

УДК 65.012.45

В.А. ПОПОВ, А.И. ОЛЕКСЕНКО, В.Г. ЕМЕЛЬЯНЕНКО

*Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ», Украина***ИССЛЕДОВАНИЕ АРХИТЕКТУРЫ РАСПРЕДЕЛЁННОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ**

*Рассмотрена, поставлена и решена задача выбора модели информационной системы для модернизируемого предприятия. Предложены различные варианты построения информационной системы для локализации нововведений. Представлены математические модели для определения экономической эффективности каждого из предложенных вариантов с целью их сравнения и выбора наилучшего. Предложен алгоритм расчёта экономической эффективности системы по выбранному варианту. Представлен пример модернизации информационной системы типового предприятия посредством добавления новой подсистемы. Обоснована архитектура интегрированной информационной системы для рассматриваемого примера.*

**Ключевые слова:** *информационная система, архитектура, система управления, управляемая система, организационная структура, схема функционирования, экономическая эффективность, бизнес-процессы, модернизация*

**Введение**

Существует множество различных подходов к обоснованию архитектуры информационных систем (ИС) предприятия. Специалисты из этой области составляют всё большую конкуренцию, а сами системы становятся более совершенными. Сегодняшнее предприятие находится на том уровне развития, на котором имеет возможность применять самые лучшие и новые технологии в сфере автоматизации, а скорость выявления ещё более удобных и эффективных методов их эксплуатации с целью эффективного функционирования систем управления только возрастает.

На сегодняшний день структура управления организаций не возникает «с нуля». Уже существующие схемы поддаются различного рода изменениям. Таким образом, предполагается актуальным исследование производственного предприятия в процессе модернизации, а именно – в момент введения изменений в его ИС.

При обосновании архитектуры важно определить вид модели для исследования. От этого зависит предпочтительность некоторых аспектов такого обоснования (принципы, стили проектирования, критерии декомпозиции системы и т.п.). Рассматриваемые концептуальные модели (которые, по определению, являются абстрактными моделями, описывающими структуру системы, свойства её элементов и причинно-следственные связи) предлагается строить по принципу структурной декомпозиции с учётом функциональных возможностей

системы. Данный подход заключается в представлении модели с помощью взаимосвязанных множеств функций и ресурсов системы управления (СУ) и управляемой системы (УС). Процесс модернизации, в данном случае, рассматривается в виде информационных потоков внутри системы, соответствующих изменениям рассматриваемых множеств и вызванных вводимыми новшествами, поступающими из внешней среды по определённым требованиям.

Следуя предлагаемому принципу, предполагается провести исследование различных вариантов функционирования ИС в процессе модернизации, которые отличаются как множествами функций, подверженными улучшению по требованиям к развивающемуся предприятию из внешней среды, так и самими изменениями внутри системы. Каждому рассматриваемому варианту присущи некоторые особенности, проявляющиеся в ходе введения изменений: ориентация на сервисы бизнес-процессов ИС [1], представление управляющей подсистемы динамической сетью [2] и предпочтительная модернизация производственных процессов [3].

Постановка задачи исследования вариантов для выбора наилучшей из предлагаемых схем функционирования на этапе введения изменений определяется интерпретация их в математические модели, опираясь на возможности адаптируемости систем [4] и на экономическую оценку эффективности предприятия. Переход к количественным оценкам (от функций и ресурсов к доходам и издержкам) позволяет провести сравнительный анализ и вы-

брать наиболее эффективную модель ИС при модернизации [5-7].

После анализа организационной структуры типового предприятия и детального исследования наиболее эффективной схемы, предлагается определить архитектуру интегрированной ИС для конкретной системы при введении изменений в процессе её модернизации [8-10].

Вышеизложенное позволяет сформулировать следующие основные задачи:

1) обосновать и построить функциональные схемы различных моделей ИС на основании их множественного и системного представления [1-4];

2) интерпретировать построенные схемы в математические модели, опираясь на возможность адаптируемости систем и на экономическую оценку эффективности предприятия [5];

3) сравнить количественные характеристики математических моделей и выбрать наиболее эффективную схему функционирования ИС [6-7];

4) построить алгоритм расчёта экономической эффективности системы по выбранной схеме функционирования;

5) определить архитектуру ИС для типового производственного предприятия в процессе его модернизации по выбранной схеме функционирования [8-10].

### Решение задачи исследования выбора функциональной схемы ИС предприятия

Упрощённое представление системы рассматриваемой организации отображено на рис.1. Здесь предприятие рассматривается как совокупность внешней среды, определяющей воздействия окружающих факторов на систему и двух взаимосвязанных подсистем: СУ и УС [1-4].

