

УДК 629.7

В.А. ПОПОВ, Д.Д. ДУДЧЕНКО, А.И. ОЛЕКСЕНКО

*Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ», Украина*

## СИСТЕМНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ОПЕРАЦИОННЫХ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ ПРЕДПРИЯТИЯ СВЯЗИ

*Предложена системная модель предприятия связи, его теоретико-множественное и параметрическое представление. На основе анализа существующих архитектур информационных систем и системного анализа операционных бизнес-процессов обоснованы модель архитектуры предприятия связи, метод выбора клиентских приложений и определения мест оптимального расположения мета-агентов. Приведен пример параметрического и теоретико-множественного представления предприятия связи, выбора клиентских приложений и определения мест оптимального расположения мета-агентов.*

**Ключевые слова:** системный подход, системная модель предприятия, система управления предприятием, производственная система, информационная система, архитектура, агент, параметр эффективности, модуль.

### Введение

В настоящее время в связи с глобализацией деятельности предприятий и необходимостью интеграции территориально распределенных производств, задача интеграции корпоративных информационных систем становится все более актуальной. Существующие среды построения распределенных информационных систем (ИС) имеют ограниченную поддержку проектирования архитектуры программно-аппаратного обеспечения, допущенные на этапе выбора архитектуры системы ошибки трудноисправимы, а поддержка информационной системы в режиме эксплуатации требует значительных дополнительных финансовых вложений. Поэтому актуальной является задача разработки корректной спецификации архитектуры ИС [1], а именно: разработка и внедрение моделей, методов и программных средств [2], которые формализуют переход к спецификациям архитектур, автоматизируют процесс выбора технологий реализации таких спецификаций. В работе поставлена задача исследования функционирования предприятия электросвязи и его операционных бизнес-процессов. При этом последовательность выбора архитектуры информационной системы в поддержку функционирования предприятия состоит из следующих этапов:

1) формирование системной модели предприятия связи, содержащей теоретико-множественное и параметрическое представление предприятия связи;

2) построение модели архитектуры среды исполнения операционных процессов [3 – 5];

3) выбор программного обеспечения, включающий разработку модели выбора клиентских приложений для операционных процессов [6], разработку математической модели для определения мест оптимального расположения мета-агентов [7].

### 1. Системная модель предприятия связи

В качестве системной модели, описывающей особенности функционирования предприятия связи, использовались теоретико-множественное и параметрическое представление.

Предприятие связи имеет распределенную структуру, приведенную на рис. 1, каждый элемент которой представляет собой отдельную телефонную станцию (АТС), имеет типовую структуру и заданные технические характеристики.

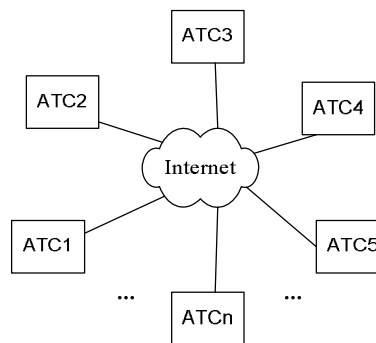


Рис. 1. Распределенная структура предприятия связи

#### 1.1. Теоретико-множественное представление предприятия связи

Взаимодействие предприятия связи с внешней средой носит сложный многоуровневый характер, что должно учитываться при построении корректной модели.

Для описания процесса функционирования предприятия связи во внешней среде на основании базовых понятий алгебры множеств [1], введем следующие обозначения:  $P$  – предприятие, представленное в общем виде как совокупность структурных составляющих;  $S$  – внешняя по отношению к предприятию среда (суперсистема), рассматриваемая как

совокупность составляющих, определяемых задачами исследования. Определим систему как неупорядоченное множество  $U$ , частями которого являются предприятие  $P$  и внешняя среда  $S$ , тогда:

$$U = \{P, S\}.$$

Пусть  $P$  представляет собой такое множество элементов (предприятий):

$$P = \{P_1, P_2, \dots, P_i, \dots, P_n\},$$

где  $n \in \mathbb{N}$ ,  $\mathbb{N}$  – множество натуральных чисел, при этом каждый элемент  $P_i \subset P$ ,  $i = \overline{1, n}$ , и последовательность вхождения носит неупорядоченный характер. Элементы  $P_i$  в свою очередь также являются множествами более низкого уровня детализации (подразделения, отделы и т.п.):

$$P_i = (P_{i1}, P_{i2}, \dots, P_{im}), m \in \mathbb{N}.$$

Аналогичным образом можно представить элементы множества  $S$ :

$$S = \{S_1, S_2, \dots, S_i, \dots, S_n\};$$

$$S_i = (S_{i1}, S_{i2}, \dots, S_{im}).$$

Для описания операционных бизнес-процессов введем сигнатуру операций над элементами множеств  $P$  и  $S$  и представим модель предприятия как алгебраическую структуру [1]:

$$U = (P, S, \Sigma),$$

где  $\Sigma$  – сигнатура, определяющая набор допустимых операций с множествами элементов  $P$  и  $S$ .

