

УДК 621.396.6

А. Б. Щербань, К. Е. Братцев, Т. В. Жашкова, М. Ю. Михеев

ОБОБЩЕННЫЕ СТРУКТУРНЫЕ МОДЕЛИ ИНФОРМАЦИОННЫХ ОБЪЕКТОВ

Аннотация. Традиционная практика системного подхода дополняется подходом к решению задач, связанных с описанием и анализом связности элементов, идентификацией структур и подструктур, синтезом оптимальных структур, идентификацией режимов функционирования подсистем и системы в целом.

Ключевые слова: системный подход, анализ связности элементов, идентификация структур, синтез оптимальных структур.

Abstract. Traditional practice of the system approach is supplemented with the approach to the decision of the problems connected with the description and the analysis of connectivity of elements, identification of structures and substructures, synthesis of optimum structures, identification of modes of functioning of subsystems and systems as a whole.

Keywords: the system approach, the analysis of connectivity of elements, identification of structures, synthesis of optimum structures.

Введение

Термины «система», «подсистема», «структура», «моделирование», «модель» в настоящее время прочно вошли в лексикон большинства наук. Однако, несмотря на широкое применение существующих концепций системного представления, доказавших свою эффективность при решении многих проблем, сегодня испытывается дефицит методологических инструментальных средств реализации системного подхода, инвариантных относительно семантики предметной области.

Кроме традиционной практики системного подхода, заключающейся в определении параметров отдельных элементов и подсистем, организации взаимодействия между подсистемами, выборе оптимальных алгоритмов функционирования подсистем, сегодня для сложных систем необходима практика решения задач, которые в меньшей степени связаны с рассмотрением параметрических свойств, а в большей – с описанием и анализом связности элементов, идентификацией структур и подструктур, синтезом оптимальных структур, идентификацией режимов функционирования подсистем и системы в целом.

1 Анализ связности сложных структур

По мере увеличения сложности систем вопросам системной связности как комплексным общесистемным вопросам требуется все большее внимание в рамках совершенствования системного подхода. В этих условиях чрезвычайно актуальными являются задачи разработки новых методологических инструментальных средств структурного представления сложных систем, обеспечивающих реализацию системного подхода путем решения проблем анализа системной связности [1]. В качестве такого методологического инструментального средства предлагается идентификационно-структурный анализ (*IS*-анализ) как инструментальное средство реализации структурного

подхода к решению задач анализа, синтеза и управления информационными объектами на основе принципа идентификационно-структурного управления (*S*-принципа) [2].

Реализация *S*-принципа в процессе структурного подхода обеспечивается процедурами идентификации структурных моделей различных видов, которые предназначены для решения задач поиска различных видов структурных отображений структурных моделей, идентифицирующих их структурную связность. Такие задачи структурной идентификации объединены под общим названием «задачи *IS*-анализа», разработаны варианты их классификации [3]. Сформулированное понятие структурной идентификации [2] как положительное решение одной из задач *IS*-анализа определяется как нахождение одного из видов изоморфных, частично изоморфных, гомоморфных или автоморфных структурных отображений в пространствах структурных моделей. Следовательно, структурный подход и потребность в реализации *S*-принципа в первую очередь обуславливают необходимость формирования структурных моделей системного описания информационных объектов. Для решения задач *IS*-анализа необходимы структурные представления текущих и эталонных состояний и ситуаций исследуемого информационного объекта с использованием единых структурных моделей, обеспечивающих возможности разработки формализованных процедур выявления интегративных (целостных) структурных свойств моделируемых объектов с целью их идентификации. Обобщенная структурная модель и ее интерпретации в рамках конкретного математического аппарата должны обладать возможностями описания как формальных, так и параметрических структур. Под формальными структурами будем понимать структуры, описывающие обобщенные свойства связности элементов объекта (системы) без конкретизации аспекта структурного описания, т.е. семантики этой связности. Такие структуры будем в дальнейшем изложении называть синтаксическими структурами, а их обобщенные модели – обобщенными синтаксическими структурными моделями (ОСМ). Структуры, отражающие не только обобщенную связность элементов системы, но и параметры (атрибуты) элементов и связей, т.е. специфику предметной области системного описания, будем называть семантическими структурами, а обобщенные модели таких структур – обобщенными семантическими структурными моделями (ОССМ).