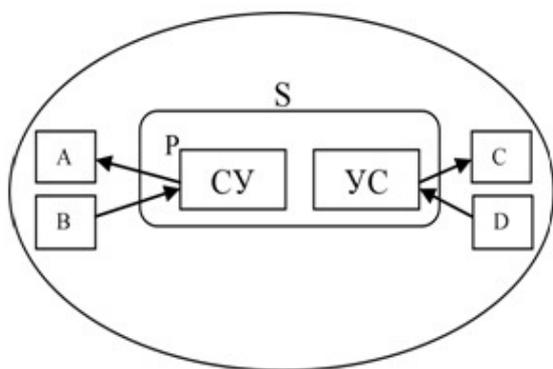


Рис.1. Упрощённое представление сложной системы предприятия

В данном представлении  $S$  – внешняя среда,  $P$  – сама система (предприятие),  $A$  и  $C$  – множества функций, необходимых для эффективного функционирования СУ и УС соответственно,  $B$  и  $D$  – множества ресурсов, необходимых для выполнения функций  $A$  и  $C$  соответственно.

В работе особое внимание уделяется бизнес-процессам (БП), которые, с одной стороны, объединяют в себе некоторые композиции функций и ресурсов, а с другой – являются составной частью сложных процессов управления и производства. Именно ориентация на БП обеспечивает лицо, принимающее решение, возможностью визуально представить организацию, функционирующую под управлением определённой ИС. Таким образом, рассматриваются основные составные части как СУ, так и УС: набор функций и набор ресурсов, составляющих БП. Исходя из требований к стабильности в сфере улучшения и развития ИС, модель должна характеризоваться информационными потоками в процессе автоматизации изменений, вводимых разработчиком для модернизации системы. На рис. 2 представлена упрощённая схема функционирования ИС, являющаяся базовой при дальнейшем рассмотрении вариантов.

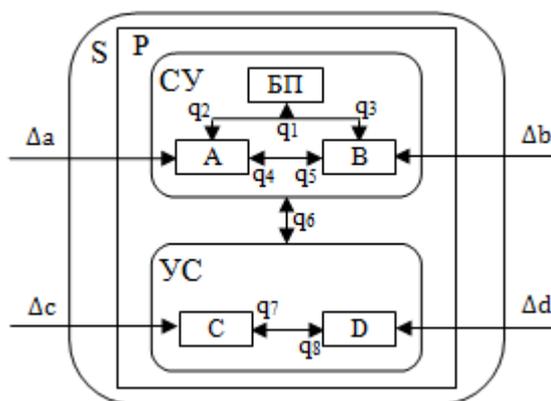


Рис. 2. Упрощённое представление схемы функционирования ИС в процессе модернизации

На рис.2 используются следующие обозначения:  $\Delta a, \Delta b, \Delta c, \Delta d$  – информационные потоки, входящие из внешней среды  $S$  и соответствующие изменениям, вводимым разработчиком для модернизации системы;  $q_i \in Q$ , где  $Q$  – множество информационных потоков внутри системы  $P$ , соответствующих адаптируемости функций и ресурсов  $A, B, C, D$  к вводимым изменениям  $\Delta a, \Delta b, \Delta c, \Delta d$ .

Таким образом, можно упрощённо представить предприятие:  $P=(СУ, УС)$ . Исходя из рис. 2:

$SU=(A(\Delta a, qi), B(\Delta b, qi), BP(A, B, qi)); UC=(C(\Delta c, qi), D(\Delta d, qi))$ . Теоретико-множественное представление предприятия в данном случае имеет вид:

$$P = \{A, B, C, D\}, \quad (1)$$

а с учетом информационных потоков –

$$P = (\Delta a, \Delta b, \Delta c, \Delta d, qi), \quad (2)$$

где внешняя среда представлена потоками извне  $\Delta a, \Delta b, \Delta c, \Delta d$ , а сама система – информационными потоками  $qi$ .

Процесс введения изменений в ИС зачастую требует больших денежных и временных затрат, в связи с чем лица, принимающие решения о выборе наилучшей ИС, должны быть уверенными в оправданности предлагаемых нововведений. С целью решения этой проблемы в работе предлагается рассмотреть несколько представлений моделей ИС и сравнить их, с одной стороны, с точки зрения экономической эффективности предприятия, с другой – с точки зрения степени адаптируемости системы.

Под адаптируемостью будем понимать свойство ИС, позволяющее автоматизировать процесс изменения подсистем при введении изменений в хотя бы одну из них. Для наглядности понимания этого понятия на рис. 3 представлено системное сравнение двух понятий: адаптивности и адаптируемости [1]. Используются следующие обозначения:  $\Delta A, \Delta B, \Delta C, \Delta D$  –изменения, вводимые в множества функций и ресурсов  $SU$  и  $UC$   $A, B, C, D$  при вхождении в них информационных потоков  $\Delta a, \Delta b, \Delta c, \Delta d$  соответственно:  $\Delta A=A(\Delta a, qi)$ ,  $\Delta B=B(\Delta b, qi)$ ,  $\Delta C=C(\Delta c, qi)$ ,  $\Delta D=D(\Delta d, qi)$ .

