

НЕКОТОРЫЕ СИСТЕМНЫЕ ВОПРОСЫ В КОНТЕКСТЕ АРХИТЕКТУР СОВРЕМЕННЫХ МЕДИЦИНСКИХ СИСТЕМ

А. Р. Дабагов

ЗАО «Медицинские Технологии ЛТД»

Получена 15 августа 2012 г.

Аннотация. Рассматриваются вопросы, связанные с развитием информационных систем, а также интеграцией на их основе медицинских учреждений разного профиля. Обсуждаются вопросы, архитектуры систем, проблемы рисков и внедрения. Отмечается важность применения подходов на основе открытых систем и архитектур.

Ключевые слова: кибернетика и управление, МИС, архитектуры, риски, интеграция систем.

Abstract. The problems associated with the development of information systems, as well as integration on the basis of their medical facilities in various fields. Some problems related to the architecture of systems, the risks and problems of implementation are discussed. The importance of the use of approaches based on open systems and architectures are emphasized.

Keywords: cybernetics and management, MIS, architecture, risks, systems integration.

1. Информационные технологии и некоторые проблемы управления

Как отмечается в [1], прогресс в области телекоммуникационных и компьютерных систем задает облик настоящих и будущих медицинских технологий и всей медицины в целом. При этом интеграционной основой, как и почти везде, выступают области, наиболее продвинутые в применении цифровых (численных) методов, технологий и телекоммуникаций. По такому пути сейчас идет развитие современной электронной медицины (e-health), предлагающей потребителю новую аппаратуру, системы и средства интеграции [1], мобильные диагностические комплексы и др.

Толчком к развитию и исследованию сложных систем, появлению ряда новых подходов к их построению и оптимизации послужило бурное развитие ИКТ (информационно-телекоммуникационных технологий) – так, уже более полувека выполняется эмпирический «закон Мура», предсказывающий удвоение плотности электронных компонент на носителе примерно каждые 2 года. Таким образом, мы пока имеем постоянный экспоненциальный рост плотности интеграции и скорости работы элементов и систем, в то время как подавляющее большинство других изобретений и инноваций дают рост только логистический. Также следует ожидать, что успехи в области нанотехнологий приведут к новой революции в области дальнейшей микроминиатюризации компонент информационно-вычислительной техники (ИВТ) и появлению новых устройств [2].

Тем не менее, «отдача» ИВТ в науке оказалась существенно меньше, чем предполагалось многими исследователями ранее [3]. Естественно встал вопрос, в каких областях использование возможностей ИКТ потенциально может быть сделано наиболее эффективным. Тогда, по мнению академика М.В.Келдыша (и некоторых других ученых, как в СССР, так и за рубежом), такой сферой должно было стать управление. Отметим при этом, что развитие и особенно практическое внедрение ИКТ в сферы управления проектами и контроля производством породило множество теоретических и прикладных проблем.

Так, в СССР с 60-х г.г. под руководством академика В.М.Глушкова разрабатывалась система ОГАС - общегосударственная автоматизированная система управления экономикой. Популярными и в научном сообществе и в обществе в целом в 1970-х годах были идеи внедрения в сферу управления предприятиями автоматизированных систем управления (АСУ) и систем управления технологическими процессами (АСУ ТП). Под руководством академика Н.Н. Моисеева в Вычислительном центре АН СССР был выполнен большой круг исследований, связанных с математическим моделированием социально-экономических систем.

К сожалению, результаты этих исследований оказались скромнее, чем ожидалось. По-видимому, впервые тогда конструкторы и разработчики начали понимать значительную роль «человеческого фактора», как в плане архитектур систем, так и адаптации автоматизированных систем к существующим условиям, включая такие факторы, как надежность и безопасность.

