеральные МУ высокотехнологической медицинской помощи [3], обслуживающие пациентов нескольких регионов. Однако фактически в них используются МИС масштаба одного МУ, т.к. внерегиональных филиалов у них нет. При необходимости пересылки информации о пациентах в электронной форме в такие МУ из других регионов она шифруется для обеспечения ИБ [1]. На иерархическом уровне федеральных округов (ФО) МИС не используются, т.к. полпреды президента России в ФО оперативными вопросами здравоохранения не занимаются.

На федеральном уровне важна функциональность МИС таких типов. (1) Коммерческих МУ с развитой филиальной сетью в регионах. 2) МИС Министерства здравоохранения России, предназначенных для решения задач государственного управления СЗР, включая обеспечение доступности и качества медицинской помощи населению; оперативного сбора/накопления сведений об объемах и результативности оказания медицинской помощи; управления и контроля использования финансовых средств; мониторинга эффективности использования дорогостоящих видов МО; оптимизации распределения трудовых и материальных ресурсов в СЗР; контроля и

управления качеством продаваемых медикаментозных средств. 3) МИС с деперсонализированными данными пациентов (для исследований, в т.ч. на основе технологий DataMining).

Затраты на МИС осуществляются на следующих этапах: «заказная разработка» или приобретение «готового продукта» (возможно с адаптацией к МУ или региону); внедрение МИС; ее эксплуатация. Приобретение МИС обычно включает в себя закупку необходимого количества лицензий; «электронных ключей». Затраты для этапа внедрения: приобретение/модернизация технических средств (включая серверное оборудование, ПЭВМ, периферию); повышение ИТКК медицинского и инженерного персонала; приобретение общесистемного ПО; развитие ЛКС и каналов связи; «конвертирование» ранее накопленных БД под форматы новой МИС; внедрение средств обеспечения ИБ МИС и др. Основные направления затрат на этапе эксплуатации МИС: оплата эксплуатационного персонала (системных администраторов, в т.ч. поддерживающих работу серверов, ЛКС и пр.); специалистов по ИБ, в т.ч. осуществляющих назначение прав пользователям, обеспечивающих резервное копирование БД и др.; приобретение дополнительных лицензий на использование АРМ; ремонт ПЭВМ, серверов, периферии; оплата расходных материалов; накладные («обще учрежденческие») расходы .

В секторе разработки МИС для МУ, а тем более МИС регионов, действуют только крупные фирмы-разработчики, с достаточно большим опытом работы [5]. При этом по [5] доля «разработчиков и специалистов по развитию МИС» в таких фирмах уже к 2009г упала до 57%. Авторами [5] количество «используемых инсталляций» (к началу 2009г) «комплексных МИС» (КМИС) оценено в 2700-2900. Внедрение КМИС «вытесняет» индивидуальные разработки в отдельных МУ. По [5] к 2009г. средняя стоимость лицензии на одно АРМ для КМИС составила 28 тыс. рублей (в

2007 г. – 15.2 тыс. рублей) – подчеркнем, это без учета других видов затрат (см. выше). В настоящее время эта стоимость для АРМ КМИС, очевидно, выше – в т.ч. за счет инфляционных процессов. Таким образом, экономические соображения могут заставлять МУ идти на внедрение «не полнофункциональных» МИС меньшей стоимости, которые будут иметь меньшую длительность последующей эксплуатации, требовать функциональных доработок и пр.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ. Грант № 14-06-00279 «Разработка методов исследования и моделирования объемов/структуры интеллектуальных ресурсов в регионах России»

Литература:

1. Брумштейн Ю.М., Чернов С.В. Анализ вопросов обеспечения информационной безопасности МИС в учреждениях, оказывающих высокотехнологичную медицинскую помощь //Известия ЮФУ. Технические науки. №9, 2010, с.179-184
2. Брумштейн Ю.М., Попова Ю.А. Анализ направлений использования МИС для информационной поддержки медицинского обслуживания на дому //Известия ЮФУ. Технические науки - № 9, сентябрь 2012-С. 83-88
3. Брумштейн Ю.М., Складенко Е.В, Мальвина А.С., Аксенова Ю.Ю., Кузьмина А.Б. Системный анализ направлений и особенностей информатизации сферы здравоохранения России //Прикаспийский журнал: управление и высокие технологии.- Астрахань, 2013-№4.-С.73-86
4. Гусев А.В. Карельская медицинская информационная система как интеграционный элемент создания единой информационной системы здравоохранения //Информационно-измерительные и управляющие системы. - 2009. Т. 7. № 12. С. 72-74.

5. Гусев А.В. Обзор рынка комплексных медицинских информационных систем//«Врач и информационные технологии» -№6 2009 -. СС. 4-17

6. Захаров Д.А., Брумштейн Ю.М. Использование информационных технологий при управлении медицинскими учреждениями. – Астрахань: изд. дом «Астраханский университет», 2013 – 131с.

7. Фролова М.С. Принципы интеграции медицинской техники в медицинскую информационную систему //Современные наукоемкие технологии-2013-№ 3-С.64-65.

References:

1. Brumshtejn Ju.M., Chernov S.V. Analiz voprosov obespechenija informacionnoj bezopasnosti MIS v uchrezhdenijah, okazyvajushhих vysokotehnologichnuju medicinskuju pomoshh' //Izvestija JuFU. Tehnicheskie nauki. №9, 2010, s.179-184

2. Brumshtejn Ju.M., Popova Ju.A. Analiz napravlenij ispol'zovanija MIS dlja informacionnoj podderzhki medicinskogo obsluzhivanija na domu //Izvestija JuFU. Tehnicheskie nauki - № 9, sentjabr' 2012-S. 83-88

3. Brumshtejn Ju.M., Skljarenko E.V, Mal'vina A.S., Aksenova Ju.Ju., Kuz'mina A.B. Sistemnyj analiz napravlenij i osobennostej in-formatizacii sfery zdavoohranenija Rossii //Prikaspijskij zhurnal: upravlenie i vysokie tehnologii.- Astrahan', 2013-№4.-S.73-86

4. Gusev A.V. Karel'skaja medicinskaja informacionnaja sistema kak integracionnyj jelement sozdanija edinoj informacionnoj sistemy zdavoohranenija //Informacionno-izmeritel'nye i upravljajushhie sistemy. - 2009. T. 7. № 12. S. 72-74.

5. Gusev A.V. Obzor rynka kompleksnyh medicinskih informacionnyh sistem//«Vrach i informacionnye tehnologii» -№6 2009 -. СС. 4-17



6. Zaharov D.A., Brumshtejn Ju.M. Ispol'zovanie informacionnyh tehnologij pri upravlenii medicinskimi uchrezhdenijami. – Astrahan': izd. dom «Astrahanskij universitet», 2013 – 131s.

7. Frolova M.S. Principy integracii medicinskoj tehniki v me-dicinskiju informacionnuju sistemu //Sovremennye naukoemkie tehnolo-gii-2013-№ 3-S.64-65.