

## **Анализ и оценка возможных подходов к решению проблемы повышения эффективности функционирования сложных информационно-технических систем**

© В.В. Иванов

Московский технический университет связи и информатики (МТУСИ),  
Москва, 111102, Россия

*Рассматриваются проблемы повышения эффективности функционирования автоматизированных систем управления (АСУ) бизнес-процессами. АСУ бизнес-процессами рассматриваются с точки зрения сложных информационно-технических систем, проводится анализ состояния современных разработок в области автоматизированного управления бизнес-процессами, выделяются наиболее перспективные на сегодняшний день подходы в области исследования и реализации решения проблем функционирования автоматизированных систем управления бизнес-процессами. Практическое решение проблемы интеграции средств и систем в рамках сложной информационно-технической системы посредством единого информационного поля в самом широком его понимании является одним из основных направлений развития АС бизнеса, существенным образом определяющим его эффективность и результативность. Интеллектуализация средств и систем будет являться одним из главных направлений развития сложных информационно-технических систем не только на ближайшую, но и отдаленную перспективу.*

**Ключевые слова:** автоматизация бизнес-процессов, автоматизированные системы, анализ и оценка эффективности, информационные технологии, информационные системы, критерий оценки, сложная система.

Развитие современного общества характеризуется ростом количества информации и ее многообразием, а также усложнением информационных процессов. Мировым сообществом на концептуальном уровне принята парадигма ориентации на знание и информацию как основной производственный ресурс. Таким образом, в сложившихся общественных условиях необходимо руководствоваться следующим важным для развития информационного общества принципом – «технология для воздействия на информацию, а не просто информация, предназначенная для воздействия на технологию, как было в случае предшествующих технологических революций» [1].

В последние годы становится все более актуальной проблема автоматизации бизнес-процессов. Несмотря на различие моделей управления бизнесом и его сред, все ведущие специалисты в этой области знаний сходятся во мнении о необходимости комплексной автоматизации процессов бизнеса и производства.

При наличии уже имеющихся автоматизированных процессов, в среду бизнеса будут интегрироваться другие сложные информационно-технические системы и возникающие при этом задачи будут решаться комплексно.

В целом тенденция к интеграции автоматизированных систем (АС) разных уровней и различного назначения, основанная на обеспечении технической, информационно-лингвистической и организационной совместимости АС на единых системотехнических принципах, использовании единых языков программирования, приобретает все более широкое распространение по мере развития средств и систем автоматизированного управления. Такие системы относятся к классу сложных систем.

Сложная система – составной объект, части которого можно рассматривать как системы, закономерно объединенные в единое целое в соответствии с определенными принципами или связанные между собой заданными отношениями.

В общем случае процесс исследования сложных систем можно представить в виде следующей формальной системы:

$$\begin{aligned} Y_{(t)} &= f[X_{(t)}, \Theta_{(t)}] - \text{функция выходов,} \\ \Theta_{(t)} &= g[X_{(t)}, \Theta_{(t-1)}] - \text{функция переходов,} \\ X_{(t)} &= u[Y_{(t-1)}] - \text{функция управления процессом,} \end{aligned} \quad (1)$$

где  $X_{(t)}$  – множество значений входных факторов в момент времени  $t$ ;  $\Theta_{(t)}$  – множество значений параметров, характеризующих различные внутренние состояния сложной системы в этот же момент времени;  $Y_{(t)}$  и  $Y_{(t-1)}$  – множества значений измеряемых показателей изучаемых свойств системы в обозначенные моменты времени.

Первые два уравнения моделируют суть изучаемого процесса, а третье — является математическим описанием (моделью) процесса воздействий исследователя на изучаемую систему.

Исследователю, как правило, доступно только определенное подмножество  $Y'_{(t)}$  наблюдаемых параметров и весьма ограниченное подмножество  $X'_{(t)}$  управляемых факторов.