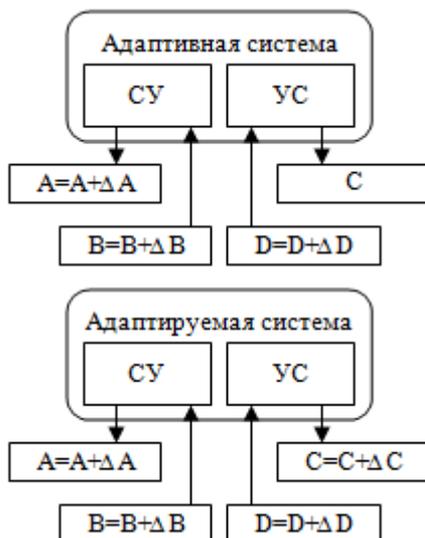


Рис. 3. Адаптивная и адаптируемая системы

С целью исследования ИС на адаптируемость, каждая предлагаемая системная модель базируется на упрощённом множественном представлении ИС

(рис. 2). Для определения экономической эффективности предлагается перейти к количественным оценкам, необходимым для её расчёта по методике [5]. Информационные потоки внутри системы в данном случае определяются:  $Q(qi) = \{X_n, Y_m\}$ .

Для определения количественной оценки издержек и доходов с учетом предложенных системных моделей предлагается провести их исследование.

В предложенных моделях предполагается, что оценка издержек и доходов, необходимая для расчёта экономической эффективности, одинакова в существующих ИС. Учёту подлежат лишь те параметры, которые изменяются в процессе модернизации в автоматизированном режиме, что связано с рассматриваемыми адаптируемыми системами. Для расчёта эффективности по методике [5] необходимо учесть величину риска и коэффициенты выполнения плана. В случае модернизации нет смысла сравнивать планируемые издержки и доходы с реализованными. Величина риска в данном случае не потерпит существенных изменений, так как все нововведения, учитывающиеся в расчёте, проводятся в автоматизированном режиме. Таким образом, предполагается, что потери от рисков близки к нулю, а степень соответствия планируемых доходов и степень использования бюджета равны единице.

Первым исследуемым объектом является модель ИС с ориентацией на сервисы БП [1]. В данном случае она отличается разделением функций  $SU$  на основные функции и сервисы, необходимые для выполнения этих функций. Соответственно ресурсы  $SU$  также целесообразно разделить на функциональные и сервисные. На основании данной модели была построена схема функционирования (рис. 4).

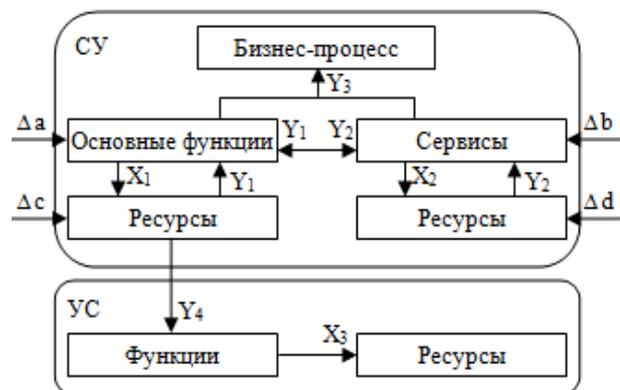


Рис. 4. Схема функционирования ИС с учетом модели, ориентированной на сервисы БП, в процессе модернизации

В данном случае изменениям извне могут подлежать как функции (основные функции и сервисы),

так и ресурсы СУ. По адаптационным возможностям системы предлагается определять, насколько экономически эффективна именно такая схема функционирования ИС [5-7].

На рис. 4 введены следующие обозначения:

$\Delta \rightarrow$  - введение необходимых изменений в ИС при модернизации предприятия;  $\rightarrow$  - автоматизированная адаптация ИС к введённым изменениям; X – количественная оценка издержек на вводимые изменения ( $X_1$  – в ресурсах для основных функций СУ;  $X_2$  – в ресурсах для сервисов СУ;  $X_3$  – в ресурсах для функций УС); Y – количественная оценка доходов от вводимых изменений ( $Y_1$  – в основных функциях СУ;  $Y_2$  – в сервисах СУ;  $Y_3$  – в БП;  $Y_4$  – в функциях УС).

В соответствии со схемой функционирования, а также с соотношениями (1), (2) для сервисного представления ИС, предложенной на рис. 4, общие издержки на вводимые изменения вычисляются:

$$X = X_1 + X_2 + X_3.$$

Общие доходы от вводимых в ИС изменений определяются:

$$Y = Y_1 + Y_2 + Y_3 + Y_4.$$

Формула расчёта экономической эффективности, в соответствии с методикой [5], имеет вид:

$$Efc = \frac{(Y - X)}{X},$$

или

$$Efc = \frac{(Y_1 + Y_2 + Y_3 + Y_4 - X_1 - X_2 - X_3)}{X_1 + X_2 + X_3}.$$

Далее проводится исследование модели ИС с ориентацией на модернизацию УС [2]. Основной целью модернизации предприятия, в целом, является улучшение производства и отдельных производственных процессов. Здесь предлагается вводить изменения только в функции СУ, которые положительно с помощью автоматизации процессов адаптации подсистем ИС предприятия должны привести к усовершенствованию УС.