2 Синтез обобщенной структурной модели

Обобщенную структурную модель представим кортежем вида

$$S = \langle E, V, P, R \rangle,$$

где $E = \langle E_S, E_I \rangle$ – носитель модели; E_S – подмножество основных элементов носителя, задающих элементы (сущности) моделируемой системы на выбранном уровне глубины структурного описания; $E_I \subset I$ – подмножество вспомогательных элементов носителя, идентифицирующих элементы подмножества E_S и их связи; I – универсальное множество элементов; $V = \langle V_E, V_S \rangle$ – сигнатура модели; V_E – подмножество предикатов, задающих виды отношений на множестве $E_S \cup E_I$; V_S – подмножество предикатов,

задающих виды отношений на множестве E_S ; P – синтаксические правила формирования обобщенной структурной модели; R – семантические правила формирования обобщенной структурной модели.

Подмножество E_S представляет конечное (счетное) множество элементов любой природы. Поскольку элемент является первичным понятием структуры, он выбирается таким образом и на такой глубине детализации, чтобы обеспечить решение поставленной задачи исследования структуры. На элементы структурной модели E_S не накладываются никакие ограничения в рамках ОСМ, т.к. их формирование осуществляется с помощью средств, не принадлежащих самой структурной модели.

Средства описания элементов и их отношений в рамках обобщенной структурной модели разделим на средства синтаксического описания, определяемые синтаксическими правилами P формирования ОСМ, и средства семантического описания R , определяемые семантическими правилами формирования ОСМ.

Синтаксические правила P задают формальные конструктивные процедуры, позволяющие идентифицировать элементы в множестве E , т.е. определить их принадлежность к E_S . Кроме того, синтаксические правила позволяют идентифицировать виды связей между элементами подмножества E_S , которые по аналогии с [4] назовем синтаксически правильными структурными совокупностями.

Синтаксические правила P не позволяют описать в рамках ОСМ на содержательном уровне сущности элементов структуры и видов отношений между ними. Синтаксические правила – это набор аксиом, позволяющих формально описывать в рамках ОСМ элементы структуры и множество отношений между ними, абстрагируясь от содержательного описания их качественных и количественных характеристик, определяемых предметной областью.

Синтаксические правила описания элементов ОСМ формализуем как правила формирования подмножества синтаксических предикатов:

$$V_E^P = \{v_{E_1}^P, v_{E_2}^P, \dots, v_{E_r}^P\}.$$

Определение 1. Подмножество основных элементов носителя обобщенной структурной модели E_S будем считать синтаксически заданным (определенным), т.е. идентифицируемым в множестве E , если на множестве $E = E_S \cup E_I$, где $E_I = \pi \cup E_I'$, а $\pi \in E_I$ – некоторый элемент номинальной шкалы, задан двухместный предикат v_π , так что

$$\forall e_i \in E_S \quad \forall e_j \in E_I' \left(v_\pi^P(e_i, \pi) = 1 \ \& \ v_\pi^P(e_j, \pi) = 0 \right).$$

Введенное определение формулирует синтаксическое правило, задающее формальную процедуру описания принадлежности $e_i \in E$ подмножеству основных элементов E_S , описывающих элементы моделируемой структуры.

Определение 2. Каждый основной элемент носителя структурной модели $e_i \in E_S$ будем считать синтаксически заданным (идентифицированным) в подмножестве E_S , если на подмножестве $E_S \cup N \in E$, где $N \subset E_I$ – под-

множество элементов номинальной шкалы, задан двухместный предикат v_n^P , так что

$$\forall e_i \in E_S \quad \forall e_j \in E \setminus N \quad \exists n_k \in N \left(v_n^P(e_i, n_k) = 1 \ \& \ v_n^P(e_i, e_j) = 0 \right).$$

Приведенное определение 2 задает синтаксическое правило, согласно которому основной элемент носителя обобщенной структурной модели $e_i \in E_S$ считается синтаксически заданным, если ему поставлена в соответствие точка N -мерного евклидова пространства, где N – число заданных (сформированных) элементов моделируемой структуры.

