

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

УДК 004.94

ПОДХОДЫ К ФОРМИРОВАНИЮ МЕТОДОЛОГИИ СИНТЕЗА АДАПТИВНЫХ ИСПОЛНИТЕЛЬНЫХ СТРУКТУР В ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ

ОКСАНИЧ И.Г., ШЕВЧЕНКО И.В.

Разрабатываются подходы к построению методологии синтеза адаптивных исполнительных структур в автоматизированных организационно-технических системах. В комплекс методологических принципов включается принцип конвергенции онтологий предметной области и системы управления, а также принцип рефлексивного перехода.

Ключевые слова: организационная система, синтез адаптивных структур, онтология, принципы и этапы методологии.

Key words: organizational system, synthesis of adaptive structures, ontology, principles and stages of methodology.

1. Введение

Потребность бизнеса в повышении эффективности бизнес-процессов (БП) обуславливает развитие новейших технологий автоматизации и роботизации организационно-технических систем (ОТС). При этом такие технологии должны обеспечивать одновременную обработку различных данных, возможность динамической перестройки исполнительных структур, расширения функциональности в зависимости от потребностей бизнеса [1]. Современные ОТС в любой отрасли, как правило, имеют в своем составе множество элементов со сложной схемой взаимосвязей. В задачах синтеза оптимальных исполнительных структур, способных к адаптации при меняющихся потоках заявок на выполнение бизнес-операций (БО), важно иметь единый методологический подход. Создание такого подхода является достаточно сложной задачей [2, 3]. Сложности структурного синтеза исполнительных систем связаны в первую очередь с неопределенностью условий задач проектирования, когда не в полном объеме конкретизированы модели и алгоритмы функционирования и взаимодействия исполнительных структур [3].

При решении задач системно-методологического характера, таких, как структурный анализ и синтез исполнительных структур ОТС со структурной адаптацией, возникает специфическая проблема формирования комплекса принципов, онтологий, и других информационных структур для обеспечения возможности создания полной системы взаимосвязанных решений на основе иерархического объединения конечного множества моделей и методов.

Конструируя методологию системного синтеза, необходимо учесть и соединить онтологию деятельности

пользователей и онтологию системы управления деятельностью пользователей, так как именно на стыке этих онтологий рождается многоуровневое системное решение.

В процессе синтеза сложных многоуровневых структур обычно не удается учесть все системные свойства, представленные на верхних уровнях иерархического модельного описания, что является общей проблемой. Кроме того, отсутствуют работы, связанные с математическим моделированием исполнительных иерархических структур. Для примера можно привести работы [4–7], в которых задачи проектирования координационных процессов ставятся в практическом плане, хотя и с использованием известных средств моделирования, концептуальных и онтологических подходов. В работах С.Н. Никанорова, и его школы создан теоретический аппарат концептуального моделирования, анализа и синтеза, позволяющий на строгом математическом языке описать методологию построения концептуальных моделей предметных областей и целенаправленных систем. В [8] излагаются вопросы методологии концептуального проектирования, анализа и синтеза систем в применении к автоматическим и автоматизированным системам управления. Рассматриваются вопросы сохранения целостности модельных представлений АСУ в процессе их многоаспектного синтеза. Вводятся концептуальные модели структур систем управления информационного, процессорного, функционального и морфологического аспектов. Это обеспечивает необходимую теоретическую дисциплину, требуемую для управляемости процесса проектирования сложных систем [2, 9]. Поскольку в каждом конкретном случае существует неопределенность условий задач проектирования из-за индивидуальных особенностей предметной области, строгое математическое описание заведомо сужает общность концептуального подхода. Целесообразно решить концептуальные вопросы интерпретации метамоделей онтологий в предметные модели (онтологии нижнего уровня), т.е. в модели процессов и функциональных структур. Это, по нашему мнению, станет возможно, если будут сформулированы этапы соответствующей методологии и комплекс принципов, на которые следует опираться при реализации такой методологии.

2. Постановка задачи

Целью данной работы является изложение принципов и этапов методологии построения информационной технологии динамического синтеза исполнительных структур в организационно-технических системах, в том числе и в эргатических роботизированных системах, где наряду с человеком функционируют боты.

Будем исходить из того, что объектом методологии системного синтеза является мыследеятельность, т.е., совокупность мышления и деятельности [10]. Конструируя методологию как программу мыслительной и практической работы, необходимо учесть осново-

полагающие принципы, а также рассмотреть основные этапы и задачи методологии. Перечислим задачи исследования:

1. Формулировка этапов методологии.
2. Формирование набора основных принципов методологии.
3. Формирование метамодели онтологии проблемной области.
4. Формирование метамодели требований к управляемой системе.
5. Формирование схемы методологии синтеза адаптивных исполнительных структур.

3. Этапы методологии

Направленность на синтез, характерная для многих областей познания, методологически удовлетворяется конструированием определённой последовательности предметов анализа и синтеза. Сформулируем этапы методологии системного синтеза, в процессе выполнения которых необходимо решать определенные задачи.