Предложенная модель модернизации и функционирования ИС позволяет формально описать основные аспекты и особенности взаимодействующих процессов.

Использование процессного подхода, в данном случае, позволяет повысить результативность и эффективность организации в достижении ею определённых целей.

На рис. 5 представлена вторая схема функционирования ИС, которая соответствует модели, ориентированной на модернизацию УС. Использовались следующие обозначения: X – количественная оценка издержек на вводимые изменения ( $X_1$  – в ресурсах для функций СУ;  $X_3$  – в ресурсах для

функций УС;  $X_4$  – при автоматизации процесса модернизации в УС); Y – количественная оценка доходов от вводимых изменений ( $Y_3$  – в БП;  $Y_4$  – в функциях УС).

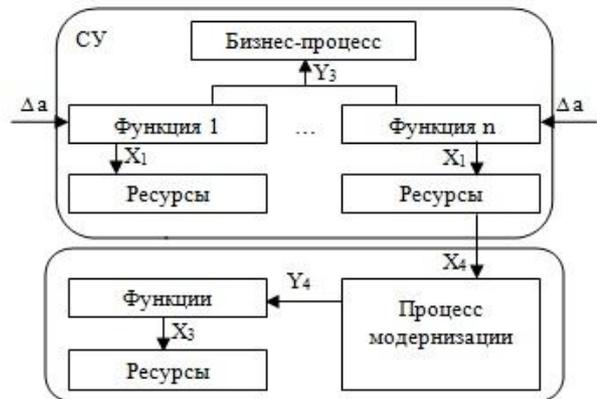


Рис. 5. Схема функционирования ИС по модели, ориентированной на модернизацию управляемой системы

Аналогично расчётам в сервисном представлении можно определить эффективность и для рассматриваемой модели:

$$Efc = \frac{(Y_3 + Y_4 - X_1 - X_3 - X_4)}{X_1 + X_3 + X_4}.$$

Последним исследуемым объектом в данной работе является модель с ориентацией на управление динамической сетью [3]. Отличительной чертой здесь есть выделение самостоятельно функционирующих подсистем: статической и динамической.

Эти подсистемы обмениваются информацией посредством, так называемой динамической сети. Изменениям в данной модели подлежат функции и ресурсы СУ, находящиеся в распоряжении динамической подсистемы. На рис. 6 отображена схема такой модели.

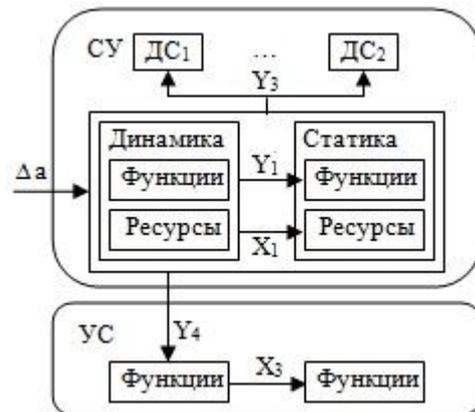


Рис. 6. Схема функционирования ИС с учетом модели, ориентированной на управление динамической сетью

Обозначения, используемые в рис. 6, определялись выше. Исключением здесь есть  $Y_3$  – количественная оценка доходов от вводимых изменений в ДС как интерпретации БП.

Эффективность для данной модели:

$$Efc = \frac{(Y_1 + Y_3 + Y_4 - X_1 - X_3)}{X_1 + X_3}$$

Для определения наиболее эффективной схемы предлагается использовать традиционный математический метод сравнения.

На первом шаге сравнению подлежат многочлены, описывающие комбинированную модель:

$$\frac{(Y_1 + Y_3 + Y_4 - X_1 - X_3)}{(X_1 + X_3)}$$

и динамическую модель:

$$\frac{(Y_3 + Y_4 - X_1 - X_3 - X_4)}{(X_1 + X_3 + X_4)}$$

$$\begin{cases} X_i, Y_j > 0; \\ X_1 + X_3 = a > 0; \\ Y_3 + Y_4 = b > 0. \end{cases}$$

$$\frac{Y_1 + b - a}{a} - \frac{b - a - X_4}{a + X_4} = \frac{Y_1 \cdot a + Y_1 \cdot X_4 + b \cdot X_4}{a \cdot (a + X_4)}$$

Числитель и знаменатель являются положительными числами, поэтому:

$$\begin{aligned} & \frac{(Y_1 + Y_3 + Y_4 - X_1 - X_3)}{(X_1 + X_3)} > \\ & > \frac{(Y_3 + Y_4 - X_1 - X_3 - X_4)}{(X_1 + X_3 + X_4)}. \end{aligned}$$

Таким образом, схема функционирования комбинированной модели ИС более эффективна, чем схема динамической модели.

