

ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В ЗДРАВООХРАНЕНИИ: ПРИНЦИПЫ И ПРОБЛЕМЫ СОЗДАНИЯ

Л.Н.Величко, Л.П.Качура, Ю.Н.Метлицкий, В.О.Чернышев

ЗАО "НПП БелСофт", г. Минск

Описаны концептуальные принципы построения автоматизированных информационных систем (АИС) в здравоохранении. Отражены проблемные вопросы создания АИС в данной сфере.

Введение

Повышение эффективности использования информации и профессиональных знаний в сфере здравоохранения предполагает его комплексную **информатизацию**, которая способствует наиболее полному, достоверному и оперативному получению медицинской информации для изучения, обеспечения и удовлетворения информационных потребностей и запросов граждан, субъектов здравоохранения и государства. Информатизация – целенаправленный процесс широкомасштабного использования во всех сферах медицинской деятельности информационно-коммуникационных технологий (ИКТ), обеспечивающих принятие обоснованных административно-управленческих и производственно-функциональных решений при создании и практической реализации предпосылок и задач перехода к медицинскому сегменту информационного общества Республики Беларусь.

Таким образом, информатизация на любом уровне здравоохранения базируется на широком применении ИКТ, которые представляют собой целенаправленную, организованную, сложную совокупность пользователей, комплекса аппаратно-программных средств (КАПС), методов, способов и приемов, обеспечивающих обработку, передачу, представление и защиту интегрированной информации, прямой доступ к накопленным знаниям и данным, системный подход к подготовке и принятию медицинских и управленческих решений. Основная цель создания ИКТ – интенсификация и резкое улучшение качества всех аспектов деятельности и развития субъектов здравоохранения за счет изменения содержания и организационных форм их функционирования, что приводит к значительному увеличению производительности труда медицинского персонала и другим позитивным последствиям.

Инструментальной платформой медицинской ИКТ является информационно-индустриальная среда, выполненная в виде распределенной (по выполняемым функциям, уровням иерархии и территориальной протяженности) автоматизированной информационной системы (АИС) здравоохранения с сетевой топологией коллективного пользования. АИС представляет собой целенаправленную, упорядоченную, многоуровневую и целостную совокупность множества взаимосвязанных и взаимодействующих компонентов, обладающую фиксированными свойствами и обеспечивающую согласованное по целям, критериям и методам обработки информации совместное автоматизированное функционирование всех входящих в нее функциональных подсистем. Последние характеризуются наличием ограниченного и конечного числа элементов, находящихся в заданных отношениях между собой. Медицинские АИС – это сложные человеко-машинные комплексы, основными компонентами которых являются пользователи, методы управления и КАПС обработки и передачи информации. Основная цель создания АИС – формирование актуального, достоверного и доступного информационного ресурса, его обработка и анализ полученных результатов, обеспечивающих эффективное функционирование здравоохранительных объектов информатизации для оперативного реагирования (принятия решений) на ситуационные изменения в производственно-функциональной сфере деятельности за счет интенсификации протекающих процессов.

Огромная масштабность и сложность, большая стоимость, трудоемкость и продолжительность проведения НИОКР, многоплановость и альтернативность процесса создания АИС в здравоохранении требуют регламентации и упорядочения работ с определенным набором концептуальных принципов их построения. Эти принципы можно рассматривать как наиболее общие требования, предъявляемые к медицинской АИС.

Концептуальные принципы построения АИС в здравоохранении

1. Принцип системного подхода является доминирующим при создании систем. Системный подход представляет собой современный инструмент организационно-интеграционной деятельности по исследованию/построению сложных структурированных эмерджентных систем в медицине, основанный на комплексности, широте охвата, четкой организации проведения изысканий, ориентированных на достижение конечных целей.

Эмерджентность предполагает рассмотрение протекающих процессов и соотношений между ними как системы, образующей единое целое, обладающее новыми свойствами и качествами, которых нет у его составляющих. Наличием порождаемых новых свойств и качеств, которые не могут быть получены из известных характеристик отдельных компонентов, АИС как целое собственно и отличается от своих частей.