Этап 1. Формирование набора основных принципов методологии

Этап 2. Формирование метамодели онтологии предметной области (ПрО). Наполнение онтологии ПрО моделями и знаниями.

Этап 3. Формирование метамодели онтологии системы управления ОТС. Наполнение онтологии управления моделями и знаниями.

Этапы 2 и 3 практически выполняются одновременно и разнесены здесь из методических соображений.

Этап 4. Стратификация онтологий по уровням и определение точек их конвергенции на каждом уровне.

Этап 5. Формирование основных методологических концепций.

Этап 6. Разработка структурных, функциональных и информационных моделей, обеспечивающих за счет конвергенции онтологий функциональность проектируемой системы.

Этап 7. Разработка моделей и методов реализации целевой функции синтезируемой системы.

Этап 8. Разработка информационной технологии.

4. Формирование набора основных принципов методологии

1. Принцип динамической целостности. Обычно целостность системы [wholeness of a system] определяют как принципиальную несводимость свойств системы к сумме свойств составляющих ее элементов и невыводимость из последних свойств целого, а также – зависимость каждого элемента, его свойств и отношений в системе от его места, функций внутри целого [11]. Для синтеза динамической системы более важным является целостность в динамике, которая означает, что воздействие на один элемент системы или некоторое их число обязательно вызывает реакцию других элементов. Например, поскольку планы предприятия представляют собой систему, то изменение задания по сбыту влечет за собой корректировку заданий по снабжению, по производству, по себестоимости

и другим показателям.

При синтезе системы принцип целостности обеспечивает интеграцию изначально разрозненных элементов в единое целое, в систему, обладающую необходимыми структурными и функциональными свойствами. Именно динамическая целостность является предпосылкой соблюдения принципа поддержания гомеостаза, который рассматривается ниже.

2. Принцип конвергенции онтологий. Проблема динамического формирования исполнительных структур в рамках ОТС возникает из противоречия между требованием гарантированного выполнения множества бизнес-операций в установленные сроки и ограничениями на технологические и организационные возможности ОТС. Другими словами, пользователи видят проблему в низкой эффективности ОТС. Для устранения проблемы необходимо формировать гибкую структуру, адаптирующуюся в процессе поступления новых БП. Очевидно, что проблема должна разрешиться при взаимопроникновении (конвергенции) двух онтологий – онтологии ОТС, раскрывающей предметную область как совокупность сущностей и их взаимосвязей при выполнении бизнес-процессов, и онтологии управления, как совокупности активных сущностей, их взаимосвязей и взаимодействий, осуществляемых для обеспечения оптимального протекания бизнес-процессов в ОТС. Конвергенция осуществляется поэтапно, на нескольких онтологических уровнях, каждый из которых является совокупностью нескольких аспектов из множества A . Обозначив O_q онтологию уровня q , запишем

$$O_q = \bigcup_{z=1}^{Z_q} A_{qz}, \quad q = \overline{1..Q}, \quad z = \overline{1..Z_q}, \quad (1)$$

где A_{qz} – z -й аспект онтологии уровня q .

Анализируя аспект уровня $q-1$ A_{q-1} , рассматриваем его в разных аспектах уровня q , например, A_{q1} и A_{q2} . При этом $A_{q1} = A_{q-1} \cap C_1$; $A_{q2} = A_{q-1} \cap C_2$, где C_1 и C_2 – логические ограничения аспектов. Заметим, что переход от аспекта A_{1q} к аспекту A_{2q} происходит путем возврата к аспекту A_{q-1} , т.е. на предыдущий уровень онтологии. Именно при осмыслении на предыдущем уровне формируются ограничения C_1 и C_2 . Таким образом, мы приходим к применению принципа рефлексивного перехода между уровнями онтологии.

3. Принцип рефлексивного перехода. Методология, как программа мыслительной и практической работы, опирается на рефлексивную обработку образов, возникающих в сознании разработчика по мере изучения онтологических особенностей объекта разработки. Модифицируя формализм, предложенный в работе [12], рефлексивный процесс синтеза системы можно отобразить как последовательность состояний Ω_γ , $\gamma = \overline{1..Г}$, каждое из которых отождествляется с рефлексивным переходом на очередной уровень онтологии проблемной области

$$\Omega_{\gamma} = \Pi \cdot \bigcup_{q=1}^{\gamma} \omega_q (O_{q-1}), \quad (2)$$

где Π – реальный плацдарм проблемной области; ω_q – оператор модельной интерпретации онтологии уровня q :

$$\omega_q : D_q(Q_{q-1} \times M_{q-1}) \rightarrow M_q. \quad (3)$$

Здесь D_q – оператор декомпозиции уровня q на аспекты; M_q – множество моделей уровня q , каждая из которых отображает определённый аспект отношений между сущностями онтологии уровня q . В свою очередь, аспекты и модели подвергаются мысленной обработке и преобразуются в аспекты и модели следующего уровня, и так до тех пор, пока не будут построены логические, функциональные и алгоритмические структуры, составляющие в совокупности и взаимосвязи информационную технологию.