Его представление о внутренних состояниях исследуемой системы также ограничено некоторым подмножеством  $\Theta'_{(t)}$ . Поэтому в представлении исследователя математическая модель исследуемой им системы имеет вид [2]:

$$\begin{aligned} f'[X'_{(t)}, \Theta'_{(t)}] &= Y''_{(t)}, \\ g'[X'_{(t)}, \Theta'_{(t)}] &= \Theta'_{(t+1)}. \end{aligned} \quad (2)$$

Проводя анализ сложных систем, необходимо осуществить их декомпозицию до получения подсистем первого уровня, так называемых элементов сложной системы, которые либо объективно не подлежат расчленению, либо относительно их дальнейшей неделимости имеется соответствующая договоренность. Подсистема, таким образом, с одной стороны, сама является сложной системой из нескольких элементов (подсистем низшего уровня), а с другой стороны – элементом системы старшего уровня [3].

Тенденции развития современного информационного общества показывают, что происходит замещение прежних стратифицированных структур другими, где доминирующие функции и процессы организуются по сетевому принципу. Новая социальная морфология обществ, отмечает М. Кастельс в своей работе «Становление общества сетевых структур», составлена именно сетями, а «распространение «сетевой» логики в значительной мере сказывается на ходе и результатах процессов, связанных с производством, повседневной жизнью, культурой и властью». М. Кастельс характеризует современное общество как «общество сетевых структур, характерным признаком которого является доминирование социальной морфологии над социальным действием» [4].

Как отмечает в своем исследовании А.В. Костина: «первичным является все-таки не характер коммуникационного процесса, не способ передачи информации, определяющий особенности ее формализации и функционирования, а ориентация и задачи самой этой системы, определяющей способ коммуникации, а также качество и объем социально значимой информации» [5].

По сути, если рассматривать вышесказанное с точки зрения управления, то речь идет о едином информационном поле для любых бизнес-процессов, в рамках которого лица, принимающие решение, должны получать точную и достоверную информацию (в пределах своей компетенции), обеспечивающую качественное и оперативное выполнение стоящих перед ними задач. Даже реализация отдельных элементов единого информационного поля (в основном в рамках взаимобмена неформализованной информацией) позволяет обеспечить синхронную работу подразделений организации всех уровней по планированию и сопровождению бизнес-процессов.

Конкретные особенности технического облика создаваемых АС в рамках данной концепции, принципиальной роли не играют. Важным представляется лишь то, что эти системы обладают общими особенностями:

- открытыми принципами построения и реконфигурации системы;
- принципиально сетевой архитектурой;
- разнообразием заблаговременно и оперативно создаваемых и поддерживаемых в актуальном состоянии распределенных между различными элементами системы баз данных;

- задействованием практически во всех вариантах развертывания информационно-телекоммуникационных систем глобального, регионального и локального уровней;

- использованием широкого спектра программно-аппаратных средств, разработанных в разное время и с применением различных технологий.

Учитывая состояние текущих разработок и работ на ближайшую перспективу в области автоматизированного управления бизнес-процессами, можно констатировать, что вопросы обеспечения технической и информационно-лингвистической совместимости объектов, в основном, решены лишь для условий обмена формализованной и неформализованной буквенно-цифровой информацией, а также, с определенными ограничениями – табличной и, с еще большими ограничениями, – картографической.

В ближайшие два десятилетия ожидается существенное изменение потребности в различных видах информации, поступающей должностным лицам в процессе управления бизнесом.

В связи с этим понятие единого информационного поля должно существенно расширяться и включать разнообразные виды информации, необходимой для эффективной работы должностных лиц по сопровождению бизнес-процессов, включая каждого сотрудника организации (фирмы). Последний также должен иметь возможность отображения на своем автоматизированном рабочем месте (АРМ) информации о состоянии бизнес-процессов в рамках своей компетенции.

Практическое решение проблемы интеграции средств и систем в рамках сложной информационно-технической системы посредством единого информационного поля в самом широком его понимании является одним из основных направлений развития АС бизнеса, существенным образом определяющим его эффективность и результативность. Решение этой проблемы возможно лишь на базе самых передовых коммуникационных и информационных технологий, обеспечивающих передачу и обработку больших объемов информации различных видов в режиме реального времени.

Опираясь на мнение ведущих отечественных и зарубежных специалистов, можно с уверенностью сказать, что интеллектуализация средств и систем будет являться одним из главных направлений развития сложных информационно-технических систем не только на ближайшую, но и отдаленную перспективу.