В качестве сигнатуры может выступать операция упорядочивания с целью придать множеству элементов предприятия упорядоченный характер:

$$P_i = P_{i1} \succ P_{i2} \succ \dots \succ P_{im}.$$

Для упрощенного представления модель предприятия  $P$  можно рассматривать как совокупность двух составляющих: системы управления (СУ) и управляемой системы (УС) [2 – 4]:

$$P = (СУ, УС).$$

Пусть  $СУ = \{A, B\}$ ,  $УС = \{C, D\}$  (рис. 2), где  $A$  – процессы в СУ;  $B$  – ресурсная часть СУ;  $C$  – процессы в УС;  $D$  – ресурсная часть в УС. Таким образом, можно записать следующее выражение:

$$U = \{\hat{A}, \hat{A}, C, D\},$$

которое характеризует исследуемое предприятие как множество функциональных и обеспечивающих частей системы управления и управляемой системы.

Для удобства обозначим  $A = (A_1, \dots, A_i)$ ,  $i = \overline{1, I}$  в виде множества процессов управления,  $B = (B_1, \dots, B_k)$ ,  $k = \overline{1, X}$  – множество групп ресурсов в СУ,  $B_i = (B_{i1}, \dots, B_{in}, \dots)$ ,  $i = \overline{1, M}$ ,  $n = \overline{1, N}$  – множество ресурсов в одной группе в СУ,  $\tilde{N} = (\tilde{N}_1, \dots, \tilde{N}_j)$ ,  $j = \overline{1, K}$  – множество операционных процессов,  $D = (D_1, \dots, D_j)$ ,

$j = \overline{1, N}$  – множество групп ресурсов в УС,  $D_j = (D_{j1}, \dots, D_{jm}, \dots)$ ,  $j = \overline{1, N}$ ,  $m = \overline{1, M}$  – множество ресурсов в одной группе в УС.

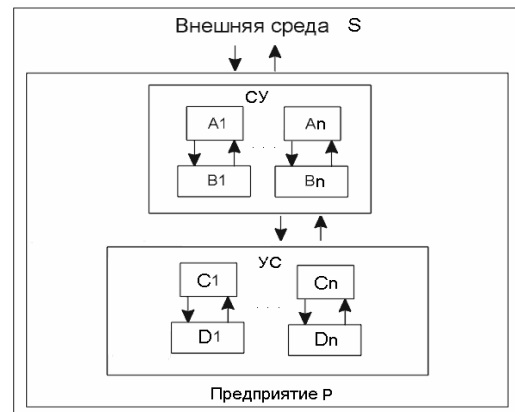


Рис. 2. Системная модель предприятия связи

### 1.2. Параметрическое представление предприятия связи

Параметрическое представление предприятия связи позволяет выделить основные параметры и взаимосвязи между ними на разных уровнях структурной детализации, а также оценить эффективность функционирования.

Введем следующие обозначения:

$$\bar{U} = \{\bar{P}, \bar{S}\},$$

где  $\bar{U}$  – перечень параметров предприятия  $\bar{P}$  и параметров внешней среды  $\bar{S}$ . В качестве  $\bar{U}$  могут выступать параметры, не являющиеся элементами  $\bar{P}$  и  $\bar{S}$ . Например,  $\bar{P}$  – параметры предприятия (в зависимости от целей исследования может учитывать конкурентоспособность предприятия, его инвестиционная привлекательность, ликвидная стоимость, себестоимость продукции);  $\bar{S}$  – параметры внешней среды (насыщенность рынка, обеспеченность сырьем, уровень конкуренции, реализация сбыта продукции и поставок комплектующих).