Поскольку в соответствии с введенным определением подмножество E_S счетное, то простейшим способом синтаксического задания его элементов является формирование эквивалентного множества $N = \{1, 2, k, n\}$, т.е. множества натуральных чисел, для которого отображение $f: E_S \rightarrow N$ биективно (существует биекция E_S на N , описываемая v_n^P). Таким образом, синтаксические правила описания элементов ОСМ формализуются введением в сигнатуру модели подмножества $V_E^P = \{v_\pi^P, v_n^P\}$.

Для описания синтаксически правильных структурных совокупностей на множестве элементов носителя ОСМ введем подмножество синтаксических предикатов $V_S^P = \{v_{S_1}^P, \dots, v_{S_i}^P, \dots, v_{S_m}^P\}$ и формализуем с их помощью i -ю синтаксически правильную структурную совокупность на множестве E_S .

Определение 3. Подмножество основных элементов носителя ОСМ E_S , заданное с помощью $V_E^P = \{v_\pi^P, v_n^P\}$, образует i -ю синтаксически правильную структурную совокупность, если на E задан двухместный предикат $v_{S_i}^P \in V_S^P$, определяющий i -е отношение связности между парами элементов E_S , так что

$$\forall e_p, e_q \in E_S$$

$$\forall e_k \in E_I \left[\left(v_{S_i}^P(e_p, e_q) = 1 \vee v_{S_i}^P(e_p, e_q) = 0 \right) \ \& \ v_{S_i}^P(e_p, e_k) = 0 \ \& \ v_{S_i}^P(e_q, e_k) = 0 \right].$$

Из определения 3 следует, что введение подмножества синтаксических предикатов V_S^P позволяет использовать ОСМ в качестве моделей формальных структур, состоящих из m синтаксически правильных структурных совокупностей, где m – мощность подмножества V_S^P . На подмножество V_S^P не накладывается никаких ограничений, и это подмножество определяет систему аксиом формирования синтаксически правильных структурных совокупностей [3].

Таким образом, совокупность синтаксических правил P формирования ОСМ, задаваемая в виде системы аксиом описания элементов и синтаксически правильных структурных совокупностей на множестве элементов, формализуется в виде синтаксической сигнатуры ОСМ $V^P = \langle V_E^P, V_S^P \rangle$.

Все вышеизложенное позволяет сформулировать следующее формализованное определение ОСМ.

Определение 4. Обобщенную структурную модель $S = \langle E, V, P \rangle$, построенную в виде множества синтаксически правильных структурных совокупностей с использованием исходной системы аксиом P и представленную кортежем $S_P = \langle E, v_\pi^P, v_n^P, v_{S_1}^P, \dots, v_{S_i}^P, \dots, v_{S_m}^P \rangle$, назовем обобщенной синтаксической структурной моделью (ОСМ).

В процессе реализации структурного подхода, т.е. решения задач структурного анализа в соответствии с S -принципом, ОСМ вида $S = \langle E, v_\pi^P, v_n^P, v_{S_1}^P, \dots, v_{S_i}^P, \dots, v_{S_m}^P \rangle$ предлагается использовать в качестве обобщенной структурной модели для формализации модификаций ОСМ сложных структур различных порядков сложности и инвариантных методов решения задач IS -анализа.

Весь класс синтаксических структур в зависимости от структурной сложности разделим на четыре подкласса:

- вырожденные синтаксические структуры (C_{-1});
- синтаксические структуры нулевого порядка сложности (C_0);
- синтаксические структуры первого порядка сложности (базовые синтаксические структуры (C_1));
- синтаксические структуры произвольного k -го порядка сложности (C_k).