4. Принцип необходимого разнообразия. С информационной точки зрения управление заключается в ограничении разнообразия состояний управляемого объекта. Это означает, что энтропия объекта управления в идеале должна быть равна нулю. Иными словами, неопределенность состояний объекта управления в управляющей системе должна полностью отсутствовать и объект управления должен находиться в строго определенном состоянии с вероятностью, равной единице. Если управляемый объект может находиться в n состояниях, то сообщение о том, в каком из состояний находится объект в системе с полной информацией, будет содержать количество информации, равное его энтропии $H(Y)$ [11]. Известно, что в исполнительской системе, где полностью наблюдаемый объект управления (ОУ) находится в состоянии Y , а система управления (СУ) – в состоянии X , количество взаимной информации определяется как $I(X, Y) = H(X) - H(X/Y)$, где $H(X)$ – энтропия СУ, а $H(X/Y)$ – энтропия СУ после управляющего воздействия на объект управления, находящийся в состоянии Y [11]. В силу симметричности информации и при наличии идеальных каналов связи можно записать: $I(X, Y) = I(Y, X) = H(Y) - H(Y/X)$, т.е. $H(X) - H(X/Y) = H(Y) - H(Y/X)$. Отсюда $H(Y/X) = H(Y) - H(X) + H(X/Y)$. Энтропия ОУ при получении им управляющего воздействия X со стороны СУ должна стремиться к нулю $H(Y/X) \rightarrow 0$ и энтропия СУ тоже должна стремиться к нулю $H(X/Y) \rightarrow 0$. Отсюда вытекает, что энтропии СУ и ОУ должны в идеальном случае совпадать.

Таким образом, разнообразие ОУ и его СУ должно находиться в определенном соотношении. Эта связь была обнаружена кибернетиком У. Россом Эшби и формулируется так: «Разнообразие управляющей системы должно быть не меньше разнообразия управляемого объекта», т.е. «нужно стремиться к тому, чтобы на каждое возможное состояние управляемого объекта имелось свое управляющее воздействие». Поскольку в реальной системе энтропия не может быть нулевой, необходимо поддерживать закон максимизации убывания энтропии [13], который гласит, что среди возмож-

ных форм реализации процесса реализуется та форма, при которой энтропия системы растет наиболее медленно. Это можно реализовать, в частности, с помощью создания саморегулирующихся подразделений ОТС.

В рамках решаемой задачи по синтезу исполнительных структур, когда состояние исполнительской системы критически зависит от разнообразия решаемых задач, необходимое разнообразие системы управления достигается пополнением открытого множества компетенций исполнителей.

5. Принцип синергизма. В управляемой исполнительской системе необходима кооперация агентов всех исполнительских уровней. Выполнение этого принципа наряду с принципом целостности и необходимого разнообразия достаточно очевидно. При адекватном распределении исполнительских ресурсов в ОТС для выполнения любого бизнес-процесса суммарная системная эффективность должна превышать арифметическую сумму эффективностей отдельных исполнителей.

6. Принцип множественности представлений. Один и тот же объект может описываться моделями разного уровня формализации и строгости. В зависимости от того, какой тип связей берётся за основу, возможны различные логические проекции системы, т.е. аспекты ее функционирования.

7. Принцип поддержания гомеостаза. Гомеостаз рассматривается как свойство любой системы [13]. Гомеостаз есть соблюдение динамического равновесия в системе, гарантирующего поддержание жизненно важных параметров в определенном диапазоне. Этот принцип вытекает из необходимости минимизации энтропии в системе. Применительно к ОТС для выполнения принципа гомеостаза нужна соответствующая адаптивная стратегия управления очередями заявок на выполнение бизнес-операций.

5. Методика стратификации онтологии предметной области

Для стратификации онтологии предметной области необходимо выделять аспекты соответствующих уровней. Функциональную структуру ОТС, находящуюся на нулевом уровне онтологии A_0 , представим кортежем, каждый элемент которого является аспектом предметной области:

$$S_{OTC} = \langle S_Q, S_{И}, S_{ОР}, S_{ИТ}, S_A \rangle. \quad (4)$$

Здесь S_Q – структура требований к управляемой системе, включая критерии эффективности решения задач в ходе выполнения БП (аспект A_{01}); $S_{И}$ – исполнительная структура, отражающая состав и взаимосвязи функциональных рабочих мест в замкнутом цикле выполнения БП (аспект A_{02}); $S_{ОР}$ – организационная структура, устанавливающая связь между различными функциями управления и исполнения в рамках бизнес-логики ОТС (аспект A_{03}); $S_{ИТ}$ – информационно-техническая структура, которая отражает состав и взаимосвязи АРМ в ОТС (аспект A_{04}); S_A – алгоритмическая струк-

тура, отражающая математическое описание задач и пути их решения (аспект A_{05}).

Структура требований к управляемой системе достаточно сложна и нуждается в отдельном описании на уровне метамодели.