Развитие теории сложных систем и системного подхода к их конструированию и реализации, исследование нелинейных и «парадоксальных» свойств, особенно часто проявляющихся при создании систем большой сложности (системы из систем, SOS) показало необходимость учета «человеческого фактора» [4,5], существенно влияющего на поведение систем. В своей концепции целеустремленных систем Р. Акофф [6-9] указывает, что системы – это больше чем просто концепция, системы – это мировоззрение... При исследовании система обычно подвергается декомпозиции, для ее частей устанавливаются параметры эффективности. Однако чтобы организовать систему, необходимо обеспечить взаимоувязку ее частей и обеспечить координацию между ними (анализ – синтез, по Акоффу). Нелинейности, возникающие в сложных системах, приводят к тому, что эффективность суммы обычно не бывает равной сумме эффективностей (Акофф), кроме того, сложные нелинейные системы могут быть склонны к «парадоксальному» поведению, что может приводить к значительным трудностям [4,5]. Как дополнение, естественным образом возникает вопрос об устойчивом функционировании таких систем в рамках необходимых параметров.

Система ОГАС, несмотря на ряд передовых идей и технических решений, так и не увидела света¹. Однако на основе наработанного опыта был создан ряд автоматизированных систем управления производством и технологическими процессами (АСУ, АСУ ТП, АСУП), позднее внедрялись ОАСУ (отраслевые автоматизированные системы управления), АСПР (автоматизированная система плановых расчетов), ЕГСВЦ (единая государственная система вычислительных центров).

¹ Альманах «Восток» Выпуск: N 2(14), февраль 2004 г.

Несколько более удачным оказался опыт блестящего английского математика-специалиста по исследованию операций и кибернетике Стаффорда Бира, автора концепта «Модели жизнеспособной системы» (Viable System Model, VSM (рис. 1) [10,11], сумевшего в 70-х г.г. осуществить с группой коллег проект «Киберсин».

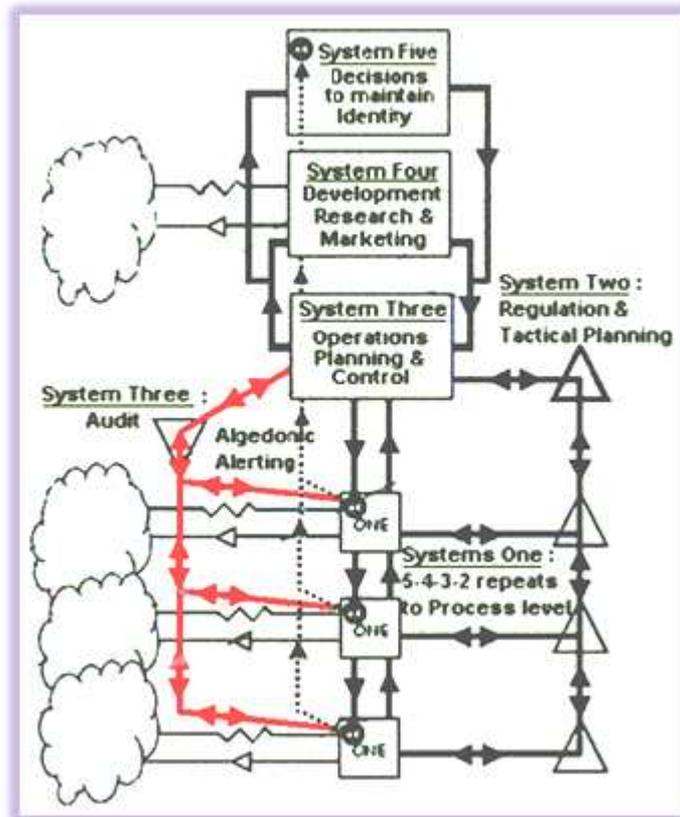


Рис. 1. Принципиальная схема VSM

Жизнеспособная модель системы (VSM) представляет собой модель организационной структуры любой жизнеспособной или автономной системы. Жизнеспособной системой является любая система организованная таким образом, чтобы удовлетворить потребности выжить в изменяющемся окружении (environment). Одной из главных особенностей таких систем заключаются в том, что они являются адаптивными. VSM дает описание построения свойств некоторой абстрактной киберсистемы, которая (вообще говоря, таких контуров управления может быть несколько), может быть реализована в любой организационной структуре, сообщающей последней свойство «выживаемости» в изменяющихся условиях. Важную роль в системе

играют цепочки т.н. алгедонического регулирования, сообщающие системе об ухудшении состояния (параметров окружения, иных условий и др.), заставляя последнюю изменять свое поведение² в рамках поставленных задач.