Синтаксические структуры, в отличие от семантических, описывают нечто общее, присущее системам (совокупность элементов и их связность), имеющим различные качественные описания атрибутов элементов и видов связей.

Формализуем типы ОСМ, которые предлагаются для структурного оценивания в соответствии с S -принципом и соответствуют синтаксическим структурам выделенных подклассов.

Определение 5. ОСМ вида $S_P^{-1} = \langle E, v_\pi \rangle$ назовем вырожденной, а моделируемую структуру C_{-1} вырожденной синтаксической структурой.

В соответствии с введенным определением вырожденная ОСМ представлена кортежем, в котором $E = \langle E_S, \pi \rangle$ – носитель модели; E_S – подмножество основных элементов носителя, задающих элементы моделируемой системы на выбранном уровне глубины структурного описания; π – некоторый элемент номинальной шкалы; v_π – двухместный предикат, заданный так, что

$$\forall e_i \in E_S (v_\pi(e_i, \pi) = 1).$$

Очевидно, что введенное формализованное структурное описание можно назвать ОСМ лишь теоретически. Практического применения вырожденные ОСМ не имеют и вводятся лишь для общности классификации.

Определение 6. ОСМ вида $S_p^0 = \langle E, v_\pi, v_n \rangle$ или вида $S^0 = \langle E, v_n \rangle$ назовем обобщенной синтаксической структурной моделью нулевого порядка, а моделируемую ею структуру C_0 – синтаксической структурой нулевого порядка сложности.

В кортеже S_p^0 содержатся: $E = \langle E_S, E_I \rangle$ – носитель модели, где $E_I \subset I$ – подмножество вспомогательных элементов, идентифицирующих подмножество E_S в целом и его элементы; I – универсальное множество элементов; $E_I = \pi \cup N$; N – подмножество элементов номинальной шкалы, для которого существует биекция на E_S ; v_n – двухместный предикат, определяющий биекцию E_S на N и заданный так, что

$$\forall e_i \in E_S \quad \forall e_j \in E \setminus N \quad \exists n_k \in N (v_n(e_i, n_k) = 1 \ \& \ v_n(e_i, e_j) = 0).$$

Введенную ОСМ нулевого порядка условно можно назвать структурной моделью «параметрического» объекта, поскольку здесь в явном виде отсутствуют отношения на множестве элементов носителя. Однако такие отношения можно неявно задать значениями параметров элементов, используя подмножество N . Варианты ОСМ нулевого порядка $S_p^0 = \langle E, v_\pi, v_n \rangle$ и $S^0 = \langle E, v_n \rangle$ эквивалентны с точки зрения формализованного структурного описания C_0 , однако $S^0 = \langle E, v_n^P \rangle$ имеет меньшую мощность сигнатуры, а следовательно, более предпочтительна в качестве базовой для последующей интерпретации.

Определение 7. ОСМ вида $S_p^1 = \langle E, v_\pi, v_n, v_S^P \rangle$ или $S^1 = \langle E, v_n, v_S^P \rangle$ назовем обобщенной синтаксической структурной моделью первого порядка, а моделируемую структуру C_1 – синтаксической структурой первого порядка сложности. Сигнатуры ОСМ S_p^1, S^1 содержат по сравнению с S_p^0, S^0 дополнительный элемент – двухместный предикат v_S^P , определяющий отношение связности между парами элементов E_S , так что

$$\forall e_p, e_q \in E_S \quad \forall e_k \in E_I \left[\left(v_S^P(e_p, e_q) = 1 \vee v_S^P(e_p, e_q) = 0 \right) \ \& \ v_S^P(e_p, e_k) = 0 \right].$$

ОСМ вида $S_p^1(S^1)$ позволяет задавать одну синтаксически правильную структурную совокупность на подмножестве E_S . Ее можно использовать в качестве базовой для формализации постановок задач реализации S -принципа и методов структурной идентификации. ОСМ первого порядка можно считать базовой, потому что, с одной стороны, ее обобщение позволяет определить ОСМ более высоких порядков, с другой стороны, обобщения формализаций постановок задач структурной идентификации и методов их решения, рассмотренных для C_1 , позволяют интерпретировать получаемые результаты для структур произвольных порядков сложности.