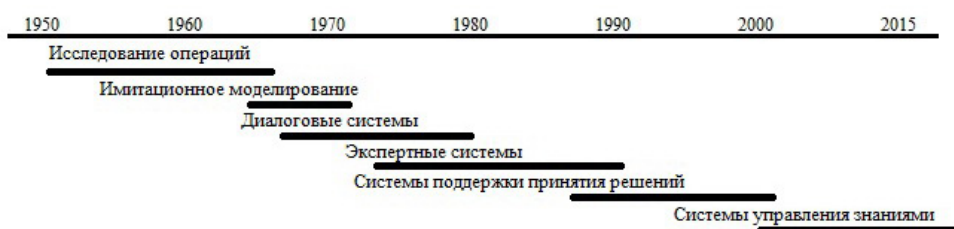
Динамика интеллектуализации средств обработки информации в бизнесе представлена на рис. 1.

Таким образом, основные тенденции развития систем и комплексов автоматизированного управления в бизнесе связаны:

- с комплексной интеграцией управляемых объектов (в перспективе – до отдельного сотрудника) в рамках единой системы автома-

тизированного управления, отображающей внутреннюю иерархию бизнес-процессов организации;

– с широкой интеллектуализацией систем и средств управления, мониторинга и прогнозирования, обеспечивающих быструю обработку всей имеющейся оперативной информации и формирование наиболее рациональных в сложившейся обстановке управленческих решений.



**Рис. 1.** Динамика интеллектуализации средств обработки информации в бизнесе

В техническом отношении перспективная структура автоматизированного управления бизнес-процессами представляет собой систему с распределенной обработкой данных, реализуемую в виде совокупности локальных вычислительных сетей, взаимодействующих между собой в соответствии с организационной структурой бизнес-процессов организации (интегрированной структуры).

В соответствии с тенденцией расширения уровня интеллектуализации систем и комплексов управления в узлах такой системы должны реализовываться достаточно сложные процедуры содержательной обработки стратегической и оперативной информации, обеспечивающие поддержку принятия решений, отрабатываемых должностными лицами в рамках соответствующей компетентности.

Успешное функционирование систем такого рода требует мощной вычислительной базы, качественных средств и каналов передачи данных, а также подготовленных специалистов (ИТ-специалисты, системные и бизнес-аналитики, менеджеры).

Потребности в вычислительных ресурсах для решения задач в структурах управления бизнес-процессами, оцененные даже с учетом текущих представлений о применении ИТ в бизнесе, не могут быть в полной мере удовлетворены за счет создаваемых средств вычислительной техники.

В настоящее время еще не получили достаточного практического применения в бизнесе такие ресурсоемкие приложения как трехмерная графика, динамические системы виртуального мониторинга местности, гетерогенные системы интеллектуальной поддержки решений и др.

Примерно такая же картина складывается в отношении средств и систем передачи данных. Положение здесь усугубляется еще тем, что

автоматизированные объекты бизнес-приложений должны работать в движении, что исключает пользование проводными каналами связи, а беспроводная радиосвязь в Российской Федерации в настоящее время не в полной мере обеспечивает потребности бизнеса из-за низкого покрытия территории и неудовлетворительной пропускной способности каналов подвижной радиосвязи. Это связано, прежде всего, с низким уровнем планирования развития сетей связи и нежеланием основных поставщиков мобильной связи внедрять высокопроизводительные технологии связи нового поколения [6].

Отсюда следует логически однозначный и, на первый взгляд, единственный вывод: для того, чтобы достичь современного уровня требований к управлению бизнес-процессами, необходимо в области электронных технологий выйти на мировой уровень.

Этот, в целом, правильный вывод для специалистов в области ИТ-технологий звучит несколько пессимистично, что объясняется значительным отставанием России в этой сфере (таблица) [7].