К сожалению, некоторые теоретические вопросы на сегодняшний день остаются пока нерешенными, количество и объем затронутых проблем таковы, что находятся за пределами возможностей нашего рассмотрения и желающим ознакомиться с ними можно порекомендовать разве что ряд специализированных научных сайтов, содержащих, как правило, большие библиографические списки³. При этом нельзя не отметить, что, на взгляд автора, некоторые развиваемые подходы могут оказаться малоэффективными либо плохо реализуемыми. Последнее, по нашему мнению, может проистекать исключительно вследствие большого объема и сложности рассматриваемых междисциплинарных проблем. Информатизация в глобальном плане оказывается более сложной задачей, чем это представлялось ранее.

2. ИКТ и новые возможности

Тем не менее, общие тенденции, возобладавшие с развитием ИКТ, находят все большее применение в различных (в том числе медицинских) учреждениях для целей контроля, управления, обработки и обмена данными, их хранения и т.д., а главное, для организации медицинского обслуживания на новом, возможно более широком, уровне [4,5]. Это также дает в руки специалистов некоторые новые принципиально новые возможности (синергетика – выделение ведущих параметров порядка, когнитивные (мета)технологии, возможность анализа данных в системе пациент – машина – врач и т.д. [3], см. также [1]).

Вопросы интеграции и создания больших компьютеризованных систем в такой специфической области как медицина требуют, вообще говоря, новых подходов и детального понимания возникающих при этом проблем. Это,

² К одному из нововведений С.Бира относятся и т.н. ситуационные комнаты, где информация о состоянии выводится в реальном времени, так что система может принимать решение «совместно» с персоналом.

³ См. напр. на <http://ototsky.mgn.ru/it/rus/>

прежде всего, возможные архитектуры таких систем, специфические стандарты, новые программно-технические и организационные решения, бизнес- и технические решения и некоторые другие, например, в области безопасности безусловное соблюдение «privacy» при открытом для специалистов доступе к базам, что необходимо для проведения исследований и обучения. Вопросы управления, возможно более близкого к оптимальному, решаются, как правило, самостоятельно руководством медицинского предприятия; однако общей для всех проблемой является проблема обмена информацией, решаемая наиболее оптимальным образом на основе технологий и архитектур открытых систем [12, 4-5].

3. Архитектуры и риски

Архитектура – это уже слишком давно устоявшийся термин, (лат. *architectura* — строительство, зодчество, греч. *αρχι* — старший, главный и *τέκτων* — строитель, плотник) — одна из наиболее всеобъемлющих областей человеческой деятельности, занимающаяся организацией пространства и решающая любые пространственные задачи. Ныне в современных словарях соседствуют понятия «архитектура систем» и «архитектура предприятий». Согласно определению стандарта ISO 15704 «Архитектура — это описание (т.е. модель) основной компоновки и взаимодействия частей системы».

На сегодня принято считать, что существуют два типа архитектур, относящихся к интеграции предприятий [13]:

архитектуры систем (иногда называемые архитектурами типа 1), которые имеют дело с разработкой и реализацией некоторой системы, например, ОС или компьютерной системы управления как части всеобъемлющей системы интеграции предприятия;

архитектуры (планы/проекты) предприятия (иногда называемые архитектурами типа 2), которые имеют дело с таким проектом, как интеграция (структуры) всего предприятия, или с иной программой его развития».

Здесь следует, на наш взгляд, отметить возможное взаимное влияние архитектур 1 и 2 в смысле учета «человеческого» фактора, кроме того, в медицинской информатике большое значение имеют архитектуры данных.