Определение 8. ОСМ вида $S_P^k = \langle E, v_\pi, v_n, V_S^P \rangle$ или $S^k = \langle E, v_n, V_S^P \rangle$, где $|V_S^P| = k$, назовем ОСМ k -го порядка, а моделируемую структуру – синтаксической структурой k -го порядка сложности (C_k).

Синтаксическая структура k -го порядка сложности содержит k видов отношений на множестве элементов, в нашем случае на подмножестве E_S , поэтому сигнатуры ОСМ S_P^k и S^k включают множества синтаксических предикатов $V_S^P = \{v_{S_1}^P, v_{S_2}^P, \dots, v_{S_i}^P, \dots, v_{S_k}^P\}$.

Синтаксическая структура k -го порядка сложности представляет собой наиболее распространенный вид структур, используемый при интерпретации структурного представления систем, поскольку большинство исследуемых сегодня систем являются сложными системами, для которых характерно наличие различных видов отношений на множествах элементов.

ОСМ S_P^k и S^k предлагаются в качестве рабочих моделей при формализации постановок и методов решения задач *IS*-анализа, а также при интерпретации обобщенных семантических структурных моделей (ОССМ).

Семантические правила R расширяют формальные конструктивные процедуры описания элементов и отношений P с учетом количественных и качественных характеристик элементов E_S и видов отношений между ними, определяемых конкретным первичным описанием моделируемой системы.

Семантические правила описания элементов ОССМ предлагается формализовать путем введения подмножества семантических предикатов $V_E^R = \{v_{E_1}^R, v_{E_2}^R, \dots, v_{E_k}^R\}$.

Определение 9. Основные элементы носителя структурной модели $e_i \in E_S$ будем считать семантически заданными (идентифицированными) в пространстве по k -му подмножеству атрибутов $A_k = \{a_1^k, a_2^k, \dots, a_l^k, \dots, a_m^k\}$, где в общем случае $|E_S| \neq m$, если на множестве $E_S \cup A_k \subset E$, где $A_k \subset E_I$, задан двухместный предикат $v_{E_k}^R$, так что

$$\forall e_i \in E_S \quad \forall e_j \in E_I \setminus A_k \quad \exists a_l^k \in A_k \left(v_{E_k}^R(e_i, a_l^k) = 1 \ \& \ v_{E_k}^R(e_i, e_j) = 0 \right).$$

Приведенное определение указывает, что любому элементу структуры, представленному основным элементом носителя обобщенной структурной модели $e_i \in E_S$, может быть поставлено в соответствие в рамках модели количественное или качественное значение a_l^k любого конкретного k -го атрибута, задаваемого множеством своих значений A_k , определяемым спецификой предметной области в процессе системного описания. Следовательно, семантические правила описания элементов структуры могут быть формализованы в рамках обобщенной структурной модели путем введения в сигнатуру

ру модели подмножества семантических предикатов V_E^R . Тогда составляющая сигнатуры ОССМ, предназначенная для описания подмножества основных элементов носителя E_S , будет иметь вид $V_E = \langle V_E^P, V_E^R \rangle$.

Для описания множества конкретных видов отношений на подмножестве основных элементов носителя, семантически заданных по различным подмножествам атрибутов, используются семантические правила формирования семантически правильных структурных совокупностей. Семантически правильные структурные совокупности на подмножестве E_S будем задавать семантическими правилами описания отношений между элементами этого подмножества, которые формализуются с использованием подмножества семантических предикатов

$$V_S^R = \{v_{S_1}^R, v_{S_2}^R, \dots, v_{S_r}^R, \dots, v_{S_m}^R\},$$

где $v_{S_r}^R(e_i, e_j)$ – двухместный предикат, задающий r -й вид отношения, на подмножестве E_S и определяемый семантикой предметной области.