Следующим шагом является сравнение комбинированной модели ИС и представления ИС с ориентацией на сервисы:

$$\frac{(Y_1 + Y_2 + Y_3 + Y_4 - X_1 - X_2 - X_3)}{(X_1 + X_2 + X_3)} >$$

$$\begin{cases} X_i, Y_j > 0; \\ X_1 + X_2 \sim X_1; \\ Y_1 + Y_2 \sim Y_1. \end{cases}$$

$$\frac{(Y_1 + Y_3 + Y_4 - X_1 - X_3)}{X_1 + X_3}$$

$$\frac{(Y_1 + Y_3 + Y_4 - X_1 - X_3)}{X_1 + X_3} = \frac{2 \cdot Y_1}{X_1 + X_3}$$

В данном случае и числитель, и знаменатель положительны, поэтому:

$$\frac{(Y_1 + Y_2 + Y_3 + Y_4 - X_1 - X_2 - X_3)}{(X_1 + X_2 + X_3)} >$$

$$> \frac{(Y_1 + Y_3 + Y_4 - X_1 - X_3)}{(X_1 + X_3)}$$

Проведение исследования показало, что наиболее экономически эффективной схемой является схема функционирования, соответствующая представлению ИС с ориентацией на сервисы БП ИС, реализуемая в процессе модернизации организации (рис. 4).

### Алгоритм расчёта экономической эффективности системы

Алгоритм расчёта экономической эффективности построен на основании выбранной схемы функционирования ИС, ориентированной на сервисы. В соответствии с рис. 4 программный продукт, работающий по представленному алгоритму, призван предоставлять возможности:

1. Просмотра и редактирования данных:
  - просмотра списка БП СУ;
  - добавления нового БП;
  - просмотра и изменения доходов от БП;
  - просмотра списка основных функций БП;
  - добавления новой функции БП;
  - просмотра и изменения доходов от функций БП;
  - просмотра списка сервисов БП;
  - добавления нового сервиса БП;
  - добавления нового сервиса БП;
  - просмотра и изменения доходов от сервисов БП;
  - просмотра списка ресурсов основных функций БП;
  - добавления нового ресурса для функции БП;
  - просмотра и изменения издержек от ресурсов функций БП;
  - просмотра списка ресурсов сервисов БП;
  - добавления нового ресурса для сервиса БП;
  - просмотра и изменения издержек от ресурсов сервисов БП;
  - просмотра списка функций УС;
  - добавления новой функции УС;
  - просмотра и изменения доходов от функций УС;
  - просмотра списка ресурсов функций УС;
  - добавления нового ресурса для функции УС;
  - просмотра и изменения издержек от ресурсов функций УС;
2. Расчёта экономической эффективности:
  - определения экономической эффективности отдельных БП;
  - определения экономической эффективности системы в целом.

На рис. 7 предложен алгоритм расчета экономической эффективности с помощью рабочей программы.

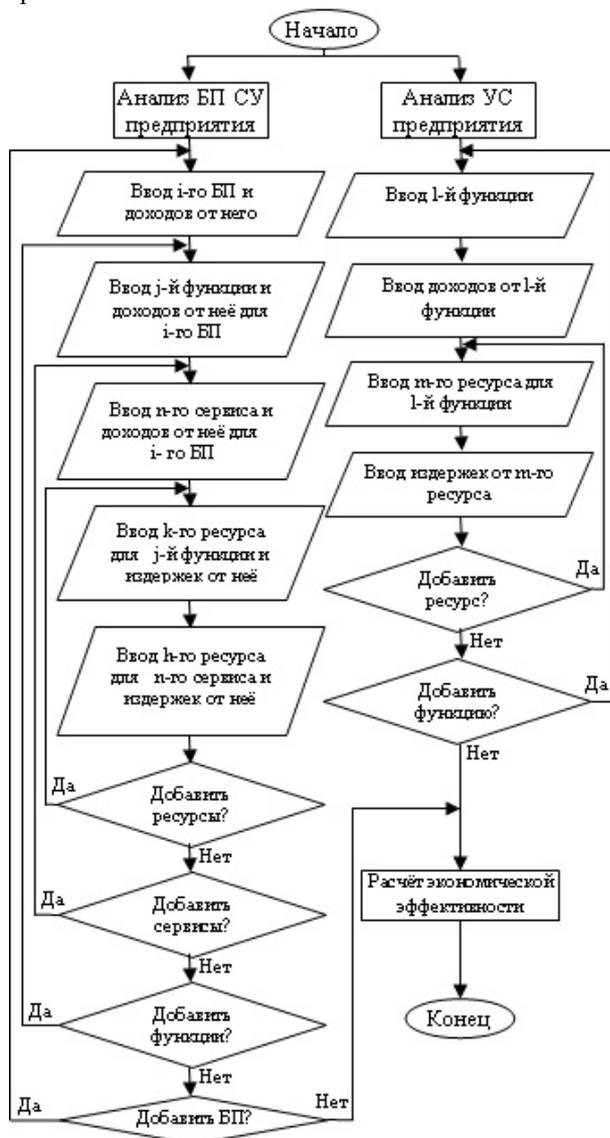


Рис. 7. Алгоритм обработки данных для расчёта экономической эффективности

### Пример определения архитектуры интегрированной распределённой ИС типового предприятия

В качестве примера в работе рассматривается существующая ИС типового предприятия, подлежащая модернизации вследствие наличия БП или их функций, не удовлетворяющих требованиям предприятия. Предлагаемая интегрированная ИС должна улучшить схему автоматизированного управления и выйти на новый уровень обеспечения информационной и технической безопасности за счёт внедрения подсистемы «Сервисы и управление». На рис. 8 представлен набор компонентов новой подсистемы с их функциональными возможностями. Такая схема

функционального наполнения предлагаемой подсистемы в терминах сервисов необходима для дальнейшего анализа и обоснования её интеграции.