Из практики известно, что решения в области архитектуры имеют наивысший приоритет, поскольку они в различной степени затрагивают последующие этапы построения, разработки, функционирования, развития, жизненного цикла систем и т.д., и ошибки на этой стадии наиболее трудно исправимы. Так, ранее никто не сомневался, что одним из важнейших принципов является безопасность того или иного архитектурного решения. Ныне же мы рассматриваем «архитектуру безопасности» (ITU-T X.800 и др.), однако на практике зачастую должным образом не оцениваем «безопасность архитектуры». На основании опубликованных данных можно утверждать, что риски, связанные с принятием решений, распределяются по группам и могут быть довольно значительны. Общие тенденции, положительный опыт и пути решения проблем можно видеть у ряда успешных компаний, в частности, Microsoft [14].

Методы и инструментарий построения архитектур различных типов и назначений в настоящее время бурно развиваются; это, в частности, связано с построением и реализацией ряда крупных проектов, в частности, «электронных правительств» (e-government) [4]. К настоящему времени накоплено большое количество программного обеспечения для построения и исследования тех или иных архитектурных решений.

При этом наибольший интерес представляют открытые архитектуры, развившиеся из принципов и технологии открытых систем⁴ [12,15], изначально основывавшихся на стандарте TR ISO/IEC 14252 (1996).

⁴ Термин «открытые системы» ввел впервые Л.фон Бергаланфи, подразумевая под этим определенный класс динамических систем. По мнению С.Б.Чернышева, «организацию можно проектировать исходя из идеи открытости». И хотя под «открытостью» в смысле ISO 14252 и др. подразумевается нечто иное, в этих двух аспектах безусловно присутствует некоторый общий смысл. По С. Никанорову, «открытые системы могут быть описаны и как динамические системы, и как системы, содержащие описания» т.е. в т.ч. стандарты. При этом необходимо помнить, что класс сложности систем «содержащих описания» выше

Как известно, основным принципом открытых систем является создание среды включающей программные и аппаратные средства, службы связи, интерфейсы, форматы данных и протоколы, которая в своей основе имеет развивающиеся, доступные и общепризнанные стандарты и обеспечивает переносимость, взаимодействие и масштабируемость приложений и данных, с последующим построением профиля – согласованного набора базовых стандартов, необходимых для решения конкретной задачи или класса задач.

Концепция профилей среды открытой системы развивалась в [16]; ее цель состояла в том, чтобы обеспечить методологическую основу для описания среды открытых систем в виде профилей среды открытой системы, а также сформулировать принципы классификации для этих профилей.

Как справедливо указывается в [17], несмотря на очевидные преимущества подходов на основе архитектурного подхода (АП), их результаты зачастую далеко не так просты... и «существует ряд негативных факторов, во многих ситуациях сводящих полученные принципиально новые результаты к уровню появления очередной новинки или новой инструментальной "серебряной пули"». По нашему скромному мнению, причины неудач некоторых проектов кроются не только в недостаточно последовательном использовании подходов АП, но также и в некоторых других вопросах системного проектирования и анализа, проблематике достаточно сложной [4,5] и охватывающей большой круг задач, при этом подходы к некоторым из них на сегодня, возможно, не вполне ясны. Из [6-11] также может следовать, что в современное время в силу различных обстоятельств архитектуры должны иметь возможность «подстраиваться» под изменяющиеся условия среды.

класса сложности динамических систем (Никаноров). И, наконец, по фон Нейману, начиная с некоторого уровня сложности систему или ее макет легче изготовить и ввести в действие, чем описать ее поведение.

Опыт показывает, что, по крайней мере, для части предприятий применение основанных на АП новых схем может быть связано с повышением рисков.

Кроме того, существуют предприятия, выпускающие продукцию, являющуюся как бы интеграционной основой деятельности других систем. По понятным причинам при разработке такой продукции может оказаться затруднительным детальное рассмотрение высших уровней АП, тем более если эта система предназначена для интеграции некоторого подмножества предприятий (организаций), таким образом, в плане интеграции основное значение приобретает свойство открытости или надлежащим образом спроектированной среды открытой системы.

