

5. T. Balashov, T. Schuh, A. F. Tak\_acs, A. Ernst, S. Ostanin, J. Henk, I. Mertig, P. Bruno, T. Miyamachi, S. Suga, and W. Wulfhekel, *Phys. Rev. Lett.* 102, 257203 (2009).
6. A. F. Otte, M. Ternes, S. Loth, C. P. Lutz, C. F. Hirjibehedin, and A. J. Heinrich, *Phys. Rev. Lett.* 103, 107203 (2009).
7. L. Zhou, J. Wiebe, S. Lounis, E. Vedmedenko, F. Meier, S. Blugel, P. H. Dederichs, and R. Wiesendanger, *Nat. Phys.*, 6, 187 (2010).
8. T. Balashov, A. F. Tak\_acs, W. Wulfhekel, and J. Kirschner, *Phys. Rev. Lett.* 97, 187201 (2006).
9. C. F. Hirjibehedin, C. -Y. Lin, A. F. Otte, M. Ternes, C. P. Lutz, B. A. Jones, and A. J. Heinrich, *Science*, 317, 1199 (2007).
10. Y. Yayon, V. W. Brar, L. Senapati, S. C. Erwin, and M. F. Crommie, *Phys. Rev. Lett.* 99, 067202 (2007).
11. C. F. Hirjibehedin, C. P. Lutz, A. J. Heinrich, *Science*, 312, 1021 (2006).
12. S. Loth, K. von Bergmann, M. Ternes, A. F. Otte, C. P. Lutz, and A. J. Heinrich, *Nat. Phys.* 6, 340 (2010).
13. J. Fransson, *Nano Lett.* 9, 2414 (2009); J. Fransson, O. Eriksson, and A. V. Balatsky, *Phys. Rev. B*, 81, 115454 (2010).
14. M. A Ruderman and C. Kittel, *Phys. Rev.* 96, 99 (1954).
15. T. Kasuya, *Prog. Theor. Phys.* 16, 45 (1956).
16. K. Yosida, *Phys. Rev.* 106, 893 (1957).
17. N. F. Schwabe, R. J. Elliott, and N. S. Wingreen, *Phys. Rev. B*, 54, 12953 (1996).
18. S. -H. Chen, S. Maekawa, M. -H. Liu, and C. -R. Chang, *J. Phys. D: Appl. Phys.* 43, 015003 (2010).
19. P. Zhang, Q. -K. Xue, and X. C. Xie, *Phys. Rev. Lett.* 91, 196602 (2003).
20. J. Fransson and J. -X. Zhu, *Phys. Rev. B*, 78, 113307 (2008).

*Поступила 18.02.2013г.*

УДК 004.82+004.853+004.89+004.9

А.Ю. Рыхальский, Ю.Р. Валькман, Р.Ю. Валькман, г.Киев

### **МОДЕЛЬНО-ПАРАМЕТРИЧЕСКОЕ ПРОСТРАНСТВО: УРОВНИ ЗНАЧИМОСТИ ПАРАМЕТРОВ В МОДЕЛЯХ**

Рассмотрена проблема построения единого параметрического базиса-универсума для совместного анализа моделей сложных изделий новой техники, построенных различными исследователями. Для его построения необходимо введение и анализ уровней значимости (информативности) параметров в сравниваемых моделях. С помощью предлагаемого подхода решается проблема отчуждения модели от создателя. Разработанные концепция и принципы

обеспечивают сбалансированную, взаимосвязанную, непротиворечивую, интегрированную структуру  $\langle M, P \rangle$ -пространства создаваемого и/или исследуемого сложного объекта.

**Введение.** Данная работа является продолжением исследований, результаты которых представлены, в частности, в [1-3]. Опубликованы две монографии [4,5]. Общая цель этих исследований заключается в разработке методов и средств построения баз знаний для моделирования сложных систем с использованием аппарата модельно-параметрического ( $\langle M, P \rangle$ -) пространства. Здесь обсуждается проблема определения уровня значимости параметров в моделях в  $\langle M, P \rangle$ -пространстве знаний проектировщиков и исследователей.

Объектом исследования являются технологии управления знаниями в процессах исследования сложных объектов и систем.