#### **Рейтинг стран по уровню развития информационных и коммуникационных технологий**

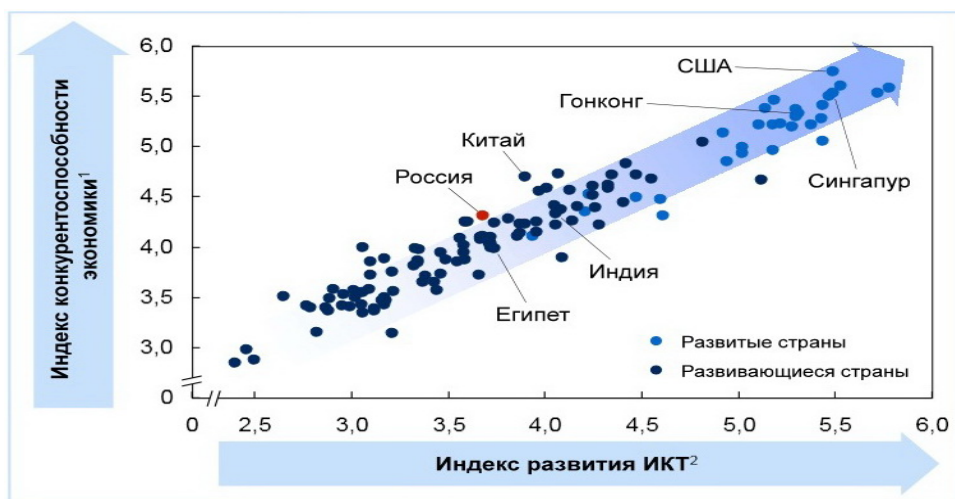
№	Страна	Индекс в 2011 году	Индекс в 2010 году	Место в 2010 году	Изменение места за год
1	Республика Корея	8,56	8,45	1	0
2	Швеция	8,34	8,21	2	0
3	Дания	8,29	8,01	3	0
4	Исландия	8,17	7,96	4	0
5	Финляндия	8,04	7,89	5	0
6	Нидерланды	7,82	7,6	7	1
7	Люксембург	7,76	7,64	6	- 1
8	Япония	7,76	7,57	8	0
9	Соединенное Королевство	7,75	7,35	14	5
10	Швейцария	7,68	7,48	9	- 1
11	Гонконг	7,68	7,39	12	1
12	Сингапур	7,66	7,47	10	- 2
13	Норвегия	7,52	7,39	11	- 2
14	Макао	7,51	7,38	13	- 1
15	США	7,48	7,11	16	1
16	Германия	7,39	7,18	15	- 1
17	Новая Зеландия	7,34	7,03	18	1
18	Франция	7,3	7,08	17	- 1
19	Австрия	7,1	6,74	22	3
20	Ирландия	7,09	6,99	19	- 1
21	Австралия	7,05	6,75	21	0

Окончание табл.

№	Страна	Индекс в 2011 году	Индекс в 2010 году	Место в 2010 году	Изменение места за год
22	Канада	7,04	6,87	20	- 2
23	Бельгия	6,89	6,6	23	0
24	Эстония	6,81	6,36	26	2
25	Словения	6,7	6,54	24	- 1
26	Мальта	6,69	6,3	28	2
27	Израиль	6,62	6,41	25	- 2
38	Российская Федерация	6	5,61	40	2
151	Буркина-Фасо	1,14	1,06	152	1
152	Эритрея	1,09	1,08	151	- 1
153	Центральноафриканская республика	0,97	0,96	153	0
154	Чад	0,94	0,85	155	1
155	Нигер	0,88	0,88	154	- 1

Источник таблицы: International Telecommunication Union (ITU)

Положение отечественных разработок в области информационных и коммуникационных технологий по результатам анализа рабочей группы Мирового экономического форума иллюстрирует рис. 2 [8].



Примечания: <sup>1</sup>Включает индикаторы, отражающие развитие институтов и инфраструктуры, макроэкономические показатели, уровень образования и здравоохранения, эффективность рынков, уровень организации бизнеса и инновационной деятельности

<sup>2</sup>Включает индикаторы, отражающие доступность телекоммуникационных каналов, тарифы на телекоммуникационные услуги, уровень проникновения оборудования и распространенность широкополосного доступа в Интернет.