Параметры внешней среды  $\bar{S}$  зависят от входящих в ее состав элементов (предприятий) и формируются непосредственно совокупной величиной параметров предприятий по отдельности. Параметры конкретного предприятия  $\bar{P}$  постоянно изменяются во времени для поддержания соответствия условиям внешней среды. С учетом операционных процессов  $\tilde{N} = (\tilde{N}_1, \dots, \tilde{N}_j)$ ,  $j = \overline{1, N}$ , параметрическая модель предприятия связи примет вид:

$$F = f(\bar{P}_i, \bar{S}_j),$$

где  $\bar{P}_i \in \bar{P}$ , ( $i = \overline{1, N}$ ) – параметры предприятия в целом;  $\bar{S}_j \in \bar{S}$ , ( $j = \overline{1, N}$ ) – параметры внешней среды.

В качестве примера задания параметров предприятия связи примем следующие:  $\bar{P}_1$  – время ожидания ответа на заявку;  $\bar{P}_2$  – время соответствующего запроса;  $\bar{P}_3$  – время определения технической возможности;  $\bar{P}_4$  – длительность активации услуги;  $\bar{P}_5$  – количество сотрудников;  $\bar{P}_6$  – совокупные затраты;  $\bar{P}_7$  – прибыль за месяц;  $\bar{P}_8$  – выручка за месяц и т.д.;  $\bar{S}_1$  – общее количество поступивших заявок;  $\bar{S}_2$  – количество обслуженных заявок;  $\bar{S}_3$  – количество реализованных заказов на активацию данной услуги;  $\bar{S}_4$  – количество необслуженных заявок;  $\bar{S}_5$  – интенсивность потока заявок;  $\bar{S}_6$  – количество конкурентов;  $\bar{S}_7$  – количество поставщиков;  $\bar{S}_8$  – количество потребителей;  $\bar{S}_9$  – фонд оплаты труда и т.д.

Рассмотрим функциональную зависимость  $f(\bar{P}, \bar{S})$  между параметрами предприятия и параметрами внешней среды. Примерами взаимодействия параметров являются:

– среднее время ожидания ответа на запрос:

$$f_1 = f(\bar{P}_1, \bar{S}_1) = \sum_{i=1}^n \bar{P}_{1i} / \bar{S}_1,$$

где  $\bar{S}_1$ ,  $n$  – общее количество поступивших заявок;

$\bar{P}_1$  – время ожидания ответа на заявку (рис. 3);

– среднее время обработки клиентского запроса на предоставление услуги:

$$f_2 = f(\bar{P}_2, \bar{S}_2, \bar{P}_3) = \sum_{i=1}^n (\bar{P}_{2i} + \bar{P}_{3i}) / \bar{S}_2,$$

где  $\bar{P}_2$  – время соответствующего запроса (от начала обработки заявки до инициализации заказа);

$\bar{P}_3$  – время определения технической возможности (рис. 3);  $\bar{S}_2$  – количество обслуженных заявок;  $n$  – общее количество заявок;

– среднее время активации услуги:

$$f_3 = f(\bar{P}_4, \bar{S}_3) = \sum_{i=1}^n \bar{P}_{4i} / \bar{S}_3,$$

где  $\bar{S}_3$  – количество реализованных заказов на активацию данной услуги;  $\bar{P}_4$  – длительность активации услуги (рис. 3);  $n$  – общее количество заявок.

## 2. Модель архитектуры среды исполнения операционных процессов

При автоматизации бизнес-процессов, в которых задействовано два или более независимых бизнес-партнера и взаимодействие происходит по сети, становится важным правильно построить архитектуру среды исполнения бизнес-процессов

[5]. Естественное распространение централизованного подхода на такие ситуации может привести к возникновению узких мест и другим неудобствам.

Сравнительный анализ архитектур сред исполнения операционных процессов представлен в [6].

Для построения среды исполнения операционных процессов  $\bar{N}=(\bar{N}_1, \dots, \bar{N}_j)$ ,  $j=1, \bar{N}$ , в работе предлагается использовать смешанную архитектуру, которая позволяет устранить существующие недостатки (рис. 3).