Системный подход включает в себя системные исследования, отдельные аспекты которых отражаются в системном анализе и системном синтезе. Методология системного подхода позволяет целостно поставить проблему и сформулировать конечную цель создания АИС в конкретных медицинских приложениях и на основе сравнительного анализа альтернатив выработать эффективную стратегию ее построения. При этом выявляется весь комплекс взаимосвязанных вопросов по всем ключевым аспектам (медицинский, технологический, экономический, организационный и т.п.) реализации и внедрения АИС и ее функциональных и обеспечивающих подсистем.

2. Принцип целенаправленности. Целенаправленность – наличие конечной конкретной цели (в том числе нескольких промежуточных целей), которую необходимо достичь в процессе подготовки и принятия решений при создании АИС. Под целью понимается информационный образ целевого состояния АИС, определяемого желаемым/заданным состоянием ее выходов. Цель определяет назначение системы, смысл ее функционирования. Сформулированная цель выражает точку зрения на то, для чего создается АИС, что она должна делать и какова ее эффективность.

Цели не должны иметь абстрактных формулировок, они должны быть поставлены предельно четко и однозначно с конкретизацией конечного результата и времени его достижения, оговаривать только предъявляемые требования к АИС, не вдаваясь в детали и подробности.

В общем случае, каждая конкретная цель должна быть четко определена с позиций следующих признаков:

- предметного: должна быть полная ясность, с какими аспектами (медицинским, экономическим, социальным и т.п.) функционирования АИС связана цель;
- временного: является ли цель стратегической (постоянной, долгосрочной) или тактической (текущей, оперативной);
- пространственного: необходимо обозначить сферу деятельности объекта информатизации (рес-

публика, регион, область, район, организация здравоохранения), с которой связывается данная цель.

Цели классифицируются по следующим признакам:

- по отношению целей к медицинскому объекту информатизации и АИС они подразделяются на внешние (устанавливаются вышестоящими органами) и внутренние (характеризуют функционирование и развитие конкретной системы);
- по степени охвата функций информатизации в АИС они подразделяются на глобальные (включают всю крупномасштабную систему) и локальные (включают одну или несколько частных подсистем);
- по периоду реализации в АИС они подразделяются на стратегические (с приблизительно определяемым длительным периодом реализации) и тактические (с установленным директивным сроком достижения).

Цели достигаются одновременным или последовательным решением ряда задач, которые конкретизируют данную целевую функцию, связывая ее с определенными путями и средствами достижения. Под задачей понимается совокупность исходных условий и некоторой цели, а ее решение отражает содержание процессов функционирования АИС. В узком смысле задача определяет вычислительный процесс нахождения количественных значений показателей, характеризующих медицинский объект информатизации.

3. Принцип оценки достижения цели. Из целевой установки АИС вытекает критерий эффективности ее функционирования – основной признак системы, по которому один вариант построения обеспечит лучший по сравнению с другими необходимый результат с наименьшими затратами энергии, ресурсов, времени и др. Для систем существует два основных типа критериев эффективности:

- критерий первого рода, характеризующий степень достижения АИС поставленной цели;
- критерий второго рода, характеризующий в некотором заданном смысле путь (траекторию) достижения заданной цели. При этом наиболее рациональное достижение цели обеспечивается, когда АИС движется к ней по наилучшей траектории.

Сложные медицинские системы характеризуются векторным (интегральным) критерием, включающим в себя несколько частных согласованных между собой критериев оценки эффективности различных сторон (технической, экономической, социальной и т.п.) функционирования АИС, вытекающих из глобального критерия всей системы. Всё множество методов векторной оптимизации

функционирования многокритериальных систем можно разбить на пять групп:

- выделение главного критерия и перевод остальных частных критериальных функций в ограничения;
- ранжирование частных критериев по важности (приоритетности) и их последовательное применение;
- определение функции полезности, выражаемой через частные критерии;
- построение обобщающего критерия в форме свертки частных критериев;
- организация человеко-машинных процедур принятия решений на основе математической модели.