ИСТОЧНИК: Мировой экономический форум; анализ рабочей группы

Рис. 2. Положение РФ среди стран мира

Учитывая, что развитие новых технологий электронно-вычислительной техники требует весьма значительных финансовых затрат, можно констатировать, что в обозримой перспективе отечественная промышленность вряд ли сможет выйти на передовые рубежи в этой области. Следовательно, решение рассматриваемой проблемы следует искать в несколько иной плоскости.

Прежде всего, эффективное построение и функционирование АС определяется следующими основными факторами:

- уровнем развития электронных технологий;
- качеством применения информационных технологий.

В современных условиях существует тенденция все более увеличивающегося влияния качества используемой информационной технологии на функциональную эффективность АС [9]. Это связано с тем, что в настоящее время уже достигнут достаточно высокий уровень характеристик ЭВМ и средств передачи данных, при котором возможна реализация сложных и высокоэффективных ИТ, в определяющей степени влияющих на основные характеристики АСУ бизнес-процессами в целом.

Однако развитие и совершенствование ИТ характеризуется не столько потребностями в больших финансовых затратах, сколько наличием определенного интеллектуального потенциала в стране.

Учитывая общий высокий уровень подготовки отечественных специалистов, можно полагать, что в достаточно короткие сроки за счет совершенствования ИТ возможно в сложившихся экономических условиях достичь высоких функциональных показателей создаваемых систем и комплексов автоматизированного управления бизнесом даже при более низких по сравнению с зарубежными аналогами характеристиках ЭВМ, средств связи и передачи данных. Такой подход во многих ситуациях позволяет получить существенный положительный эффект, иногда эквивалентный переходу на технику нового поколения.

При этом возможный положительный эффект может быть достигнут несколькими путями. Рассмотрим основные из них.

Во-первых, за счет детального исследования специфики функциональной деятельности органов и объектов управления, возможно для каждой реально существующей процедуры обработки бизнес-информации подобрать для ее реализации ту функциональную ИТ, которая по совокупности критериев является лучшей. Здесь под функциональной ИТ понимается ИТ, основанная на реализации некоторой функционально обособленной совокупности способов обработки информации. Примерами могут быть нейросетевая ИТ, ИТ экспертных систем, ИТ электронных цифровых карт местности и др.

Во-вторых, реализацию любой совокупности информационных процессов на множестве технических устройств возможно построить



наиболее рациональным образом, обеспечив выполнение заданного объема информационно-вычислительных работ за минимальное время (с учетом различной важности отдельных информационных процессов).

В последние годы был получен ряд теоретических и экспериментальных результатов, позволяющих полагать, что по каждому из указанных направлений исследований может быть получен значительный положительный эффект. Так, имеющиеся данные по решению, например, оптимизационных задач распределительного типа позволяют утверждать, что использование технологии экспертных систем для решения задач такого рода позволяет в ряде ситуаций на порядок сократить время их решения по сравнению с традиционными методами математического программирования без существенного снижения точности получаемого решения [10, 11].

Исследования в области оптимизации функционирования систем с распределенной обработкой данных убедительно демонстрируют возможность значительного (в несколько раз) увеличения оперативности функционирования таких систем за счет рациональной реализации протекающих в них информационных процессов [12].

Создание и обслуживание облачных решений на сегодняшний день является одним из наиболее перспективных сегментов развития рынка. По данным аналитической компании Gartner в 2016 году более половины из крупнейших мировых компаний будут хранить конфиденциальную информацию в публичных облаках. Этот тренд, безусловно, повлечет за собой серьезнейшие изменения на рынке, но подобная модель отвечает интересам бизнеса. Однако не следует забывать о том, что эффективность функционирования облака в первую очередь зависит от качества используемых сетей связи.

Таким образом, из вышеизложенного можно сделать следующие выводы:

1. Основными тенденциями развития АС управления бизнес-процессами являются:

– комплексная интеграция управляемых объектов в рамках единой системы автоматизированного управления, отображающей внутреннюю иерархию бизнес-процессов организации;

– широкая интеллектуализация систем и средств управления, связи и передачи данных, обеспечивающая быструю обработку всей имеющейся оперативной информации и формирование наиболее рациональных в сложившейся обстановке управленческих решений.