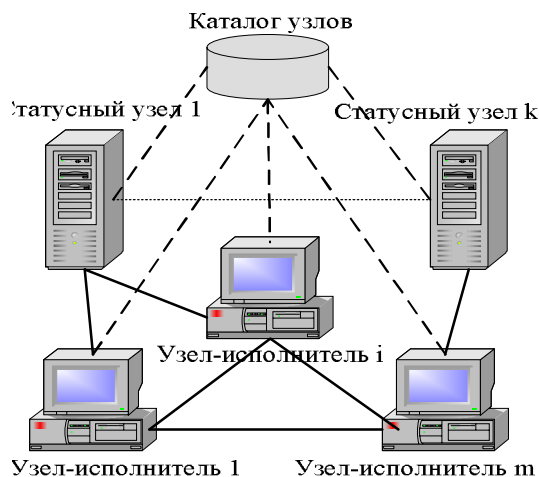


Рис. 3. Архитектура среды исполнения операционных процессов

Одним из недостатков смешанной архитектуры является то, что у каждого операционного процесса есть единственный администратор, в случае выхода из строя которого, все данные об экземпляре процесса теряются [6]. Для решения этой проблемы предлагается ввести специализированные узлы – статусные, которые будут отвечать за инициализацию процесса и хранение его текущего статуса.

Таким образом, усовершенствованная архитектура базируется на трех типах узлов  $D_j=(D_{j1}, \dots, D_{jm}, \dots)$ ,  $j=1, \bar{N}$ ,  $m=1, \bar{N}$  – узлах-исполнителях, статусных узлах, каталогах узлов.

С целью выбора программного обеспечения для среды исполнения операционных процессов необходимо более подробно рассмотреть узлы предложенной архитектуры.

## 3. Выбор программного обеспечения для среды исполнения операционных процессов

После построения модели архитектуры среды исполнения операционных процессов актуальным становится выбор программного обеспечения, которое будет обслуживать и автоматизировать операционные процессы [6], основными составляющими которого являются:

1) клиентское приложение, которое запускается пользователем и обеспечивает взаимодействие системы, а также позволяют повысить показатели эффективности операционных процессов, представленных в подразделе 1.2.

2) программные агенты, использующиеся для контроля функционирования аппаратно-программного обеспечения телекоммуникационных узлов [7]. Программные агенты – это часть программного обеспечения, действующая от имени другой программы. Автономные программные агенты самостоятельно решают задачи управления для отдельной функциональной группы и координируют собственные действия для решения задач администратора.

### 3.1. Выбор клиентских приложений

Ранее был выделен сквозной операционный процесс предприятия связи и описаны его показатели эффективности [2]. На рис. 4 приведена временная диаграмма для сквозного процесса реализации заказа. На диаграмме отмечены четыре временных отрезка:  $\bar{P}_1$ ,  $\bar{P}_2$ ,  $\bar{P}_3$ ,  $\bar{P}_4$ , от которых зависят показатели эффективности процесса.

В [2 – 5] были проанализированы информационные приложения, используемые для автоматизации процессов предприятия связи и выбраны приложения, являющиеся необходимым условием улучшения показателей эффективности:

$D_1$  – Customer Self Management Application – приложение, предназначенное для самообслуживания клиентов, обеспечивает интерфейс для клиентов Оператора и позволяет им самим реализовывать часть функций без участия персонала call-центра или офиса Оператора;  $D_2$  – Order Management Applications – приложение, отвечающее за управление жизненным циклом клиентского запроса (прием заказа, конфигурация продукта и услуг в рамках данного заказа, управление активацией, предоставление ресурсов/услуг/продуктов и уведомление системы биллинга);  $D_3$  – Service Availability Application – приложение, определяющее, что услуги, указанные в заказе, могут быть предоставлены по указанному местоположению клиента на основе информации о сетевых ресурсах;  $D_4$  – Service Configuration/ Activation management Application – приложение, отвечающее за реализацию части процессов области выполнения заказов, для тех компонент услуг, которые требуют индивидуальной настройки различных параметров;  $D_5$  – Resource Availability Application – приложение, определяющее доступность ресурсов, указанных в запросе по указанному местоположению;  $D_6$  – Resource Order Configuration Management Application – приложение, которое получив заявку на конфигурацию компонент услуги, формирует план по предоставлению соответствующих ресурсов.