По крайней мере, часть возникающих проблем можно проследить по истории возникновения автоматизированных средств контроля и управления предприятием. Во-первых, следует отметить, что по мере возникновения и совершенствования парка вычислительных средств оказалось, по С. Никанорову, что это может решить проблему эффективного использования мощных концептуальных, логических, математических и технических средств для совершенствования, создания и развития организаций. То же самое, по существу, относится и к сопровождению крупных проектов.

В России сейчас имеются комплексы “Парус”, “Галактика”, “1С” и др., применяются также комплексы зарубежных производителей. За рубежом в настоящее время существуют системы SAP, Baan, Oracle Application Server (последняя версия построена на основе SOA – Service Oriented Architecture) и др. Нет сомнения, что развитие этих систем в определенной мере стимулировало интерес к разработке и конструированию АП, с другой стороны, накопленный опыт эксплуатации систем ERP (как за рубежом, так и в России) позволяет сделать некоторые рекомендации.

Современные ERP (Enterprise Resource Planning) системы включают в себя библиотеки т.н. «лучших практик» - т.е. лучших способов осуществления бизнес-процессов. Эти библиотеки постоянно обновляются и пополняются.

Системы планирования ресурсов предприятия изменили саму природу рабочих мест, сделав уклон на улучшение подготовки специалистов работе с информационными технологиями (ИТ); так, они обозначили потребность в персонале, владеющем не только профессиональными навыками в области своей деловой специализации, но и достаточно профессионально разбирающимися в области ИТ [14].

Современные системы планирования и управления унифицируют описания и управление S&P (Systems&Procedures) в масштабах предприятия, представление отчетности и т.п., интегрируют виды деятельности предприятия, делают возможной организационную стандартизацию, устраняют информационную асимметрию, обеспечивают управление в реальном времени и многое другое. Они облегчают проведение реинжиниринга процессов и технологий.

Проблема рисков. Согласно [14], подвергнув фирму риску, можно в конечном счете получить бóльшую прибыль. При стыковке ERP систем с другими приложениями увеличивается не только риск, но и [возможная] потенциальная польза от проекта. При внедрении ERP систем оцениваемые большим числом опрошенных специалистов риски внедрения оценивались следующим образом:[14]⁵

Таблица 1. Степень рисков внедрения ERP согласно проведенным опросам

Риски Область	Технические	Бизнес	Организационные
Очень низкий	10,5	4,5	1,5
Низкий	22,5	23,0	8,5
Средний	39,5	32,5	18,5
Высокий	15,0	26,0	37,5
Очень высокий	11,5	14,5	35,0
	%% оценок		

⁵ Здесь мы не рассматриваем проблему оценки рисков на некоторых потенциально опасных производствах, поскольку во многих таких случаях требуется проведение конкретных экспертных исследований и заключений компетентных специалистов.

Технические риски. К ним обычно относят выбор ОС, реализации клиент-серверных технологий, проектирование сетей, риски с БД, связи с другими системами (общетехнические риски), риски принятия решений относительно внедрения, выбор системы ERP, проектирование, внедрение и запуск системы, технические аспекты обучения персонала.

Бизнес-риски связаны с выбором МОП (моделей, объектов и процессов, также сюда очевидно войдут S&P), риски выбора, проектирования и внедрения ERP-системы, риски ЖЦ, риски связанные с обучением персонала (подразумевается, что ненадлежащее обучение персонала влечет за собой ряд конкретных бизнес-рисков).

Организационные риски - связанные с принятием решений и выбором системы, ее проектированием и внедрением, организационные риски ЖЦ системы, особое внимание следует уделить рискам, связанным с персоналом.

Согласно [14] главной проблемой для высокотехнологичных компаний, например. Microsoft, является потеря возможности для инвестиций в новые технологии.