Исполнительная структура S_{II} отражает последовательность выполнения операций на каждом этапе каждого БП. Один из вариантов S_{II} имеет вид

$$S_{II} = \langle S_{КС}, S_{КБ} \rangle, \quad (5)$$

где $S_{КС}$, $S_{КБ}$ – соответственно структура компетенций сотрудников (аспект A_{021}) и структура компетенций агентов-ботов (аспект A_{022}).

Организационная структура S_{OP} отражает состав и соподчиненность между агентами, функционирующими в ОТС в процессе принятия решений. Закрепляя те или иные функции за агентами управления, S_{OP} представим соотношением

$$S_{OP} \langle S_{П}, S_{Д}, S_{М} \rangle, \quad (6)$$

где $S_{П}$, $S_{Д}$, $S_{М}$ – соответственно структуры планирования (аспект A_{031}), диспетчеризации (аспект A_{032}) и мониторинга (аспект A_{033}).

Информационно-техническая структура S_{IT} предназначена для своевременного, полного и качественного обеспечения информацией агентов управления и исполнения и представлена соотношением

$$S_{IT} = \langle S_{ИБ}, S_{СПД}, S_{ТС} \rangle. \quad (7)$$

Здесь $S_{ИБ}$ – структура информационной базы (аспект A_{041}); $S_{СПД}$ – структура системы сбора, передачи и переработки данных в ОТС (аспект A_{042}); $S_{ТС}$ – структура технических средств управления, включая информационную сеть (аспект A_{043}).

Алгоритмическую структуру S_A , отражающую математическое описание задач и пути их решения, представим соотношением

$$S_A = \langle S_{ММ}, S_{АО}, S_{ПО} \rangle, \quad (8)$$

где $S_{ММ}$, $S_{АО}$, $S_{ПО}$ – структура, связывающая математические модели и методы (аспект A_{051}), структура алгоритмического (аспект A_{052}) и программного обеспечения (аспект A_{053}).

Таким образом, получено 3 уровня стратификации, на каждом из которых выделены соответствующие аспекты. Опираясь на эту методику, построим метамодели онтологии предметной области и онтологии системы управления. Конвергенция онтологий происходит на указанных уровнях с учетом специфики предметной области.

6. Метамодель онтологии предметной области

С учетом введенных понятий онтологию предметной области деятельности ОТС, осуществляющей множество бизнес-процессов, представим в виде:

$$O = \langle BP(A), T, X(D^X), S(SI), Y, Z, Q \rangle, \quad (9)$$

где BP – образ бизнес-процесса, подразумевающий функцию буферизации на входе, функцию обработки исходного продукта и функцию буферизации готового продукта на выходе; A – атрибуты БП; $T = \{t_i, i = \overline{1, L}\}$ – множество дискретных моментов времени протека-

ния БП; $X = \{x_j(t) | x_j(t) \in D^{X_j}, j = \overline{1, J}\}$, $t \in T$ – входной продукт; $D^X = \{D^{X_j}, j = \overline{1, J}\}$ – области допустимых показателей качества входного продукта; $S = \{S_i: S_i = (S_{i-1}, U, X), U \in D^U, X \in D^X, t \in T\}$ – множество состояний БП; $SI = \{SI_i: SI_i = \varphi(S_i), t \in T\}$ – множество параметров, характеризующих состояние БП; $Y = \{y_m(t), m = \overline{1, M}\}$, $t \in T$, $y_m(t) = \eta_m(t, S_i), t \in T$ – множество результирующих целевых выходов БП (множество выходных продуктов); $Z = \{z_n(t), n = \overline{1, N}\}$, $t \in T$ – множество задаваемых параметров, определяющих номинальный режим протекания БП; $Q = \{q_g, g = \overline{1, G}\}$ – множество показателей качества и эффективности ОТС, зависящих от бизнес-правил предприятия и характера результата БП.

7. Метамодель онтологии системы управления

Метамодель онтологии системы управления запишем в виде:

$$O = \langle BP(A), T, CS, BOQM, U(D^U), Z, C(D^C), Q, \eta, \psi, \varphi \rangle, \quad (10)$$

где BP – образ БП; A – атрибуты БП; $T = \{t_i, i = \overline{1, L}\}$ – множество дискретных моментов времени протекания БП; CS – система управления бизнес-операцией; $BOQM$ – система управления качеством БП; $U = \{u_i(t) | u_i(t) \in D^{U_i}, i = \overline{1, I}\}$, $t \in T$ – множество управляющих воздействий на БП, которое может быть разделено на подмножества управлений по буферизации, обработке, коррекции значений параметров процесса обработки; $D^U = \{D^{U_i}, i = \overline{1, I}\}$ – области допустимых значений управляющих воздействий; $Z = \{z_n(t), n = \overline{1, N}\}$, $t \in T$ – множество задаваемых параметров, определяющих номинальный режим протекания БП; $C = \{c_k(t) | c_k(t) \in D^{C_k}, k = \overline{1, K}\}$, $t \in T$ – множество корректирующих воздействий на систему управления CS в целях улучшения качества БП, которое, в свою очередь, определяет качество выходного продукта; $D^C = \{D^{C_k}, k = \overline{1, K}\}$, область допустимых значений корректирующих воздействий; $Q = \{q_g, g = \overline{1, G}\}$ – множество показателей качества и эффективности ОТС; $\eta: U \times X \times S \rightarrow Y$ – отображение множества управляющих воздействий U , множества входов X , множества состояний бизнес-процесса S во множество выходов процесса Y ; $\mu: X \times U \times T \rightarrow S$ – отображение множества входов X , множества управляющих воздействий U на всём интервале времени T , в котором осуществляется управление, во множество состояний S ; $\psi: Z \times SI \times C \rightarrow U$ – отображение множества задаваемых параметров Z , множества параметров состояний БП SI и множества корректирующих воздействий C во множество управляющих воздействий U ; $\varphi: Q \times SI \rightarrow C$ – отображение множества показателей качества Q и множества параметров состояний БП SI во множество корректирующих воздействий C на систему управления процессом, которые осуществляет си-