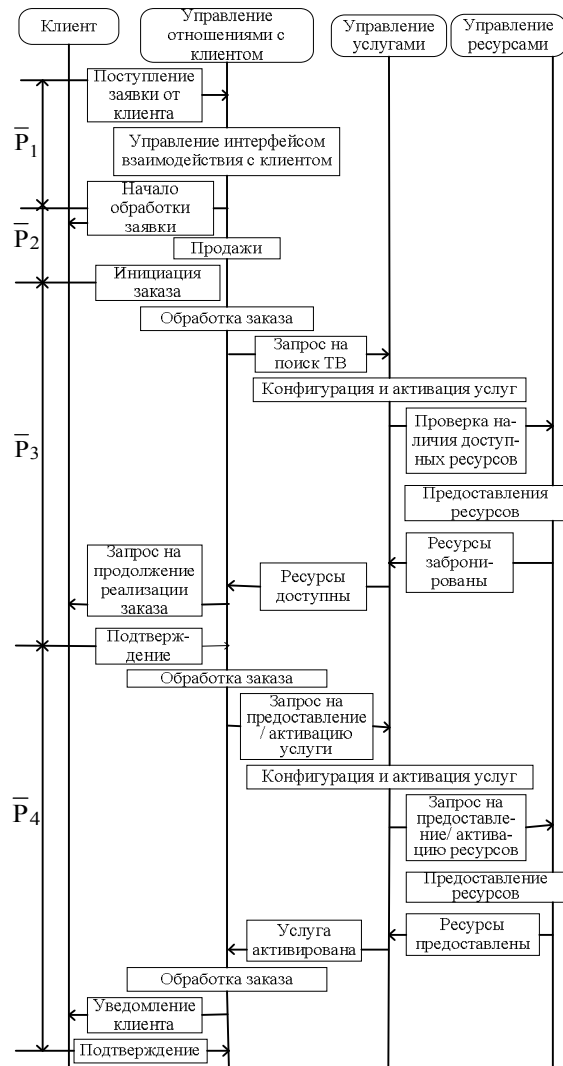


Рис. 4. Временная диаграмма сквозного операционного процесса реализации заказа

Отметим приложения, положительно влияющие на показатели эффективности.

Для снижения среднего времени ожидания ответа на запрос можно использовать  $D_1$  – Customer Self Management, которое позволит организовать web-портал по самообслуживанию клиентов, что снизит время ожидания ответа на заявку  $\bar{P}_1$  и увеличит общее количество поступивших заявок  $\bar{S}_1$ .

Для снижения среднего времени обработки запроса на предоставление услуги можно использовать  $D_1$  (Customer Self Management), которое позволит организовать web-портал по самообслуживанию клиентов, что позволит снизить время соответствующего запроса  $\bar{P}_2$  и увеличить общее количество обслуженных заявок  $\bar{S}_2$ . Рекомендуется к внедрению приложения  $D_3$  (Service Availability) и  $D_5$  (Resource Availability) для сокращения времени проверки технической возможности  $\bar{P}_3$ .

Для снижения среднего времени активации услуги необходимыми предложениями являются  $D_2$  (Order management),  $D_4$  (Service configuration/ activation),  $D_5$  (Resource Availability) и  $D_6$  (Resource order configuration management), поскольку они позволяют автоматизировать процесс активации услуги, а именно увеличить количество реализованных заказов на активацию данной услуги  $\bar{S}_3$  и сократить длительность активации услуги  $\bar{P}_4$ .

Для определения приоритетности установки выбранных приложений с учетом их соответствия показателям эффективности, была составлена табл. 1, в которой знаком «X» отмечено наличие значимого влияния приложения на один или несколько показателей оценки эффективности (ставится на пересечении строк соответствующих показателей и приложений).

Таблица 1

Соответствие показателей ( $f(\cdot)$ ) и приложений ( $D_i$ )

$f(\cdot)$ \ $D_i$	$D_1$	$D_2$	$D_3$	$D_4$	$D_5$	$D_6$
$f(\bar{P}_1, \bar{S}_1)$	X					
$f(\bar{P}_2, \bar{S}_2, \bar{P}_3)$	X		X		X	
$f(\bar{P}_4, \bar{S}_3)$		X		X	X	X

Из табл. 1 видно, что в первую очередь предпочтительно необходимо установить приложения  $D_1$  и  $D_5$ , так как они оказывают влияние одновременно на два показателя эффективности.

### 3.2. Определение мест оптимального расположения мета-агентов

Агентские технологии применяются в решении задач управления функциональностью телекоммуникационных сетей, позволяют осуществлять адаптацию к изменяющимся характеристикам технических средств и изменяющимся потребностям пользователей. Мета-агент самостоятельно выполняет задание, если ему выделены достаточные для работы ресурсы, предоставлены соответствующие права и необходимая информация от других агентов. В противном случае агент ищет другого мета-агента, способного выполнить задание или предоставить ему нужную информацию. Так как функциональность мета-агентов не зависит от их расположения и они могут перемещаться в сети, но их различное расположение приводит к различным затратам ресурсов, где возникает задача оптимизации мест расположения мета-агентов [7].