Каждый частный критерий может быть охарактеризован совокупностью показателей (технических, экономических и т.п.). Эта совокупность должна обеспечивать:

- единство, комплексность, взаимосвязь и соизмеримость отдельных показателей;
- достоверность, точность и полноту учета изменений показателей;
- динамичность, возможность выявления и оценки влияния различных факторов на медицинский объект информатизации.

4. Принцип открытости. Этот принцип подразумевает возможность взаимодействия с другими медицинскими системами, использования КАПС любых производителей, переносимости прикладного программного обеспечения на другие программно-технические платформы, расширения и развития здравоохранительной АИС. Выполнение этого принципа предполагает создание гибких развивающихся взаимосвязанных и взаимодействующих систем, обеспечивающих:

- стандартизацию обмена данными между системами;
- устранение технических препятствий для связи систем;
- повышение возможности обмена медицинскими данными между разнородными системами без создания интерфейсов с каждой стороны.

Таким образом, этот принцип требует непрерывного гибкого развития АИС и ее подсистем, обеспечивающего такое построение системы, чтобы в ее структуре без существенных потерь ресурсов и задержек времени могли быть модернизированы и достроены информационная база, КАПС и различные новые функциональные (медицинские) подсистемы. Обеспечение открытости и сопряжения с системами других уровней, подключения дополнительных, вновь создаваемых систем и непрерывного развития АИС должно быть реализовано за счет системности, унификации и модульности ее построения.

5. Принцип системной интеграции. Применение этого принципа гарантирует согласованное и скоординированное решение всех поставленных задач построения эффективной АИС в сфере здравоохранения. Интеграция АИС рассматривается с позиций объединения и совместимости:

- разноплановых целевых и критериальных функций отдельных подсистем в одно общесистемное решение;
- функций и задач во всех предметных областях деятельности медицинского объекта информатизации;
- функциональной и организационной структур системы;
- всех функциональных и обеспечивающих подсистем иерархических уровней системы;
- материальных и информационных потоков информации на внешнем и внутреннем уровнях функционирования медицинской системы;
- разнородных (пользователь, компьютер) компонентов и циркулирующей информации, психофизиологических характеристик пользователя и технических параметров КАПС.

Кроме того, этот принцип предусматривает формирование интегрированной базы данных, предусматривающей единую форму хранения, поиска, защиты и отображения информации, предполагающей гибкость и адаптивную перестройку способа программных средств обработки информации на решение новых возникающих задач, обеспечивающих полноту, своевременность и оптимизацию их решения.

Принцип системной интеграции предусматривает решение комплекса задач и предоставления медицинских услуг АИС в течение ее жизненного цикла. Этот комплекс включает:

- анализ существующей технологии обработки информации, разработку комплексного проекта создания АИС, ее здравоохранительной инфраструктуры и смежных составляющих;
- авторское сопровождение проекта, его доработку при модернизации системы;
- комплексную поставку вычислительной, сетевой, коммуникационной и организационной техники, другого медицинского оборудования;
- комплексную установку и интеграцию медицинской АИС, тестирование и ввод ее в эксплуатацию;
- интеграцию и сопрягаемость с имеющимся КАПС, с существующими каналами связи и телекоммуникациями;
- создание организационно-технологической инфраструктуры медицинской АИС;

- комплексную информационно-технологическую поддержку функционирования системы;
- выполнение регрессивных гарантийных обязательств поставщиков оборудования и материалов;
- реализацию системной гарантии соответствия технических параметров системы предъявляемым требованиям в течение ресурсного срока ее эксплуатации.

6. Принцип первого руководителя. Этот принцип состоит в том, что руководитель, глубоко понимая сущность и важность создания АИС в целом, а также ее подсистем, разумно взвешивает возможности КАПС обработки и передачи информации, сроки и качество разработки системы. Он непосредственно вникает и руководит коллективом специалистов-разработчиков, осуществляющих модернизацию существующей организационной структуры управления медицинским объектом информатизации в автоматизированную в рамках и условиях функционирования АИС.