стема управления качеством БП BOQM.

8. Первый уровень конвергенции онтологий

Анализируя выражения (9) и (10), можно заметить общие элементы онтологий, которые и будут точками конвергенции первого уровня. Это образ БП, дискретное время T , множество задаваемых параметров Z , множество показателей качества Q . Другими словами, на верхней страте (уровне) онтологии проблемной области в качестве средства связывания разных представлений об объекте системно-структурного конструирования выступает представление о деятельности ОТС. Тогда онтологию проблемной области можно записать так:

$$O = O1 \leftrightarrow O2, \quad (11)$$

где символом \leftrightarrow обозначен процесс конвергенции онтологий.

9. Мета модель требований к управляемой системе

На нулевом уровне онтологии, реализуя рефлексивное состояние Ω_0 , формируем глобальный аспект уровня A_1 – метамодель требований, которая занимает свое место в методологии формирования исполнительных структур. Мета модель представим в виде совокупности общих системных требований к компонентам исполнительной структуры с учетом функциональных задач каждого компонента и его связей в системе. Требования к архитектуре системы и техническим средствам на абстрактном уровне рассматривать не будем. На метауровне элементами исполнительной системы являются: менеджер ОТС, агент-диспетчер, h-агент (человек-исполнитель), агент-монитор АРМ, b-агент (бот-агент), выполняющий БО. Также следует уделить внимание таким составляющим комплекса требований, как критерии оптимизации, пределы и ограничения, налагаемые на рабочие переменные, которые характеризуют исполнительную систему.

С учетом сказанного представим метамодель требований в следующем виде:

$$RM = \langle QSR(SAR(FAR, ACR, FLR, ILR), IFR, QC, SSR, LTR, PR, TR, R^1, R^2, R^3, R^4) \rangle, \quad (12)$$

где QSR – требования к качеству функционирования исполнительной структуры; SAR – требования к качеству агентов; FAR – требования к функциональности агентов; ACR – требования к компетенции агентов; FLR – требования к логике выполнения функций агентов; ILR – требования к логике взаимодействия агентов; IFR – требования к функциональности интерфейсов; QC – локальные критерии качества функционирования ОТС; SSR – требования к масштабируемости системы по вертикали и горизонтали; LTR – ограничения на технические ресурсы; PR – директивные ограничения; TR – временные ограничения;

$R^1=QSR \times SAR$ – проекция требований к качеству функционирования ИС на множество требований к качеству агентов; $R^2=FAR \times ACR$ – проекция требований к функциональности агентов на множество требований к компетенции агентов; $R^3=ILR \times IFR$ – проекция требований к логике взаимодействия агентов на множество требований к функциональности интерфейсов; $R^4=QSR \times QC$ – проекция требований к качеству функционирования исполнительной структуры на комплекс локальных критериев качества ОТС. Мета модель требований, являясь неотъемлемой частью методологии, создает предпосылки для конструирования оптимальной архитектуры системы. В процессе анализа требований модель позволяет обнаружить ошибки, конфликты между требованиями, тавтологии и перекрытия требований, возникающие в ходе детализации или обобщения функциональных требований.

Особое место в модели требований занимают локальные критерии качества функционирования исполнительных групп, так как именно критерии лежат в основе метода и алгоритмов оптимизации функционирования всей системы, в частности, оптимизации параметров пороговых стратегий динамической маршрутизации заявок на выполнение БО.

Опираясь на принципы, изложенные выше, построим схему методологии синтеза адаптивных исполнительных структур (рис. 1). Считая метамодель требований глобальным аспектом A_1 на первом уровне онтологии O и применяя принцип рефлексивного перехода, осуществляем переход в состояние Ω_2 , на котором выделяется задача структурной адаптации исполнительной системы (глобальный аспект A_2 на рис. 1).

Осуществляя модельную интерпретацию ω_2 , выделяем для синтеза аспект A_{21} – информационная модель бизнес-процесса, аспект A_{22} – модель структуры системы управления, и глобальный аспект третьего уровня онтологии – A_3 – задача управления очередями заявок на выполнение БО. Применяя операторы декомпозиции D_{21} и D_{22} , находим аспекты A_{221} , A_{222} , A_{223} – модели MAC, модели агента и модели компетенции агента, а также аспекты A_{211} , A_{212} , A_{213} – модели динамики БП, модели БО и модели микрооперации (МО).