Для обеспечения оптимального функционирования может быть использовано произвольное число мета-агентов.

Расположение мета-агентов оптимально, если суммарные затраты  $Z$  на выполнение вычислений  $Z_{\delta\hat{a}\hat{n}\hat{z}}$ , и передачу всей информации по агентской системе  $Z_{i\hat{a}\hat{\delta}}$  будут наименьшими:

$$\min Z = \min(Z_{\delta\hat{a}\hat{n}\hat{z}} + Z_{i\hat{a}\hat{\delta}}) \quad (1)$$

(за единицу измерения затрат примем д.е. – денежные единицы).

Суммарные затраты на передачу всей информации по агентской системе можно определить следующим образом:

$$Z_{i\hat{a}\hat{\delta}} = \sum_{i=1}^I \left( \sum_{j=1}^J \sum_{m=1}^M v_m u_{jmi} + \sum_{j=1}^J q_j y_{ji} \right) s_i, \quad (2)$$

где  $i$  – номер линии связи,  $I$  – количество линий связи между элементами,  $j$  – номер группы элементов,  $J$  – количество групп,  $m$  – номер элемента,  $M$  – общее количество элементов,  $k$  – номер подсети,  $K$  – количество подсетей,  $u_{jmi}$  – означает, задействована ли линия связи  $i$  для передачи информации  $j$ -му мета-агенту о функционировании элемента  $D_m$  (задается 0 или 1),  $D_m = \{d_1, d_2, \dots, d_m\}$  – элементы системы;  $y_{ji}$  – определяет, задействована ли  $i$ -я линия связи при передаче информации о функционировании  $j$ -го мета-агента главному мета-агенту или в центральный узел среды (задается 0 или 1),  $V = (v_1, \dots, v_m)$ , где  $v_m$  – объем информации о функционировании  $m$ -го элемента множества  $M$ , передаваемый мета-агенту каждой из групп, в которую входит элемент  $D_m$  ( $M\delta$ ),  $Q = (q_1, \dots, q_i)$ , где  $q_j$  – объем данных, передаваемых от  $j$ -го мета-агента главному мета-агенту ( $M\delta$ ),  $S = (s_1, \dots, s_m)$ , где  $s_m$  – стоимость передачи единицы информации по каналу  $i$  (д.е./Мб).

Затраты на выполнение вычислений  $j$ -м мета-агентом группы  $Z_{\delta\hat{a}\hat{n}\hat{z}}$  можно определить следующим образом:

$$Z_{\delta\hat{a}\hat{n}\hat{z}} = \sum_{j=1}^J \sum_{m=1}^M x_j g_{jm} + w_m t_j, \quad (3)$$

где  $X = (x_1, \dots, x_j)$  и  $x_j$  – доход от сервисов, предоставляемых элементами  $j$ -й группы (д.е./Мб),  $W = (w_1, \dots, w_m)$  и  $w_m$  – дополнительный доход от  $m$ -го элемента множества  $M$  (д.е./Мб),  $T = (t_1, \dots, t_j)$  и  $t_j$  – потребности в вычислительной емкости для каждого  $j$ -го мета-агента ( $M\delta$ ),  $g_{jm}$  – означает принадлежность  $m$ -го элемента  $j$ -й группе (задается 0 или 1).

Для определения оптимального месторасположения мета-агентов в среде, необходимо произвести перебор по всем возможным комбинациям из  $A$  с учетом критерия (1) и составляющих (2) и (3).

Пример структуры узла среды исполнения операционных бизнес-процессов приведен на рис. 5.

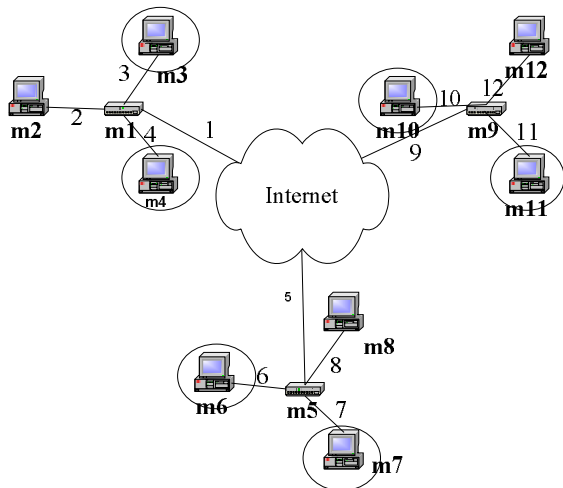


Рис. 5. Пример структуры узла среды исполнения операционных бизнес-процессов предприятия связи

Пусть узел имеет три офиса,  $M=\{d1, d2, d3, d4, d5, d6, d7, d8, d9, d10, d11, d12\}$ , тогда  $M=12$ .