Наряду с сотрудниками здравоохранительного объекта информатизации в создании АИС принимают участие несколько групп специалистов различных профилей, каждая из которых взаимосвязано работает над определенной частью системы. Базисной группой являются проектировщики, инженеры-системотехники. Вместе с ними работают математики-аналитики, программисты, экономисты, психологи и другие специалисты. В большинстве случаев эти специалисты приступают к проведению работ по созданию АИС в разное время и свою роль в решении общей проблемы понимают односторонне, главным образом, с точки зрения своей специальности, а не общей концепции создания системы.

Все это создает значительные трудности и приводит к психологическим барьерам между специалистами различного профиля. Роль руководителя и состоит в формировании с помощью административных, экономических, правовых и оперативно-технических методов управления коллектива разработчиков, освоивших современную компьютерную технику, экономико-математические методы и сумевших преодолеть указанные психологические барьеры.

С учетом перспектив создания АИС, многоэтапности ее построения и развития необходимо определить/перераспределить функции и задачи каждой группы исполнителей, точно оценить не только содержание полученных ими результатов, но и что и в какой форме передается другим участникам разработки АИС в сфере здравоохранения.

Проблемы создания АИС в здравоохранении

1. Неправильный выбор объекта и задач информатизации. По мере развития работ по информатизации различных организаций здравоохранения и протекающих в них функционально-производственных и административно-деловых процессов стала яснее выявляться, с одной стороны, нецелесообразность попыток перевода на автоматизированное управление ряда устаревших или малоперспективных объектов информатизации и процессов в сфере здравоохранения, а, с другой стороны, – необходимость их серьезной реконструкции и модернизации при создании АИС. Но даже и реконструкция, в общем случае, не является достаточной для успеха на современном уровне интенсификации функционирования информатизируемого медицинского объекта. Поэтому правильный выбор объекта информатизации – одна из важнейших предпосылок технико-экономической эффективности функционирования создаваемой АИС в здравоохранительной сфере.

При выборе объекта информатизации определяющими характеристиками должны быть объемы, интенсивность и периодичность движения перерабатываемой информации, перспективность его развития, отработанность и уровень типизации протекающих процессов, их сложность и характер накладываемых ограничений.

Иногда возникает другая проблема, как быть с уже созданными и функционирующими в здравоохранении АИС (унаследованные системы), разработка которых проводилась вне концепции информатизации. Здесь возможны два пути: либо все прежние разрозненные и разноплановые системы утилизировать и пересоздать их заново, либо интегрировать с вновь создаваемыми медицинскими АИС. Европейский опыт показывает, что второй путь является более экономически целесообразным. В то же время следует иметь в виду, что сохранение ранее принятых аппаратно-программных и коммуникационных решений, а затем их интеграция неизбежно приведут к существенной гетерогенности АИС. Влияние унаследованных организационно-технических решений, отсутствие стандартов, регламентирующих интеграцию существующих и вновь разрабатываемых систем, – сдерживающие факторы комплексной информатизации здравоохранения.

В условиях АИС не следует стремиться информатизировать, в первую очередь, сложившиеся традиционные задачи, а искать такие задачи и ставить их в такой последовательности, при решении которых, благодаря КАПС с его высокой скоростью и производительностью обработки информации, до-

стигается своевременность, полнота и оптимальность принимаемых решений, обеспечивающих эффективное функционирование медицинских АИС. При этом требуются тщательный анализ функций и вытекающих из них задач, выявление возможных потерь (простой, нерациональная загрузка медицинского оборудования и т.п.) в объекте информатизации, в результате которых должен быть выявлен перечень задач, не решаемых или ограниченно решаемых ранее примитивными ручными методами. Предлагаемые модели новых оптимизационных задач должны показывать, какая информация в АИС может содержаться, возобновляться и актуализироваться с той или иной циклическостью.

При постановке новых задач в медицинских АИС необходимо:

- уяснить, отчего и в связи с чем возникла данная конкретная задача;
- установить, почему она рассматривается как нерешенная, выявить ее отличие от аналогичных или смежных задач.