Определение 10. Подмножество семантически заданных элементов обобщенной структурной модели E_S , описанное с помощью $V_E = \{v_E^P, v_E^R\}$, образует r -ю семантически правильную структурную совокупность, если на E_S задан двухместный предикат $v_{S_r}^R$, определяющий r -й вид отношения связности между парами элементов E_S , так что

$$\forall e_p, e_q \in E_S$$

$$\forall e_k \in E_I \left[\left(v_{S_r}^R(e_p, e_q) = 1 \vee v_{S_r}^R(e_p, e_q) = 0 \right) \& v_{S_r}^R(e_p, e_k) = 0 \& v_{S_r}^R(e_q, e_k) = 0 \right].$$

Совокупность семантических правил описания модели определяет семантическую составляющую сигнатуры модели $V^R = \langle V_E^R, V_S^R \rangle$.

Семантические правила формирования обобщенной структурной модели R , включающие правила семантического описания основных элементов носителя и правила задания семантически правильных структурных совокупностей на подмножестве E_S , расширяют исходный набор аксиом обобщенной структурной модели P и позволяют строить обобщенные структурные модели, учитывающие семантику предметной области.

Определение 11. Обобщенную структурную модель, построенную в виде множества семантически правильных структурных совокупностей на основе расширения семантическими правилами исходного множества аксиом, назовем обобщенной семантической структурной моделью (ОССМ).

Таким образом, ОССМ может быть представлена кортежем вида

$$S_R = \langle E, v_\pi^P, v_n^P, V_E^R, V_S^R \rangle.$$

Сравнение кортежа $S_P = \langle E, v_\pi^P, v_n^P, V_S^P \rangle$, представляющего ОСМ, с кортежем $S_R = \langle E, v_\pi^P, v_n^P, V_E^R, V_S^R \rangle$ показывает, что их различия определяются наличием в сигнатуре ОССМ компонентов дополнительного (семантического) описания атрибутов элементов $V_E^R = \{v_{E_1}^R, v_{E_2}^R, \dots, v_{E_k}^R\}$, а также компонентов $V_S^R = \{v_{S_1}^R, v_{S_2}^R, \dots, v_{S_r}^R, \dots, v_{S_m}^R\}$ описания семантически правильных структурных совокупностей, используемых вместо компонентов $V_S^P = \{v_{S_1}^P, v_{S_2}^P, \dots, v_{S_i}^P, \dots\}$ описания синтаксически правильных структурных совокупностей.

Выводы

Детальное рассмотрение конструктивных процедур формирования V_E^R и V_S^R как процедур, расширяющих множество аксиом ОСМ, показывает, что применение таких процедур формально приводит к увеличению числа синтаксически правильных структурных совокупностей на множестве E и интерпретации семантически правильных структурных совокупностей на подмножестве E_S в виде синтаксически правильных структурных совокупностей. Указанное обстоятельство позволяет сделать вывод о возможности формального включения V_E^R в V_E^P и формировании подмножества V_E^P в виде $V_E^P = \{v_\pi^P, v_n^P, v_{E_1}^P, v_{E_2}^P, \dots, v_{E_k}^P\}$, а также о возможности представления V_S^R в виде V_S^P . Тогда кортеж $S_R = \langle E, v_\pi^P, v_n^P, V_E^R, V_S^R \rangle$ будет представлен в виде $S_R = \langle E, v_\pi^P, v_n^P, v_{E_1}^P, \dots, v_{E_k}^P, \dots, V_S^P \rangle$, следовательно, ОССМ можно формально заменить ОСМ.

Приведенные рассуждения являются формальным доказательством следующего утверждения.