Функции и сервисы, указанные на рис. 8, соответствуют изменениям в множествах функций СУ и УС:ΔА, ΔС. Соответственно изменения появляются и во множествах ресурсов: ΔВ, ΔD.

Для выявления информационных потоков внутри системы (qi) предлагается исследовать организационную структуру типового предприятия (с целью определения адаптируемого взаимодействия внедряемой подсистемы с существующими) и архитектуру ИС, ориентированного на сервисы (с целью формализации такого взаимодействия).

В данном предприятии [7] имеется набор стандартных подсистем (соответствующих отделам): «Экономический отдел», «Отдел кадров», «Аналитический отдел», «Технологический отдел», «Центр информационных технологий и телекоммуникаций». При модернизации предлагается провести интеграцию подсистемы «Сервисы и управление». Соответствующий ей отдел предназначен предоставлять услуги различного рода основным отделам типового предприятия. Таким образом, вводимые изменения интегрируемой подсистемой (Δа, Δв, Δс, Δd) влекут за собой изменения в существующих подсистемах (ΔА, ΔВ, ΔС, ΔD).

С целью формального описания множества  $Q(q_i)$  предлагается применение концепции сервис-ориентированной архитектуры (СОА).

СОА представляет собой архитектуру уровня предприятия, предназначенную для установления связи с ресурсами по требованию. Эти ресурсы представлены в виде ориентированных на задачи бизнеса сервисов, которые могут быть включены в перечень ресурсов предприятия или направления бизнеса и модифицированы для удовлетворения соответствующих бизнес-потребностей.

По своей сути СОА не содержит новых революционных идей, а является обобщением опыта по созданию программно-информационных систем уровня предприятия и выше.

Исследуемая ИС предприятия нуждается в гибкости при внесении каких-либо изменений и в реальной поддержке бизнес-процессов. Такие возможности может предоставить концепция СОА.

Для определения архитектуры модернизируемой ИС типового предприятия, основываясь на концепции СОА, необходимо определить его основные БП, определяющие функции управления соответствующими отделами или их компонентами.

Общая архитектура интеграции на основе СОА может быть представлена несколькими взаимодействиями между собой уровнями, каждый из которых выполняет набор однородных функций для



Рис. 8. Функциональное наполнение подсистемы «Сервисы и управление»:

У – подсистема «Управление и контроль»;

Б – подсистема «Безопасность»

выполнения сервисов, реализующих выполнение бизнес-процессов.

Для формального описания вводимых изменений в рассматриваемую ИС типового предприятия определяются функциональные возможности адаптируемой ИС на каждом уровне СОА при интеграции подсистемы «Сервисы и управление».

Уровень презентационных сервисов обеспечивает описание взаимодействия интерфейса с пользователями. В рассматриваемом случае интерфейс предоставляет внедряемая подсистема, а конечными пользователями являются основные отделы предприятия. Данный уровень содержит следующие составляющие [8]:

1. Портал, предоставляющий структурированную информацию о разнородных компонентах системы, о смежных системах и подсистемах в удобной пользователю форме;

2. Бизнес-интеллект, реализующий процесс анализа информации, выработки интуиции и понимания для улучшенного и неформального принятия решений бизнес-пользователями, также содержащий инструменты для извлечения из данных значимой для бизнеса информации (генераторы запросов и отчетов, инструменты оперативной аналитической обработки);

3. Отчёты, подтверждающие выполнение сервисов.

Следующий уровень- уровень бизнес-сервисов - служит для формирования моделей бизнес-процессов (с учётом их изменений, вызванных интеграцией) и управления ими с помощью различных средств. Он включает в себя:

1. Модели бизнес-процессов, имитирующие последовательное выполнение функций их реализации (для соединения всего бизнес-процесса в корпоративной ИС от начала до его завершения и для воспроизведения потока работ по имеющейся модели);

2. Бизнес-правила или СУ БП, реализуемые посредством специального языка исполнения бизнес-процессов (BPEL).