2. Недостаточное внимание к установлению цели и критериев ее достижения. При разработке эффективной медицинской АИС математико-алгоритмические, аппаратно-программные, экономико-организационные решения должны быть согласованы между собой и направлены на достижение конечной глобальной цели (доктрины). В связи с этим необходимы уточнение и согласование частных целей, функций и состава задач, решаемых в отдельных подсистемах АИС. Это позволит найти наиболее рациональные (в пределах – оптимальные) формы и стратегии управления медицинскими объектами информатизации при заданных ресурсах и определить направления дальнейшего совершенствования и развития системы.

Цель должна быть сформулирована предельно четко и однозначно; она должна конкретизировать конечный результат и заданный срок достижения. Совершенствование альтернативных путей достижения цели вызывает необходимость их сравнительной оценки с помощью специальных критериев и показателей. При выборе критерия, т.е. способа сравнения альтернативных путей достижения цели, и, тем более, при определении методов его количественной оценки, возникают значительные трудности.

При разработке и создании медицинской АИС иногда путают понятие "цели" со средствами ее достижения. Часто допускают другую ошибку, не делая различия между целью системы и критерием ее эффективности, вкладывая в них одинаковый смысл. При этом цель подменяется оценкой способа ее достижения, т.е. критерием. В других случаях цель системы рассматривается как ограничение, а

критерий (второго рода) – как цель системы. Всего этого допускать нельзя, так как от правильного определения целевой и критериальной функций зависит ориентация, направленность разработки и функционирования АИС в сфере здравоохранения.

3. Недостаточная интеграция и совместимость проектных решений. При разработке и эксплуатации медицинской АИС важным моментом является обязательное объединение и совместимость всех этапов ее жизненного цикла. Интеграция основных стадий и фаз жизненного цикла должна осуществляться в функциональном аспекте. Функциональная интеграция предусматривает разработку единых принципов и методов создания АИС, согласование целевых и критериальных функций, решаемых задач и показателей эффективности. Функциональная интеграция определяет направления других видов интеграции, в том числе организационной, информационной, программной, технической и всевозможных их сочетаний.

Широкое применение многоаспектной интеграции гарантирует согласованное и скоординированное решение всех поставленных задач с учетом уровневой и временной иерархии, адаптацию АИС за счет изменения состава и взаимосвязи между подразделениями здравоохранительного объекта информатизации.

При формировании крупномасштабных (глобальных) медицинских АИС возникает проблема информационно-лингвистической совместимости локальных АИС, предлагаемых различными ведомствами. Следует учесть, что каждое ведомство выработало систему понятий, отражающих соответствующую предметную область в своей сфере производственной или социальной деятельности. Для устранения разночтений необходимо не только привести в соответствие терминологию, но и согласовать взаимодействие отраслевых АИС. Для обеспечения функционирования этих систем с классификаторами различных производителей необходимо разработать механизм их информационно-семантической совместимости.

4. Недостаточная унификация и типизация проектных решений. При разработке и создании медицинских АИС большое значение имеет унификация модульных компонентов и степень использования типовых проектных решений (ТПР), особенно в части алгоритмического описания протекающих процессов, программного и технического обеспечения, направленных на дальнейшее совершенствование организационных форм и методов управления объектами информатизации в здравоохранении. В связи с этим следует отметить, что иногда высказываются крайне противоположные точки зрения на необходимый объем

библиотеки алгоритмов и программ, а также затраченные усилия по созданию ТПР.

Первая точка зрения состоит в том, что разнообразие информатизируемых медицинских объектов и процессов настолько велико, что чуть ли не для каждого конкретного процесса и других более высоких уровней иерархии должны разрабатываться индивидуальные алгоритмы и программы. Вторая точка зрения предполагает, что как на уровне управления протекающими процессами, так и на уровне управления медицинскими объектами в целом, существует высокая степень общности, позволяющая обеспечить их типовыми алгоритмами и программами. Эта точка зрения представляется более обоснованной, так как она указывает пути решения рассматриваемой проблемы в условиях большого многообразия протекающих процессов и объектов информатизации.