Предмет исследования – методы и модели определения уровней значимости параметров в моделях представления и использования знаний проектировщиков и исследователей.

Цель исследования – разработка моделей представления их знаний в вычислительной среде и методов их использования в практической деятельности.

Ожидаемые результаты – технология учета значимости параметров в системе управления базами знаний исследователей и проектировщиков сложных изделий и технологий.

**1. Некоторые определения.** Введем определения основных понятий, используемых в данной работе.

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ 1.** Под *параметром*  $P_i$  будем понимать формальную характеристику исследуемых свойств исследуемого/проектируемого сложного объекта.

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ 2.** *Моделью*  $M_j$  будем называть любое отношение между параметрами (свойствами, характеристиками) сложного изделия, представляющее интерес с точки зрения исследовательского проектирования.

Таким образом, любая модель формально это:

$$M_j: R(P_{1j}, P_{2j}, \dots, P_{ij}).$$

где:  $j$  — индекс (идентификатор) модели,

$P_{ij}$  —  $i$ -тый параметр  $j$ -той модели,

$R$  — отношение между параметрами.

В работе [2] показана целесообразность и эффективность использования категорий лингвистики «*текст*» и «*контекст*» в формальных аппаратах представления знаний проектировщиков и исследователей сложных систем.

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ 3.** *Текстом*  $M_T$  модели  $M$  будем называть формальную запись отношения  $R$ , отображаемого в модели.

Представляется вполне правомерным определить и категорию *контекста модели*. И к этому аспекту понятия модели отнести мотивировку

ее корректности, описание постановки задачи, используемого формального аппарата и прочие аспекты, которые не нашли свое отражение в *тексте модели*, но необходимы для адекватной ее интерпретации.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ 4. *Контекстом*  $M_K$  модели  $M$  будем называть формализованные условия адекватности модели моделируемому объекту.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ 5. Под *модельно-параметрическим* ( $\langle M, P \rangle$ -) пространством будем понимать множество всех моделей, параметров, отношений между ними, характеризующих свойства (проектируемого и/или исследуемого) объекта.

В общем случае  $\langle M, P \rangle$ -пространство можно трактовать как граф (понимая под его вершинами - различные  $M$  и  $P$ , а под дугами — отношения между ними) или семантическую сеть со специальными свойствами. Структура  $\langle M, P \rangle$ -пространства детально рассмотрена в [3,5].

**1. Контексты в совместимости математических моделей.** Здесь и далее не будем различать понятия *модель* и *математическая модель*. В рамках данного исследования принятый уровень формальности считаем достаточным для адекватной трактовки результатов, тем более, что, очевидно, трудно провести грань между этими понятиями, учитывая степень развития и разнообразия математического аппарата. Формализмы, нами выбранные, обусловлены целями исследования.

Обозначим  $I$ -ю математическую модель (ММ)  $MMI$ .

Полагаем  $MM: Y = F(X)$ , где  $Y, F, X$  — векторы. Кроме того, учтем и неявный контекст  $Z$ , т.е. то множество параметров, которое не входит в текст модели.

Тогда моделью здесь можно считать шестерку:

$$M = \langle F, X, Y, Z, \text{Dom}X, \text{Dom}Z \rangle, \quad (1)$$

где  $F = (f_1, f_2, \dots, f_m)$  — отображение, осуществляемое моделью;

$X = (x_1, x_2, \dots, x_n)$  — вектор параметров-аргументов;

$Y = (y_1, y_2, \dots, y_m)$  — вектор параметров-функций;

$Z = (z_1, z_2, \dots, z_k)$  — вектор контекстных параметров;

$\text{Dom}X = (\text{dom}x_1, \text{dom}x_2, \dots, \text{dom}x_n)$  — область определения независимых параметров;

$\text{Dom}Z = (\text{dom}z_1, \text{dom}z_2, \dots, \text{dom}z_k)$  — область определения контекстных параметров.

Здесь под контекстными параметрами подразумеваем параметры, описывающие свойства и характеристики моделируемого процесса, не входящие непосредственно в модель. Они чаще всего принимают постоянные значения или значения из какой-либо области определения, например  $F = ma$  для  $V \ll 300000$  км/с. В соответствии с определениями (см. первый раздел и [4,5]) речь идет фактически о неявном контексте.