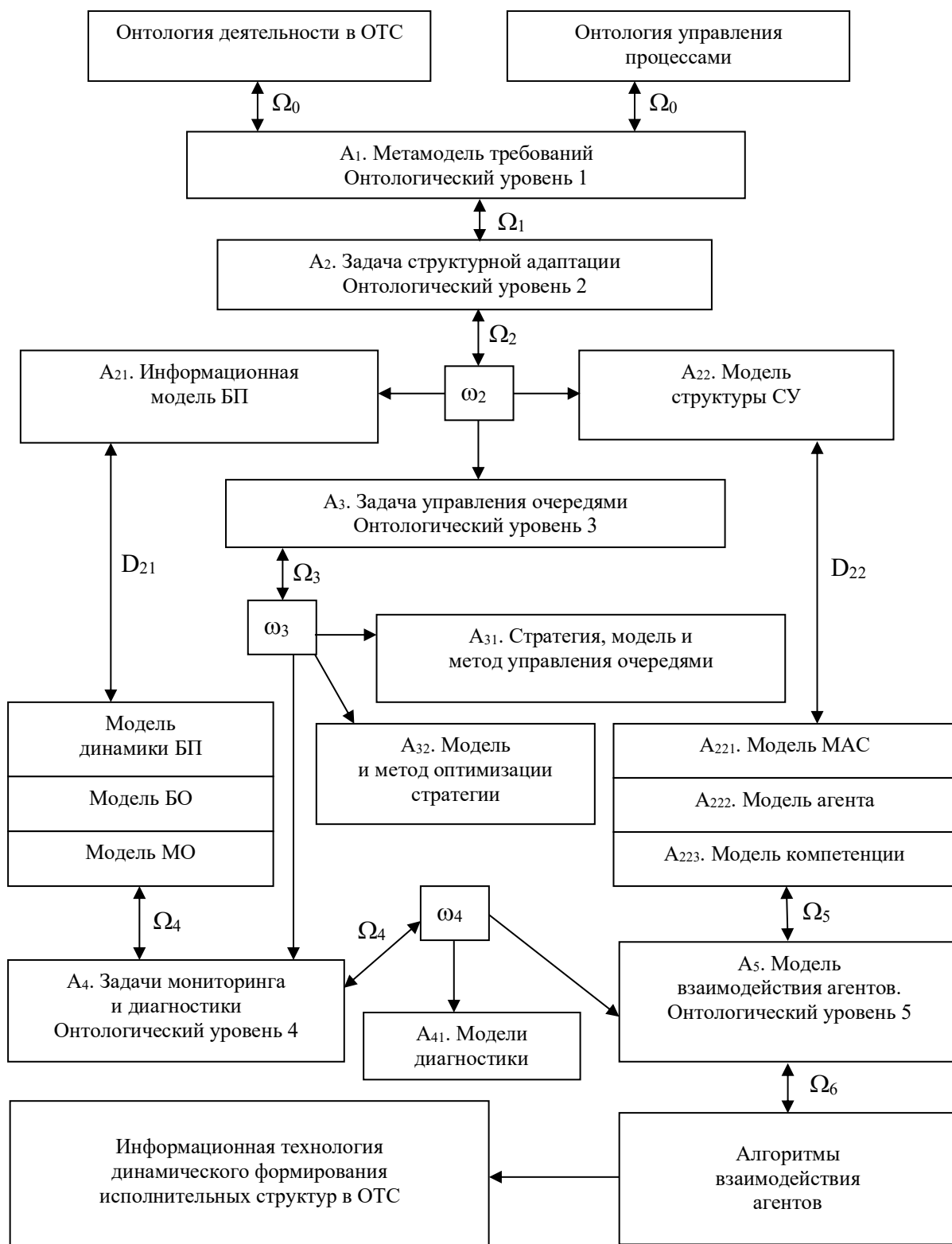


Рис. 1

На рефлексивном переходе в состояние Ω_3 , разворачивая аспект A_3 при помощи оператора ω_3 , получаем аспекты A_{31} – стратегия, метод и модель управления очередями, и аспект A_{32} – модель и метод оптимизации

указанной стратегии. Здесь же определяется глобальный аспект четвертого уровня онтологии A_4 – задачи мониторинга и диагностики, где формируется аспект A_{41} – модели диагностики. Применяя оператор