До недавнего времени создание и выпуск комплекса технических средств (КТС) для медицинских АИС, в основном, осуществлялись в рамках классического приборостроения, для которого характерно использование отдельных приборов в виде индивидуальных устройств. Применение такого КТС в АИС встречает значительные трудности, поскольку аппараты индивидуального применения зачастую не согласованы между собой по входным и выходным параметрам, конструктивам и условиям эксплуатации, имеют неунифицированные сопряжения.

Современные требования к КТС медицинских АИС состоят в сопрягаемости этих средств между собой по всем характеристикам. Требования сопрягаемости охватывают не только такие очевидные характеристики, как величины входных и выходных сопротивлений, но и унифицированное построение информационных магистралей, кодов и команд. Создание медицинских АИС предполагает сопряжение и односвязанность ее компонентов, обмен информацией между ними, возможность использования простых форм и методов перспективного развития и расширения системы по выполняемым функциям, номенклатуре решаемых задач и оказанию информационных услуг, по иерархическим уровням управления. Следует отметить, что жесткая типизация, проводимая без учета специфических особенностей медицинских объектов информатизации, может привести к противоречию с концептуальными принципами построения АИС. Приспособление ТПР к конкретным условиям функционирования медицинских объектов зачастую требует много усилий, средств и времени. Поэтому

типизация разработок в области АИС должна быть разумной, с учетом решений уже полученных ранее при создании других подобных систем. При этом следует иметь в виду, что функциональные и обеспечивающие подсистемы медицинских АИС имеют различный уровень типизации; он наиболее высок для КТС и внутреннего программного обеспечения. Создание ограниченного количества эффективных медицинских АИС на базе типового КТС возможно только при условии разработки совершенных алгоритмов и программ.

При использовании ТПР сокращаются объемы работ по изучению медицинского объекта информатизации, анализу его производственно-функциональных показателей, моделированию, уменьшаются затраты на проектирование АИС и ввод ее в эксплуатацию. Обоснованное использование ТПР при создании медицинских АИС позволяет существенно снизить трудоемкость разработки системы, приводит к экономии средств и ускорению сроков ее внедрения. Техничко-экономический анализ показывает, что создание медицинских АИС с использованием ТПР позволяет сократить продолжительность опытно-конструкторских работ на 30–40%, а их стоимость на 20–30%.

Заключение

Рассмотренные концептуальные (фундаментальные) принципы должны быть положены в основу построения любой медицинской АИС. К сожалению, из-за ограниченности объема авторами не были раскрыты другие, не менее важные, концептуальные принципы: применения современных технологий; единства информационной базы; оптимизации построения; надежности; безопасности и защиты информации.

Описанные выше основные принципы построения медицинской АИС закладываются в ее архитектуре, включающей функциональную и обеспе-

чивающую части системы и ее организационно-техническую инфраструктуру.

Взаимодействие отдельных компонентов АИС и ее инфраструктуры целесообразно строить на следующих базовых методологиях: этапности создания и развития, корпоративности, независимости. Структурная сложность системы, юридическая самостоятельность объектов информатизации обуславливают пути создания, развития и интеграции локальных, корпоративных, ведомственных и негосударственных систем в рамках отдельных органов управления государственных и коммерческих структур.

В то же время при разработке, проектировании и эксплуатации медицинской АИС, независимо от их функционального назначения, профиля, иерархического уровня, количества и масштаба решаемых задач, площади и протяженности, возникает ряд проблем, основная из которых заключается в необходимости разработки и жесткого применения единых системотехнических правил (алгоритмов), по которым должны строиться все составляющие медицинской АИС для всех сфер здравоохранительной деятельности (их субъектов) с учетом их функциональной специфики, правовой базы и бюджетных ограничений.

INFORMATION SYSTEMS IN PUBLIC HEALTH: CREATION PRINCIPLES AND PROBLEMS

L.N.Velichko, L.P.Kachura, Yu.N.Metlitsky, V.O.Chernyshev

Conceptual principles on the construction of the automated information systems (AIS) in public health as well as problem issues of the AIS creation in this sphere were described.

Поступила 07.09.2010 г.