Иначе модель можно представить как систему уравнений

$$\begin{cases} y_1 = f_1(x_1, x_2, \dots, x_n); \\ y_2 = f_2(x_1, x_2, \dots, x_n); \\ \dots\dots\dots \\ y_m = f_m(x_1, x_2, \dots, x_n) \end{cases} \quad (2)$$

с учетом различных контекстных условий ее адекватности исследуемому процессу.

При совместном анализе ММ учет контекстов еще более значим. Например, совместный анализ ММ, моделирующих один процесс различными методами, по-видимому, несложный, так как модели определены в одной параметрической среде. Также легко сравнивать модели, построенные для различных областей определения  $X$ -переменных.

Однако, когда необходим анализ моделей (быть может, построенных даже одним методом), семантически близких, например, по принадлежности одному агрегату в корабле, но определенных в разных параметрических базисах (здесь и далее под параметрическим базисом подразумеваем объединение идентификаторов всех параметров модели  $X \cup Y \cup Z$ ), могут возникнуть непреодолимые трудности.

Таким образом, для проведения совместного анализа ММ их необходимо привести к единому параметрическому базису.

### 3. Проблема построения единого параметрического базиса-универсума.

Это означает, что для всех переменных одной модели ( $X1, Y1, Z1$ ) должны быть определены значения параметров другой модели ( $X2, Y2, Z2$ ). Поскольку расширять тексты моделей, естественно, мы не можем, все действия по приведению моделей к единому параметрическому базису выполняются в контексте. Для этого определяются симметрические разности  $X1$  и  $X2$ ,  $Y1$  и  $Y2$ ,  $Z1$  и  $Z2$ ,  $Z1$  и  $Z2$ . Естественно, значения дополнительных  $Z12$  и  $Z21$  должен определить пользователь-исследователь. Таким образом, происходит расширение контекстов моделей.

Обратим внимание еще на один интересный пример расширения контекста модели. При определении локального контекста в уравнениях ММ при синтезе графических образов (ГО) фактически также происходит увеличение множества кардинального числа  $Z$ -переменных, но при этом трансформируется и текст моделей: переменная  $X$  переходит в ранг переменной  $Z$ . Здесь правомерно говорить о трансформации текста ММ в контекст.

Представляется уместным провести аналогию построения единого параметрического базиса со сдвигами и совмещениями фокусов внимания и точек зрения в лингвистике. По сути, приведение ММ к единому базису соответствует желанию исследовать процесс с разных точек зрения. Аналогия между ММ и точкой зрения на процессы также, очевидно, правомерна.

Таким образом, с помощью механизмов учета и обработки контекстов становятся возможными, с одной стороны, коллективный анализ моделей (при

условии их «отчуждения»), с другой — совместный анализ самых разнообразных моделей.

В [4,5] рассматриваются операции алгебры и логики текстов и контекстов математических моделей в *мультимодельных системах*. Алгебра включает в себя операции сужения, расширения, погружения, объединения и пересечения контекстов моделей. Логика текстов и контекстов дает основания для определения схем ассоциативного вывода, трансформации текстов в контекст, и наоборот, схем обобщения, агрегации, детализации, вывода по аналогии.

После построения такого формального аппарата станет возможной реализация программно-информационного комплекса *создания единого параметрического базиса-универсума для всех моделей*, синтезируемых и анализируемых в проектных, научных и экспериментальных исследованиях. Основой такой интеграции моделей является целостность объекта.

Порожденные этим базисом отношения между моделями и параметрами должны быть занесены в БД ММ. Таким образом, появляется качественно новая основа графического анализа ГО. Кроме того, графический анализ различных (теперь семантически и синтаксически) совместимых ММ поможет определить новые, более тонкие, различия и общность комплекса ММ, т.е. система ГРАММ (см. [6]) в этом режиме фактически выявляет новые аспекты исследуемых процессов. Определенные особенности ММ должны быть записаны в БД ММ и т.д. Операции системы (графического анализа математических моделей) ГРАММ на этом уровне названы вторичным синтезом-анализом ГО ММ. Все эти отношения между параметрами определяются с использованием концептов параметров  $C(P)$ , точнее, посредством множеств их идентификаторов  $\{Pid\}$  (см. в [4]).