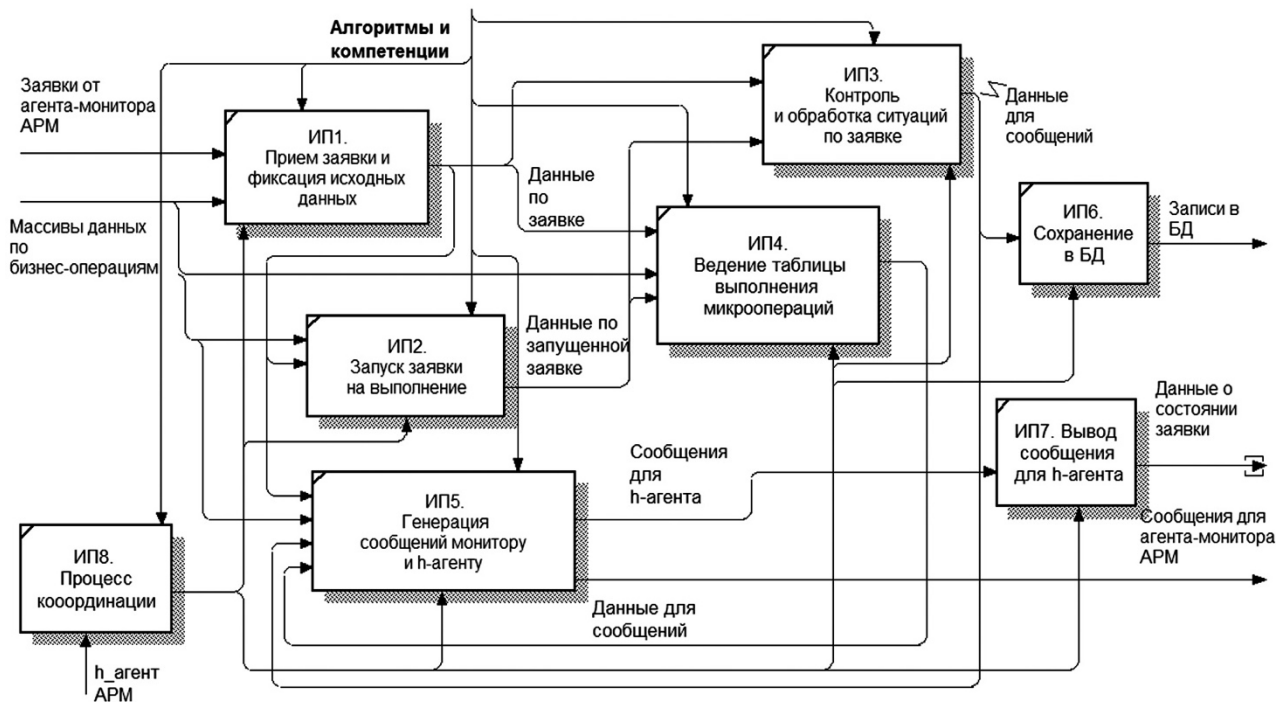


Рис. 2

модельной интерпретации ω_4 , переходим к аспекту A_5 – модель взаимодействия агентов, которая рефлексивно связана с аспектами A_{221} , A_{222} , A_{223} и, соответственно, к алгоритмам взаимодействия агентов. После разработки алгоритмов взаимодействия открывается возможность построения информационной технологии динамического формирования исполнительных структур в ОТС.

В качестве иллюстрации результатов применения изложенной методологии на рис. 2 приведена схема комплекса информационных процессов выполнения бизнес-операций агентом-ботом в рамках ОТС. Данная схема является частью упомянутой информационной технологии динамического формирования исполнительных структур.

Выводы

Усовершенствованы подходы к построению методологии синтеза адаптивных исполнительных структур в автоматизированных организационно-технических системах. Они отличаются тем, что в комплекс методологических принципов включены принцип конвергенции онтологий предметной области и системы управления и принцип рефлексивного перехода, а также этапы стратификации онтологий по аспектным уровням и установления точек их конвергенции на каждом уровне. Это позволяет упростить и ускорить процесс синтеза комплекса логических, математических, функциональных моделей и методов, составляющих в своей совокупности и взаимосвязи информационную технологию.

Литература:

1. Бескоровайный В.В. Системологический анализ проблемы структурного синтеза территориально распределенных систем // АСУ и приборы автоматики. 2002. Вып. 120. С. 29-37.

2. Лелюк В. А. Совершенствование бизнес-систем. Методы, инструментарий, опыт: учебн. Пособие / Пер.с укр. // Харьк. нац. акад. гор. хоз-ва: ХНАГХ, 2011. 438 с.

3. Рогозов Ю. И. Системный подход к созданию метода разработки информационных объектов на основе метамodelей // Информатизация и связь. 2011. №7. С. 57–62.

4. Leemans, S. J., Fahland, D., & Aalst, W. M. Discovering Block-Structured Process. Petri nets. 2013. P. 311-329.

5. Marco P, Chiara G, Luciano S. An ontology for the business-process modelling notation. Business Process modeling 14. 2015.

6. Pedram Bahramnejad, SM S, Akbar Nabiollahi. A method for business process Reengineering based on enterprise ontology. Int J Sci Eng Appl 2015;6(1).

7. Hussain Mansoor, Saleh Muhammad, Akbar Sajjad, Jan Zeb. Factors affecting readiness for business process reengineering-developing and proposing a conceptual model. Bus Manag 2014;6:55e60.

8. Никаноров С.П., Никитина Н.К., Теслинов А.Г. Введение в концептуальное проектирование АСУ: анализ и синтез структур (монография). М.: Концепт, 2007. 236 с.