Сервисная шина используется для передачи сообщений в СОА. Она представлена как отдельный уровень программного обеспечения, который совместно с корпоративной сетью обеспечивает гарантированный сервис отправки-приема сообщений, посылаемых между подсистемами, в том числе и при выявлении изменений. Включает в себя:

1. Репозиторий, содержащий описание семантики и правил работы с данными из различных источников, словарь данных, правила преобразования и отображения данных, управление жизненным циклом процессов;

2. Реестр СОА, хранящий информацию о каждом компоненте, составляющем корпоративную ИС, и об интерфейсах, которые эти компоненты ис-

пользуют для обеспечения связи между собой; в эксплуатационном окружении COA реестр поставляет клиентам информацию о сервисах, доступных в текущий момент для использования; для разработчиков программного обеспечения и бизнес-аналитиков COA реестр является источником информации, которая помогает им выбирать существующие компоненты и соединять их для создания новых приложений и построения новых процессов.

Сервисы интеграции данных обеспечивают очистку, трансформацию, профилирование, объединение, перемещение данных, необходимых для выполнения сервисов. Для доступа к данным используются адаптеры и модели данных.

Сервисы интеграции приложений обеспечивают решение задач взаимодействия сервисов на основе обмена сообщениями, обработку и управление событиями.

Подсистема «Сервисы и управление» тесно взаимодействует со средствами, генерирующими исходную информацию для основных подсистем. При прохождении через все уровни COA информация в наиболее удобном виде и с учётом всех изменений предоставляется потребителям (основным отделам предприятия).

На рис. 9 представлена общая многоуровневая архитектура интеграции на основании COA для подсистемы «Сервисы и управление».



Рис. 9. Обобщённая многоуровневая архитектура интеграции подсистемы «Сервисы и управление» на основании COA

Для описания сервисов, предоставляемых интегрируемой подсистемой, их потребителям и сер-

висов управления бизнес-процессами используется подход, состоящий из следующих этапов:

1) идентифицировать различные части бизнес-логики и выделить элементы (компоненты), которые могут выполнять каждую из этих частей;

2) описать функциональные возможности элементов в терминах сервисов;

3) идентифицировать базовые сервисы, которые необходимы для выполнения всех остальных сервисов (основной результат этапа – есть ли компонент в готовом виде);

4) идентифицировать одинаковые части функциональных возможностей;

5) зафиксировать различные части функциональных возможностей, предоставляемых сервисами, в терминах операций, которые осуществляются при передаче сообщений;

6) определить представляющие интерес события, которые сервисы могут порождать или на которые они могут реагировать;

7) «оркестровка» сервисов в рамках общего бизнес-процесса.

Применение концепции COA при интеграции подсистемы «Сервисы и управление» - предпочтительный подход к интеграции. Это связано с основными преимуществами COA [8].

1. Низкая связанность - важный архитектурный принцип, используемый для связывания различных компонентов ИС во время ее функционирования с помощью, так называемого, позднего связывания.

Благодаря этой особенности значительно облегчается внесение изменений в множества функций и сервисов (ΔA, ΔC), поскольку это совершенно не затрагивает действующие сервисы.

Возможность динамически подключать новые сервисы, также как и поиск этих сервисов клиентами является также одним из принципов системы, построенной на основе COA.

2. Архитектура базируется на открытых стандартах, благодаря чему сервисы являются повторно используемыми, они не зависят от технологий, языковых средств и других ресурсов. Данное преимущество COA в целом крайне важно в случае модернизации существующей системы.

3. Данная концепция реально поддерживает бизнес-процессы, а не отдельные их компоненты, что обеспечивает простоту адаптируемости к изменениям процессов.

Таким образом, предлагаемая подсистема в перспективе может расширять круг услуг и новшеств, предлагаемых существующим подсистемам, без значимых изменений архитектуры.

## Заклучение

В данной работе был предложен подход к определению архитектуры распределённой ИС на основании предварительного выбора наиболее эффективной схемы функционирования в процессе модернизации.

В соответствии с предлагаемым подходом на первом этапе работы проведено исследование различных вариантов взаимосвязей (потоков) множественных представлений ИС в процессе модернизации, которые отличаются как множествами функций, подверженными улучшению по требованиям к развивающемуся предприятию из внешней среды, так и самими изменениями внутри системы.

После проведения сравнительного анализа была определена наиболее эффективная модель, которая ориентирована на сервисы БП.

После исследования организационной структуры типового предприятия и модели, ориентированной на сервисы, была предложена архитектура конкретной ИС в процессе её модернизации. Введение изменений в работе было представлено внедрением новой подсистемы в организационную структуру типового предприятия и соответствующей подсистемы в его ИС.

Важным моментом, рассмотренным в работе, является механизм интеграции подсистемы в существующую ИС. В качестве концепции интеграции было предложено применение СОА. Обоснованием применения данного подхода является незаконченность определения функциональных возможностей предлагаемой подсистемы.

Таким образом, в работе проводится анализ по обоснованию архитектуры распределённой ИС предприятия, предложен общий подход к выбору схемы функционирования ИС, рассмотрен пример определения архитектуры типового предприятия, функционирующего по выбранной схеме в процессе модернизации его ИС.