Для проведения совместного графического анализа различных уравнений необходимо установить соответствие координатных осей (параметров) одной ММ координатным осям другой. Одной из целей построения единого базиса и является установление этого соответствия.

Исследования показали, что при определении общего параметрического базиса целесообразно выделить три класса параметров:

-  *полностью эквивалентные,*
-  *физически эквивалентные,*
-  *семантически подобные.*

- Класс полностью эквивалентных параметров очевиден — это физические одни и те же параметры, используемые в различных ММ для представления одних и тех же свойств.

- Под физически эквивалентными параметрами подразумеваем физические одни и те же параметры, но используемые для моделирования различных свойств. Примером параметра второго класса является температура (в ядерном реакторе, заборной воды, тела человека и т.д.). Правомочность расположения на одной оси переменных первого класса не вызывает сомнений, с параметрами второго класса надо быть осторожней. В любом случае необходи-

мо привести эти параметры в различных моделях к единым единице измерения и размерностям.

• Семантически подобные параметры — это переменные, для которых исследователь желает изучить возможные причинно-следственные отношения (их корреляцию). Поэтому не только единицы их измерения могут быть различными, но также и свойства, ими моделируемые. *Возможна только одна такая переменная для сравниваемых моделей.*

Заметим, что в данном случае текст модели определяется совокупностью функциональных зависимостей (ФЗ), представляющих собой отображение  $X \rightarrow Y$ . При этом в  $F$ -векторе фактически определяется структура модели (например, коэффициенты для алгебраических полиномов), ее разновидность и формат. Посредством ФЗ можно определять модели-таблицы решений, системы продукций, автоматные модели и т.п. Таким образом, рассматривается весьма широкий класс моделей. Посредством параметров и их значений моделируются (эксплицируются, формализуются) *элементарные свойства* исследуемых процессов, а средствами ФЗ — отношения между ними, тогда формулы ММ (ее текст) — формальная запись ФЗ.

Понятие *элементарное свойство* нам необходимо для того, чтобы подчеркнуть его «неделимость», так как любая ФЗ также описывает (формализует) какое-либо свойство исследуемого процесса, которое может использоваться как базовое для построения других ФЗ. Таким образом, получаем семантическую сеть, которую можно рассматривать как теорию данной предметной области, если ФЗ поставить в соответствие теоремы, а элементарным свойством — аксиомы.

Заметим, что и в тексте, и в контексте моделей фактически определяют отношения, но если в тексте эти отношения (суть отображения  $X \rightarrow Y$ ) между переменными, то в контексте — между переменными и их значениями. В частности, метод синтеза модели можно рассматривать как параметр, определенный на соответствующем множестве.

**4. Уровни значимости (информативности) параметров.** Проблема *отчуждения* модели от создателя заключается в необходимости полного определения  $Z$ -переменных.

При этом не имеется ввиду абсолютная полнота: законы Ньютона не станут применять для субсветовых скоростей; или нет необходимости говорить, что проектируется корабль из железа.

Но часто неучет именно контекста ММ ведет к неверной ее интерпретации, например незнание метода синтеза модели и/или специфики трактовки результатов использования данного метода. Заметим, что зачастую создатель модели многие необходимые условия (параметры) адекватности модели исследуемому процессу учитывает *неявно* (неосознанно), поэтому задача построения контекста ММ (определения значений  $Z$ -переменных) аналогична задачам *отчуждения* знаний при построении экспертных систем и относится к проблематике искусственного интеллекта.

Поскольку речь идет о ММ, которые являются абстрактным отражением исследуемого процесса, то в их контексте можно выделить три типа условий (параметров): очевидные, несущественные и значимые.

- Об *очевидных* параметрах говорилось выше.
- *Несущественными* параметрами мы считаем переменные, которые уместно не учитывать в данной модели.
- Предметом нашего изучения являются *значимые* параметры.