Резюмируя, можно отметить, что внедрение новых технологий управления и работы с информацией существенно улучшило положение дел во многих компаниях (трудности и решения Microsoft более или менее подробно рассматривались в [3]). Вместе с этим, публикуемые в ряде исследований данные по неудачным внедрениям различных автоматизированных систем показывают, что эти цифры иногда достигали десятков процентов. Причины неудач, оцененные субъективно, подпадают под перечень, рассмотренный в [14].

В области медицины добавляются свои специфические трудности, например, проблемы с персоналом могут быть более значительны, чем для компаний, традиционно использующих или развивающих ИТ. Тем не менее, выигрыш от внедрения автоматизированных и интегрирующих систем в медицине существенен, и, подчеркнем, в первую очередь – для конечных потребителей услуг.

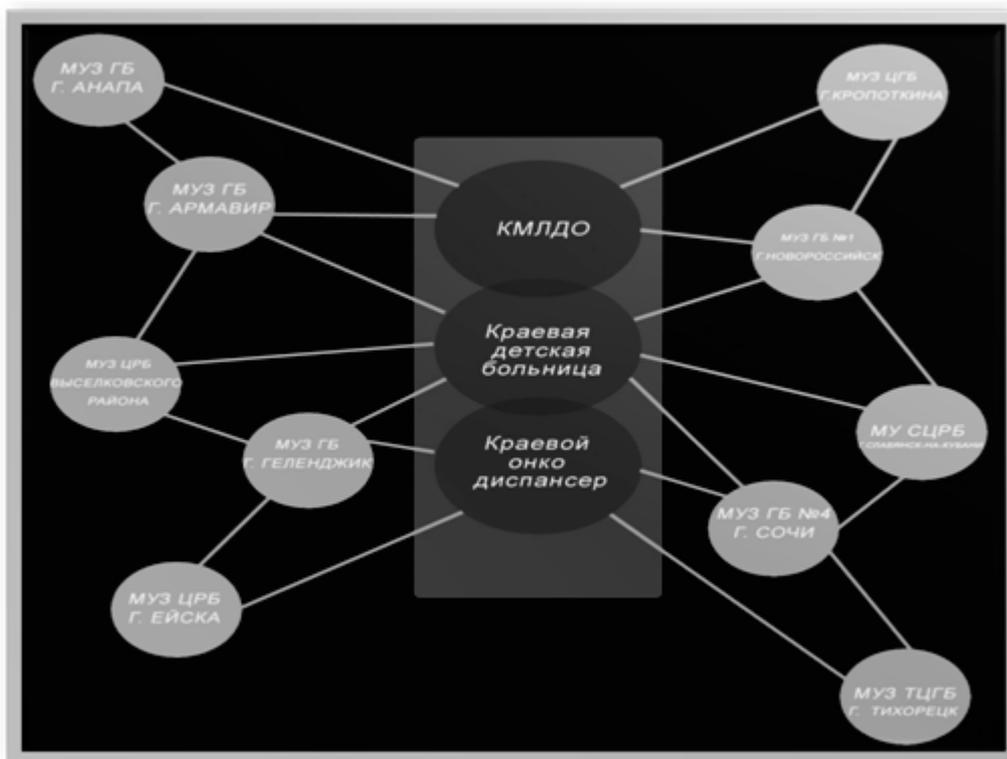


Рис.2. Создание локальных радиологических информационных систем, телемедицинской сети и интеграция медицинских учреждений разного профиля в рамках краевой целевой программы «Развитие материально-технической базы ЛПУ Краснодарского края».

На очереди – задачи объединения разнопрофильных медицинских учреждений в компьютерные сети с соответствующим QoS, базами и банками данных, диагностическими и консультационными центрами, системами телемедицины, удаленной диагностикой, центрами обработки и анализа данных. При укрупнении систем и в некоторых других случаях может оказаться полезной распределенная обработка данных, организованная в рамках той или иной архитектуры. Проведена большая практическая работа в области разработки больших региональных и межрегиональных радиологических информационных и телемедицинских систем, интеграции на их основе информационных систем лечебно-профилактических учреждений (ЛПУ). Развертывание одной из таких систем по программе развития МТБ ЛПУ Краснодарского края приводится на рис.2.