Так как узел имеет три офиса, то количество групп сервисов примем равное 3, т. е.  $K=3$ . Каждую группу сервисов, а также каждую группу элементов будет контролировать собственный мета-агент, собирающий информацию от элементов. Для трех групп сервисов и трех подсетей необходимо шесть мета-агентов  $J=6$ .

Главным мета-агентом обозначим элемент  $m3$ .

Рассчитаем суммарные затраты  $Z$  для одного конкретного случая размещения мета-агентов на узлах 3, 4, 6, 7, 10, 11 (рис. 5), тогда:

$$I = 12,$$

$$V = \{1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1\} \text{ (Мб)},$$

$$Q = \{1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1\} \text{ (Мб)},$$

$$X = \{5,5,5,5,5,5\} \text{ (д.е./Мб)},$$

$$W = \{2,2,2,2,2,2,2,2,2,2,2,2\} \text{ (д.е./Мб)},$$

$$T = \{1,1,1,1,1,1\} \text{ (Мб)},$$

$$S = \{0,1; 0,1; 0,1; 0,1; 0,1; 0,1; 0,1; 0,1; 0,1; 0,1; 0,1; 0,1\} \text{ (д.е./Мб)}.$$

Тогда затраты на передачу всей информации по агентской системе и выполнение вычислений будут равны соответственно:

$$Z_{i \text{ ä}}^1 = 3,6+0,6+2,1+1,7+3,4+1,7+1,7+0,6+3,4+1,7+1,7+0,6=22,8 \text{ (ä.ä.)};$$

$$Z_{\text{öäñ}}^1 = 44+44+44+44+44+44=264 \text{ (ä.ä.)}.$$

Суммарные затраты  $Z$  на выполнение вычислений  $Z_{\text{расч}}$ , и передачу всей информации по агентской системе  $Z_{\text{пер}}$  составят:

$$Z = 22,6 + 264 = 286,8 \text{ (ä.ä.)}.$$

Предложенная методика может быть использована для определения оптимального расположения мета-агентов. Для чего необходимо найти все возможные комбинации размещения агентов, вычис-

лить значения суммарных затрат и найти среди них минимальное. Данная комбинация и будет являться оптимальной с точки зрения расположения мета-агентов. Разработанная модель позволяет наилучшим образом расположить мета-агенты в среде исполнения операционных бизнес-процессов.

### Заключение

В работе проводится системное моделирование операционных бизнес-процессов на основе теоретико-множественного и параметрического представления предприятия связи, предлагается подход к выбору программного обеспечения для среды исполнения операционных процессов, а именно модель выбора клиентских приложений для операционных процессов и модель определения мест оптимального расположения мета-агентов для среды исполнения операционных процессов.

Приведены примеры моделирования операционных бизнес-процессов, теоретико-множественного и параметрического представления предприятия связи и выбора клиентских приложений и определения мест оптимального расположения мета-агентов.

Для решения задачи определения мест оптимального расположения мета-агентов можно предложен укрупненный алгоритм. Генерация вариантов размещения мета-агентов в заданной среде при соблюдении некоторых условий (число агентов, число мест для размещения и т.д.) имеет самостоятельный интерес и относится к теории перечислений, на основе которой может быть найдено число классов эквивалентности при заданных теоретико-групповых условиях. При наличии отображений мета-агентов на заданные места структуры среды при большом количестве вариантов возникают достаточно сложные вопросы классификации отображений с применением теории групп, на основе которых можно найти число классов эквивалентности и выполнить генерацию всех представителей всех классов. Последнее означает составление подробного каталога отображений, для каждого представителя которого можно найти количественную оценку затрат на реализацию конкретного расположения мета-агентов для среды исполнения операционных процессов. Пример конкретного расчета для заданного распределения (рис. 5) приведен выше. Однако для решения общей задачи выбора оптимального расположения мета-агентов необходимо выполнить указанные выше два основных шага:

- 1) генерация конкретных вариантов в заданных условиях сравнения;
- 2) расчет количественной оценки по формулам (1) – (3) с целью выбора варианта с минимальным

значением суммарных затрат на выполнение вычислений и передачу информации по агентской сети.