Заметим, что иногда трудно провести грань между значимыми и незначимыми (несущественными) параметрами. Это является предметом отдельного исследования.

При построении модели некоторые параметры переводят в ранг контекста, считая, что их воздействием (в отдельных пределах их значений) на исследуемый процесс можно пренебречь.

Поэтому грань между аргументами ( $X$ -переменными) ММ и контекстом ( $Z$ -переменными) весьма тонкая.

Таким образом, можно ввести *уровень значимости* параметров в моделях. Под ним подразумеваем *степень влияния изменения параметра на исследуемый процесс*; обозначим его через  $Q$ .

При этом введем два значения:

- $Q_T$  — уровень значимости, после которого параметр попадает в текст модели, и
- $Q_K$  — после которого параметр учитывается в контексте.

**5. Трансформация текстов и контекстов моделей с учетом значимости параметров при передаче модели для использования.** На рис. 1 представлен пример трансформации текстов и контекстов моделей с учетом значимости параметров в них при передаче какой-либо модели для потенциального использования соответствующего изделия в сложном объекте (например, при проектировании корабля). Здесь

- $M1$  — модель, которую «ждет» проектировщик корабля, а
- $M2$  — модель, которую ему поставяет разработчик.

Очевидно, в данном случае соответствующее изделие разработано для применения в существенно иных условиях.

Однако вполне очевидно, что  $Q$  зависит от области допустимых значений параметра. Заметим, чем меньше изменение значений  $X_i$  обуславливает большее изменение значений соответствующего  $Y$ , тем больше значение  $Q$ .

Поэтому для непрерывных областей допустимых значений  $X_i$  (точнее, в данном случае  $P_i$ ) в качестве  $Q$  можно использовать значения производных.

На рис. 2 приведен пример диаграммы значимости параметров в модели, характеризующей некоторый процесс.

При этом под  $\text{Dom } P_i$  подразумевается нормированный домен. Для его определения необходимо построить обобщенную шкалу значений, т.е. привести все единицы измерения параметров (км/ч; кг; м; град и т.д.) к единой размерности.

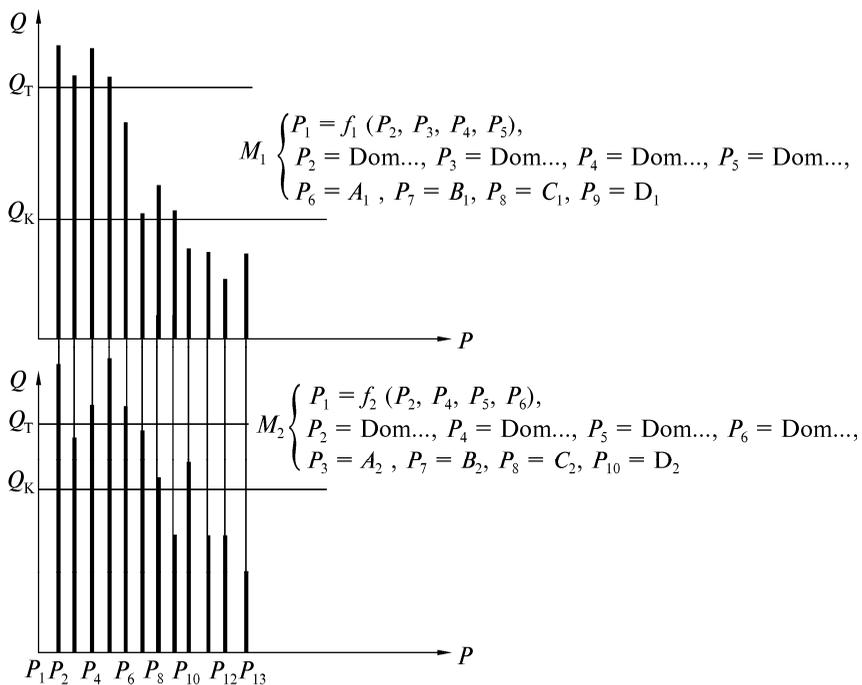


Рис. 1. Пример трансформации текстов и контекстов моделей с учетом значимости параметров при передаче модели для использования