9. Тимченко А.А. Основы системного проектирования та аналізу складних об'єктів: У 2-х кн. Кн. 1. Основы САПР та системного проектування складних об'єктів // Київ: Либідь, 2000. 272 с.

10. Щедровицкий Г.П. Идея деятельности и деятельностный подход // Философия России второй половины XX века. М.: Росспэн, 2010. С. 440-541.

11. Месарович М. Общая теория систем: математические основы. Пер. с англ. Э. Л. Напельбаума; под ред. В.С. Емельянова. М.: Мир, 1978. 312 с.

12. Лефевр В. А. Рефлексия. М.: Когито-Центр, 2003. 496 с.

13. Анфилатов В.С., Емельянов А.А., Кукушкин А.А. Системный анализ в управлении. М.: Финансы и статистика, 2006. 386 с.

Transliterated bibliography:

1. Beskorovajnyj V.V. Sistemologicheskij analiz problemy strukturnogo sinteza territorial'no raspredelennyh sistem // Avtomatizirovannye sistemy upravlenija i pribory avtomatiki. 2002. Vyp. 120. S. 29-37.

2. *Leljuk V. A.* Sovershenstvovanie biznes-sistem. Metody, instrumentarij, opyt: uchebn. posobie. Per.s ukr. Har'k. nac. akad. gor. hoz-va. HNAGH, 2011. 438 S.
3. *Rogozov Ju. I.* Sistemnyj podhod k sozdaniju metoda razrabotki informacionnyh ob'ektov na osnove metamodelej // Informatizacija i svjaz'. 2011. №7. S. 57–62.
4. *Leemans, S. J., Fahland, D., & Aalst, W. M.* (2013). Discovering Block-Structured Process. Petri nets, 311-329.
5. *Marco P., Chiara G., Luciano S.* An ontology for the business-process modelling notation. Business Process modeling 14. 2015.
6. *Pedram Bahramnejad, SM S, Akbar Nabiollahi.* A method for business process Reengineering based on enterprise ontology. Int J Sci Eng Appl 2015;6(1).
7. *Hussain Mansoor, Saleh Muhammad, Akbar Sajjad, Jan Zeb.* Factors affecting readiness for business process reengineering-developing and proposing a conceptual model. Bus Manag 2014;6:55e60.
8. *Nikanorov S.P., Nikitina N.K., Teslinov A.G.* Vvedenie v konceptual'noe proektirovanie ASU: analiz i sintez struktur (monografija). M.: Koncept, 2007. 236 s.
9. *Tymchenko A.A.* Osnovy systemnogo proektuvannja ta analizu skladnyh ob'ektiv: U 2-h kn. Kn. 1. Osnovy SAPR ta systemnogo proektuvannja skladnyh ob'ektiv / Kyi'v. Lybid', 2000. 272 s.
10. *Shhedrovickij G.P.* Ideja dejatel'nosti i dejatel'nostnyj podhod // Filosofija Rossii vtoroj poloviny XX veka. Georgij Petrovich Shhedrovickij. M.: Rosspjen, 2010. s. 440-541.
11. *Mesarovich M.* Obshhaja teorija sistem: matematicheskie osnovy. Per. s angl. Je. L. Nappel'bauma; pod red. V. S. Emel'janova. M. Mir, 1978. 312 s.
12. *Lefevr V. A.* Refleksija. M.: Kogito-Centr, 2003. 496 s.
13. *Anfilatov V.S., Emel'janov A.A., Kukushkin A.A.* Sistemnyj analiz v upravlennii. M.: Finansy i statistika, 2006. 386 s.

Поступила в редколлегию 19.12.2019

Рецензент: д-р техн. наук, проф. Гученко Н.И.

Оксанич Ирина Григорьевна, канд. техн. наук, доцент кафедры автоматизации и информационных систем, КрНУ. Научные интересы: автоматизированные системы и информационные технологии управления в организационно-технических системах. Адрес: Украина, 39600, Кременчуг, ул. Первомайская, 20, тел.: (05366)30157. E-mail: oksirena2017@gmail.com.

Шевченко Игорь Васильевич, д-р техн. наук, профессор кафедры автоматизации и информационных систем. Научные интересы: методы и модели принятия решений в условиях неопределенности. Адрес: Украина, 39600, Кременчуг, ул. Первомайская, 20, тел.: (05366)30157. E-mail: ius.shevchenko@gmail.com

Oksanych Irina Grigoryevna, Cand. Tech. Sciences, Associate Professor, Department of Information and Control Systems, KrNU, Research interests: automated systems and information technology management in organizational and technical systems. Address: Ukraine, 39600, Kremenchug, Pervomayskaya Str, 20, tel.: (05366)30157. E-mail: oksirena2017@gmail.com

Shevchenko Igor Vasylievich, Dr. Tech. Sciences, Professor, professor of the department of Information and Control Systems. Research interests: decision-making methods and models in conditions of uncertainty. Address: Ukraine, 39600, Kremenchug, Pervomaiskaya Str, 20, tel.: (05366)30157. E-mail: ius.shevchenko@gmail.com