2. Основными факторами, определяющими эффективность функционирования систем и комплексов в рамках единой АСУ организации, являются:

– уровень развития систем и средств обработки и передачи информации в АСУ;

– качественный уровень применяемых в АСУ информационных технологий.

При этом существует тенденция все более увеличивающегося влияния качества используемой информационной технологии на функциональную эффективность АС и ее основные функциональные характеристики в целом (оперативность, устойчивость, качество обработки решений на средствах АС).

3. За счет совершенствования ИТ возможно достижение более высоких функциональных показателей, создаваемых систем и комплексов автоматизированного управления бизнес-процессами даже при более низких по сравнению с зарубежными аналогами технических характеристиках ЭВМ, средств связи и передачи данных.

Наиболее перспективными на сегодняшний день представляются работы в области исследования и реализации каждой из основных процедур обработки информации в АС, средствами той функциональной информационной технологии (нейросетевая технология, технология экспертных систем и т.д.), которая по совокупности критериев (оперативность, качество решения и др.) является наилучшей для выбранной процедуры, а также оптимальная реализация совокупности информационных процессов, протекающих в АС как системах с распределенной обработкой данных.

## ЛИТЕРАТУРА

- [1] Кастельс М. *Информационная эпоха: экономика, общество и культура*. Москва, 2000, 77 с.
- [2] URL: [http://ustenko.fromru.com/part3.html#\\_3.2.3](http://ustenko.fromru.com/part3.html#_3.2.3).
- [3] Бусленко Н.П., Калашников В.В., Коваленко И.Н. *Лекции по теории сложных систем*. Москва, Советское радио, 1973, с. 12–13.
- [4] Кастельс М. Становление общества сетевых структур. *Новая постиндустриальная волна на Западе. Антология*. Иноземцев В.Л., ред. Москва, 1999, с. 494–495.
- [5] Костина А.В. Тенденции развития культуры информационного общества: анализ современных информационных и постиндустриальных концепций. *Информационный гуманитарный портал «Знание. Понимание. Умение»*. Культурология, 2009.
- [6] URL: <http://rbcdaily.ru/media/562949985676025>
- [7] URL: <http://rating.rbc.ru/article.shtml?2012/10/16/33793759>
- [8] *Доклад: О мерах по развитию отрасли ИТ в Российской Федерации, АПКИТ, при участии McKinsey & Company* Москва, ноябрь 2012. URL: [http://www.apkit.ru/files/Strategy\\_APKIT\\_2012\\_vr.pdf](http://www.apkit.ru/files/Strategy_APKIT_2012_vr.pdf)
- [9] Балыбердин В.А., Пенкин О.М., Полуниин А.И. *Проблемные вопросы создания и внедрения новых информационных технологий в автоматизированных системах военного назначения*. Москва, Вооружение. Политика. Конверсия, 2001, 146 с.
- [10] Gorodetski V., Lebedev A. Multi-agent Technology for Planning, Scheduling and Resource Allocation. *IEEE Computer Society*, 1998, pp. 420 – 430.

- [11] Городецкий В.И. Информационные технологии и многоагентные системы. *Проблемы информатизации*. Санкт-Петербург, СПИИРАН, 1998, с. 24 – 36.
- [12] Ильин В.А., Крюков А.П., Демичев А.П. *Исследование системы распределенной обработки данных на гигабайтном сетевом полигоне Московского университета*. Препринт НИИЯФ МГУ, 2005, 32/798.

Статья поступила в редакцию 28.06.2013

Ссылку на эту статью просим оформлять следующим образом:

Иванов В.В. Анализ и оценка возможных подходов к решению проблемы повышения эффективности функционирования сложных информационно-технических систем. *Инженерный журнал: наука и инновации*, 2013, вып. 11. URL: <http://engjournal.ru/catalog/it/network/994.html>

**Иванов Владимир Владимирович** родился в 1989 г., окончил Московский технический университет связи и информатики в 2012 г. Аспирант кафедры «Информационная безопасность и автоматизация» Московского технического университета связи и информатики. Область научных интересов: автоматизированные системы управления, информационная безопасность, управление бизнес-процессами. e-mail: [vlivanov89@gmail.com](mailto:vlivanov89@gmail.com)