## Литература

1. *Полимодельное описание процесса модернизации унаследованной информационной системы на основе сервис-ориентированного подхода [Текст] /*

*Э.А.Э. Дилоу-Рагиня, М.А. Колпин, К.Л. Григорьев, Б.В. Соколов // Изв. вузов. Приборостроение. - 2010. - Т. 53, № 11. - С. 46-55.*

2. *Комбинированные модели управления структурной динамикой информационных систем [Текст] / Б.В. Москвин, Е.П. Михайлов, А.Н. Павлов, Б.В. Соколов // Изв. вузов. Приборостроение. - 2006. - Т. 49, № 11. - С. 7-12.*

3. *Динамическая модель комплексного планирования модернизации и функционирования информационной системы [Текст] / А.В. Иконникова, И.А. Петрова, С.А. Потрясаев, Б.А. Соколов // Изв. вузов. Приборостроение. - 2008. - Т. 51, № 11. - С. 62-69.*

4. *Черняк, Л.Е. Адаптируемость и адаптивность [Текст] / Л.Е. Черняк // Открытые системы. - 2004. - № 9. - С. 30-35.*

5. *Башин, Ю.Б. Применение некоторых методов менеджмента к оценке эффективности информационной системы предприятия [Текст] / Ю.Б. Башин, К.Б. Борисова // Межотраслевая информационная служба. - 2009. - № 3. - С. 3-9.*

6. *Междисциплинарный подход к оцениванию и анализу эффективности информационных технологий и систем [Текст] / О.В. Майданович, М.Ю. Охтилев, Н.Н. Куссуль, Б.В. Соколов и др. // Изв. вузов. Приборостроение. - 2011. - Т. 50, № 1. - С. 7-16.*

7. *Башин, Ю.Б. Разработка методов экономической оценки информационной системы предприятия [Текст] / Ю.Б. Башин, К.Б. Борисова // Межотраслевая информационная служба. - 2010. - № 3. - С. 3-11.*

8. *Обломец, В.П. Структура автоматизированной системы управления производством [Текст] / В.П. Обломец, О.С. Логунова, Е.Г. Филлипов // Проблемы теории и практики управления. - 2011. - № 1. - С. 97-104.*

9. *Мусаев, А.А. Интеграция автоматизированных систем управления крупных промышленных предприятий: принципы, проблемы, решения [Текст] / А.А. Мусаев, Ю.М. Шерстюк // Автоматизация в промышленности. - 2003. - № 1. - С. 14-29.*

10. *Панькин, А. В. Метод взаимодействия элементов корпоративной информационной системы [Текст] / А.В. Панькин // Изв. вузов. Приборостроение. - 2010. - Т. 50, № 11. - С. 74-78.*

Поступила в редакцию 01.06.2012

**Рецензент:** д-р тех. наук, проф., зав. каф. Автоматизированных систем управления М.Д. Годлевский, Национальный технический университет «ХПИ», Харьков.

## ОБГРУНТУВАННЯ АРХІТЕКТУРИ РОЗПОДІЛЕНОЇ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ ВИРОБНИЧОГО ПІДПРИЄМСТВА

*В.О. Попов, А.І. Олексенко, В.Г. Ємельяненко*

Розглянуто задачу вибору моделі інформаційної системи для підприємства під час його модернізації. Запропоновано різні варіанти схеми функціонування інформаційної системи, що визначають локалізацію нововведень і можливості її адаптованості. Представлені математичні моделі для визначення економічної ефективності кожної із запропонованих схем з метою їх порівняння і вибору найкращої. Запропонований алгоритм розрахунку економічної ефективності системи за обраною схемою. Представлений приклад модернізації інформаційної системи типового підприємства за рахунок додання нової підсистеми. Обгрунтована архітектура інтегрованої інформаційної системи за обраною схемою функціонування для даного прикладу.

**Ключові слова:** інформаційна система, архітектура, система управління, керована система, організаційна структура, схема функціонування, економічна ефективність, бізнес-процеси, модернізація.

## BACKGROUND INFORMATION SYSTEM ARCHITECTURE OF DISTRIBUTED MANUFACTURING ENTERPRISES

*V.A. Popov, A.I. Oleksenko, V.G. Yemelyanenko*

The problem of choice of model information system for the modernized enterprise is considered. Various versions of the scheme of information system, determining the location of innovations and opportunities for its adaptability are proposed. We present mathematical models for determining cost-effectiveness of each of the proposed schemes in order to compare them and choose the best. An algorithm for calculating the economic efficiency of the system to the selected scheme is proposed. An example of the modernization of information system by means of model-property companies add a new subsystem is presented. Grounded architecture of integrated information systems for operation of the scheme chosen for this example.

**Key words:** Information system, architecture, control system, system under control, organizational structure, the circuit operation, cost effectiveness, business process, modernization.

**Попов Вячеслав Алексеевич** – канд. тех. наук, проф., проф. каф. информационных и управляющих систем, Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ», Харьков, Украина.

**Олексенко Андрей Игоревич** – аспирант каф. информационных и управляющих систем, Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ», Харьков, Украина.

**Ємельяненко Варвара Геннадиевна** – студентка каф. информационных и управляющих систем, Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ», Харьков, Украина, e-mail: bar\_bara90@mail.ru.