Утверждение. Любая ОССМ k -го порядка вида $S_R^k = \langle E, v_\pi^P, v_n^P, V_E^R, V_S^R \rangle$ или вида $\bar{S}_R^k = \langle E, v_n^P, V_E^R, V_S^R \rangle$ q -атрибутивной семантической структуры k -го порядка сложности CC_k^q может быть интерпретирована в системе аксиом ОСМ и представлена ОСМ вида $S_{pq}^k = \langle E, \bar{V}_\pi^P, V_S^P \rangle$ или $S_p^k = \langle E, V_E^P, V_S^P \rangle$.

Здесь $\bar{V}_\pi^P = \{v_\pi^P, v_n^P, v_1^P, v_2^P, \dots, v_h^P, \dots, v_q^P\}$ – множество синтаксических предикатов, расширяющее базовую систему аксиом ОСМ с целью возможности описания q -атрибутивности элементов подмножества E_S , а $V_E^P = \{v_{E_0}^P, v_{E_1}^P, \dots, v_{E_n}^P, \dots, v_{E_q}^P\}$ – модификация \bar{V}_π^P при $V_{E_0}^P = V_n^P$.

Следовательно, в процессе исследования способов структурного представления текущих и эталонных состояний исследуемых информационных объектов и возможностей решения задач структурного анализа в соответствии с S -принципом можно в качестве обобщенной структурной модели использовать ОСМ, представленную кортежем вида $S_P = \langle E, V_E^P, V_S^P \rangle$.

При этом рассмотренная интерпретация ОССМ в виде ОСМ фактически означает переход от содержательного (предметного) описания структуры к ее формализованному аналогу, обладающему структурной реальностью, необходимой для формализованного решения задач структурного анализа. Если какие-либо системные описания будут представлены ОССМ, то описанные интерпретации в виде ОСМ могут обрабатываться методами реализации S -принципа, инвариантными по отношению к предметной области, в рамках которой формировались ОССМ.

Список литературы

1. **Касти, Дж.** Большие системы. Связность, сложность и катастрофы : пер. с англ. / Дж. Касти. – М. : Мир, 1982. – 216 с.
2. **Михеев, М. Ю.** Ситуационно-структурный подход к анализу информационных объектов / М. Ю. Михеев, А. Б. Щербань // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. – 2006. – № 6. – С. 128–135. – (Технические науки).
3. **Щербань, А. Б.** Задачи IS-анализа информационных структур / А. Б. Щербань // Информационные системы и технологии «ИСТ – 2006» : материалы международной научно-технической конференции. – Нижний Новгород : НГТУ, 2006. – С. 148–150.
4. **Поспелов, Д. А.** Ситуационное управление: теория и практика / Д. А. Поспелов. – М. : Наука, 1986. – 288 с.

Щербань Александр Борисович

кандидат технических наук, доцент,
кафедра информационных технологий и систем,
Пензенская государственная технологическая академия

Shcherban Alexander Borisovich

a Cand.Tech.Sci., the senior lecturer,
chair information technologies and systems,
the Penza state technological academy

Братцев Константин Евгеньевич

кандидат технических наук, доцент,
кафедра информационных технологий и систем,
Пензенская государственная технологическая академия

Bratcev Konstantin Evgenevich

a Cand.Tech.Sci., the senior lecturer,
chair information technologies and systems,
the Penza state technological academy

Жашкова Татьяна Валерьевна

аспирант,
Пензенская государственная технологическая академия

Zhashkova Tatyana Valerevna

the post-graduate student,
the Penza state technological academy

Михеев Михаил Юрьевич

доктор технических наук, профессор,
заведующий кафедрой
информационных технологий и систем,
Пензенская государственная
технологическая академия

Mikheyev Michail Jurevich

a Dr.Sci.Tech., the professor,
managing chair
of information technologies and systems,
the Penza state technological academy

E-mail: mix@pgta.ac.ru

УДК 621.396.6

Щербань, А. Б.

Обобщенные структурные модели информационных объектов /
А. Б. Щербань, К. Е. Братцев, Т. В. Жашкова, М. Ю. Михеев // Известия
высших учебных заведений. Поволжский регион. Технические науки. –
2009. – № 1 (9). – С. 12–22.