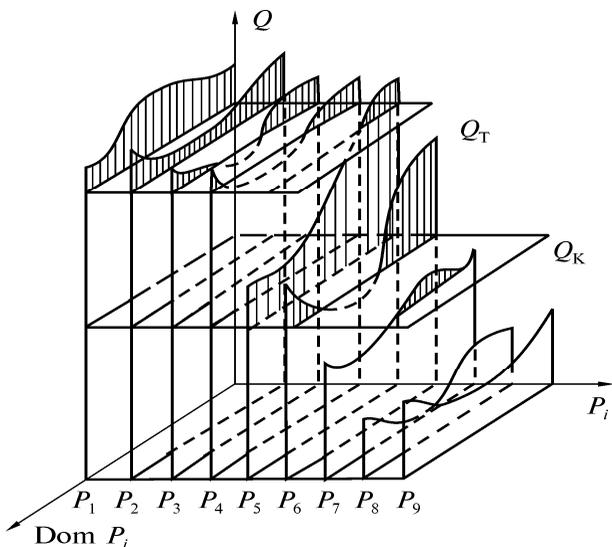


Рис. 2. Пример диаграммы уровней значимости параметров во множестве моделей, характеризующих некоторый процесс

Обратим внимание, что для различных моделей на разных доменах параметры могут «исчезать» из текста, контекста и «появляться» в них.

Можно рассматривать

- фактический,
- ожидаемый,
- прогнозируемый,
- интуитивный и т.п. уровни значимости.

Далее рассмотрим отношения между категориями *уровень значимости* и *степень информативности*, которая также представляет существенный интерес для предметной области проектных исследований (ПИ), теоретических исследований (ТИ) и экспериментальных исследований (ЭИ) (см. в [4]).

**6. Функциональные зависимости моделей.** Основой любой ММ является ФЗ. Возможны и частные случаи, когда отображение, осуществляемое ММ, определяется одной ФЗ. Тогда возникает вопрос: когда ФЗ относятся к одной модели, а когда — к разным. В частности, может ли в одной ММ различных ФЗ быть  $X_i \cap X_j = \emptyset$ , где  $X_i$  — вектор независимых переменных ФЗ<sub>*i*</sub>, а  $X_j$  — соответствующий вектор ФЗ<sub>*j*</sub>.

Очевидно, решение этой проблемы — прерогатива создателя модели (исследователя соответствующего процесса). Однако можно с уверенностью утверждать, что ФЗ одной модели должны иметь идентичные контексты, и доказать соответствующую теорему. С этой точки зрения возможно (вырожденный случай)  $X_i \cap X_j = \emptyset$ .

Так, рассмотрим две функциональные зависимости:  $y_1 = f_1(x_1, x_2)$ ,  $y_2 = f_2(x_2, x_3)$ .

Если эти ФЗ принадлежат одной ММ (т.е. у нее для них общий контекст), то очевидно, что  $y_1$  не зависит от  $x_3$ , а  $y_2$  не зависит от  $x_1$ .

Однако, если эти ФЗ принадлежат разным моделям, то ответ не столь очевиден и требует привлечения более глубоких знаний, т.е. контекстов этих моделей.

С нашей точки зрения, переменные могут быть не учтены (не идентифицированы) в контекстах моделей по следующим причинам.

1. Данные параметры не влияют на ФЗ модели (ее текст).
2. Указанные параметры влияют на текст (ФЗ) модели, но пренебрежимо мало. Часто, однако, *грань существенности* влияния в одних случаях правомерна, а в других — нет.
3. Диапазоны значений переменных контекста (не включенные явно) очевидны для всех, например  $F = ma$ , для  $V \ll 300000$  км/с.
4. Существуют параметры, значения которых создатель ММ считает очевидными, а пользователь не знает этого, поэтому не учитывает и иногда не корректно трактует модель.
5. Существуют параметры, которые создатель или забыл идентифицировать, или ошибочно не учел. Это практически всегда приводит к неверной интер-

претации ММ.

6. Создатель ММ ошибочно идентифицировал переменные контекста или неверно определил их значения. Результат анализа также можно предсказать.

Синтез единой модельной среды исследуемых процессов должен способствовать выявлению всех аномалий, связанных с текстами и контекстами интегрируемых моделей.