В связи со сложностью процессов генерации и определения величины затрат необходимы разработки более детальных алгоритмов и сравнения оценок с целью выбора оптимального размещения, что является очередной задачей для продолжения работы в указанном выше направлении.

### Литература

1. Новиков, Ф.А. Дискретная математика для программистов [Текст] / Ф.А. Новиков. – СПб.: Питер, 2000. – 304 с.
2. Чаадаев, В.К. Информационные системы компаний связи [Текст] / В.К. Чаадаев, И.В. Шеметов. – М.: Эко-Тренд, 2004. – 256 с.
3. Нагаев, Е.Е. eTOM: Структурная модель бизнес-процессов для операторов связи [Текст] / Е.Е. Нагаев // Мобильные системы. – 2005. – № 5. – С. 130 – 139.
4. Бачин, А.В. Телеком – модель бизнес-процессов – eTOM – Oracle. Oracle Magazine [Текст] / А.В. Бачин // Русское издание. – 2004. – № 4 – С. 120 – 131.
5. Гвоздева, Т.В. Проектирование информационных систем: учебное пос. [Текст] / Т.В. Гвоздева, Б.А. Баллод // Совер. проблемы науки и образования. – 2009. – № 1. – С. 26 – 36.
6. Гольдштейн, А. Путеводитель по рынку OSS решений [Текст] / А. Гольдштейн, А. Атицк // Мир связи. – 2008. – № 7. – С. 2 – 15.
7. Ролик, А.И. Распределение мобильных компонентов системы управления информационно-телекоммуникационной системой [Текст] / А.И. Ролик, Р.Л. Соколовский // Информатика, управління та обчислювальна техніка: зб. наук. праць. НТУУ «КПІ». – 2007. – Вып. 47. – С. 113 – 124.

Поступила в редакцию 30.05.2011

**Рецензент:** д-р техн. наук, профессор, заведующий кафедрой систем приема, передачи и обработки сигналов, А.А. Зеленский, Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ», Харьков, Украина.

### СИСТЕМНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ОПЕРАЦІЙНИХ БІЗНЕС-ПРОЦЕСІВ ПІДПРИЄМСТВА ЗВ'ЯЗКУ

*В.О. Попов, Д.Д. Дудченко, А.І. Олексенко*

Запропонована системна модель підприємства зв'язку, його теоретико-множинне і параметричне подання. На основі аналізу існуючої архітектури інформаційних систем і системного аналізу операційних бізнес-процесів обґрунтовані модель архітектури підприємства зв'язку, метод вибору клієнтського програмного забезпечення і визначення місць оптимального розташування мета-агентів для контролю функціонування апаратно-програмного забезпечення телекомунікаційних вузлів в середовищі виконання операційних бізнес-процесів підприємства зв'язку. Наведений приклад параметричного представлення підприємства зв'язку, вибору клієнтських застосувань і визначення місць оптимального розташування мета-агентів.

**Ключові слова:** системний підхід, системна модель підприємства, система управління підприємством, виробнича система підприємства, інформаційна система, архітектура, агент, параметр ефективності, модуль.

### SYSTEM MODELING OF OPERATING BUSINESS PROCESSES FOR COMMUNICATION ENTERPRISE

*V.A. Popov, D.D. Dudchenko, A.I. Oleksenko*

The system model for communication enterprise, its set-theoretic and self-reactance presentation, are offered. On the basis of existent information systems architectures analysis and on the basis of the operating business-processes analysis the model of architecture of operating business-processes environment for communication enterprise, method of client applications choice and model of determining the optimum meta-agents location for control of the vehicle-programmatic providing of telecommunication knots in the operating business-processes environment for communication enterprise are grounded. The examples of self-reactance presentation for communication enterprise, choice of client applications and determining the optimum location of meta-agents are resulted.

**Key words:** system approach, system model of the enterprise, enterprise management system, manufacturing system enterprise information system architecture, agent efficiency parameter, module.

**Попов Вячеслав Алексеевич** – канд. техн. наук, проф., проф. кафедри інформаційних управляючих систем, Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ», Харьков, Украина.

**Дудченко Дарья Дмитриевна** – магистрант кафедри інформаційних управляючих систем, Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ», Харьков, Украина.

**Олексенко Андрей Игоревич** – аспирант кафедри інформаційних управляючих систем, Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ», Харьков, Украина.