Заключение

Поскольку процесс информатизации медицины уже давно происходит де-факто, имеется множество медицинских учреждений и центров, имеющих разные профили, степени интеграции, возможно некоторые свои внутренние стандарты де-факто, национальные стандарты, и др. Имеются также известные трудности в согласовании стандартов, использованных разными производителями, см. напр. в [4,5]. Поэтому наиболее существенной задачей, на первый взгляд, выступает последовательное соблюдение принципов открытости. Последняя задача, в силу уже имеющихся больших наработок в области медицинских информационных систем, является достаточно сложной, однако следует ожидать, что внедрение новых математических (когнитивных) и системных технологий в будущем позволит создать открытую среду для разных платформ, удовлетворяющую всем современным требованиям.

Литература

1. А.Р.Дабагов. Цифровая радиология и диагностика. Достижения и перспективы.// Журнал радиоэлектроники, № 5, 2009
<http://jre.cplire.ru/jre/may09/2/text.pdf>
2. А. С. Бугаев, Р. П. Быстров, Ю. В. Гуляев, С. А. Никитов, В. А. Черепенин. Микро- и наноэлектроника в системах радиолокации. Москва, 2011, электронное издание ИРЭ им. В.А.Котельникова РАН (в четырех книгах),
<http://jre.cplire.ru/jre/library/6/index.html>
(см. также <http://science.compulenta.ru/694207/>)
3. Г.Г. Малинецкий, С.К. Маненков, Н.А. Митин, В.В. Шишов. Препринт ИПМ им. М.В. Келдыша № 46 2010 г.
4. А. Р. Дабагов. Информатизация здравоохранения и некоторые проблемы построения интегрированных медицинских информационных систем. Журнал Радиоэлектроники, 5, 2011, с. 1-57.
5. А.Р.Дабагов. Электронная медицина и проблемы построения интегрированных МИС.// Биомедицинская радиоэлектроника, 2012, 5, с. 40-49.

6. Р. Акофф. Планирование будущего корпорации. Пер. с англ. под ред. д.э.н. В.И.Данилова-Данильяна, М., Прогресс, 318 с.
7. Р. Акофф. Искусство решения проблем. Пер. с англ. под ред. к.т.н. Е.К.Масловского. М., «Мир», 1982, 224 с.
8. Р.Акофф, Фред Эмери. О целеустремленных системах. Пер. с англ. под ред. И.А.Ушакова, М., «Сов. Радио», 1974, 282 с.
9. Р.Акофф. Акофф о менеджменте. изд. «Питер», 2002, 448 стр.
10. Стаффорд Бир. Мозг фирмы: Перевод со второго английского издания. М., URSS, 2005. 416 с. ISBN 5-354-01065-9
11. Стаффорд Бир. Кибернетика и менеджмент. Пер. с англ. М., URSS, 2006. 280 с. ISBN 5-484-00434-9
12. Технология открытых систем. Коллектив авторов под общей редакцией А.Я.Олейникова. // М., «Янус-К», 2004, 287 стр.
13. Зиндер Е. З. Архитектура предприятия в контексте бизнес-реинжиниринга. Часть 1 // Intelligent Enterprise, № 4/2008, с. 46; часть 2 // Intelligent Enterprise №7 (183), 26 мая 2008 г.
14. Дэниел О'Лири. ERP системы. Современное планирование и управление ресурсами предприятия. Выбор, внедрение, эксплуатация.// М., «Вершина», 2004, 258 стр.
15. В.К.Батоврин. Использование принципа открытых систем в системной инженерии. // Информационные технологии и вычислительные системы, № 3, 2006, с. 19-41.
16. ISO/IEC TR 10000-3: Information technology - Framework and taxonomy for International Standardized Profiles - Part 3: Principles and Taxonomy for OSE Profiles.
17. В.К.Батоврин, Е.З.Зиндер. Результаты и перспективы "тихой революции" архитектуры предприятия и сервисного подхода. // www.fostas.ru/library/batovrin_zinder_2006.doc