Заметим, что в контексте ММ можно определять самые различные параметры, характеризующие исследуемые процессы, но не входящие в текст ММ. К контексту ММ представляется правомерным отнести и характеристики методов синтеза моделей, свойства исходных данных, различные условия эксперимента. Например, по-видимому, целесообразны следующие параметры контекстов ММ: метод синтеза модели, автор модели, номер эксперимента и т.п. Однако при определении уровня совместимости контекстов моделей, очевидно, эти параметры учитывать нецелесообразно, поэтому их желательно выделить в отдельный класс и отнести к идентификации модели.

**Заключение.** В работе рассмотрена проблема построения единого параметрического базиса-универсума для совместного анализа моделей сложных изделий новой техники, построенных различными исследователями. Для его построения необходимо введение и анализ уровней значимости (информативности) параметров в сравниваемых моделях. С помощью предлагаемого подхода решается проблема *отчуждения* модели от создателя. Показано, что ее решение заключается в необходимости полного определения  $Z$ -переменных.

При этом производится трансформация текстов и контекстов моделей; с учетом значимости параметров при передаче модели для использования.

Разработанные концепция и принципы обеспечивают сбалансированную, взаимосвязанную, непротиворечивую, интегрированную структуру  $\langle M, P \rangle$ -пространства создаваемого и/или исследуемого сложного объекта.

Предлагаемый подход апробирован в разработках компьютерных технологий и систем для конкретных приложений: испытаний и исследований летательных аппаратов, исследовательского проектирования изделий военного кораблестроения, моделирования развития мегаполисов.

1. *Рыхальский А. Ю.* Модельно-параметрическое пространство в исследовании сложных систем. // Моделювання та інформаційні технології, Збірник наукових праць, Інститут проблем моделювання в енергетиці., Випуск 19, 2002 р. - с. 141-150.
2. *Рыхальский А. Ю.* Методы и средства отчуждения знаний и исследовательском проектировании сложных систем. // Збірник наукових праць, Інститут проблем моделювання в енергетиці, Випуск 20, 2003р. - с.117-123.
3. *Рыхальский А. Ю.* Модельно-параметрическое пространство – средство систематизации знаний исследователей сложных объектов. // Моделювання та інформаційні технології, Інститут проблем моделювання в енергетиці. Випуск 21, 2003.
4. *Валькман Ю. Р.* Интеллектуальные технологии исследовательского проектирования:

формальные системы и семиотические модели. – Киев: Port-Royal, 1998. – 248 с.

5. Валькман Ю. Р., Гриценко В. И., А.Ю. Рыхальський А. Ю. Модельно-параметрическое пространство. Теория и приложения. – Киев: «Наукова думка», 2012. – С.194.

6. Чертеж-3. Интегрированный программно-технический комплекс для системы автоматизированного исследовательского проектирования нового поколения (ОКР "Капустница"). Специальное программное обеспечение. Подсистема синтеза и анализа графических образов математических моделей (система ГРАММ). Описание применения 589.5417173. 00322-01 31 01-2.

*Поступила 21.02.2013р.*

УДК 338.242.2

Т.І.Олешко, д.т.н., м.Київ

## **МЕТОДИ ТА МОДЕЛІ УПРАВЛІННЯ ДЕВЕЛОПЕРСЬКИМИ ПРОЕКТАМИ**

Розглядаються основні методи та моделі, які відображаються в комплексній моделі управління девелоперським проектом.

Ключові слова: девелоперський проект, інвестиції, моделі управління.

В сучасній літературі існує цілий ряд методів та моделей, що можуть використовуватися у практиці управління проектами. З кожним роком, у зв'язку з потребами галузей економіки до формалізації процесів, створюється все більше моделей, але часто вони або залишаються суто теоретичними, або не мають практичного використання [1].

Для дослідження та формалізації управління девелоперським проектом, на нашу думку, надзвичайно важливим є практичність та простота методів, моделей управління проектами. Це є запорукою прийняття до відома та використання цих інструментів на робочих місцях менеджерів безпосередньо у щоденному процесі прийняття рішень.

Слід зазначити, що в літературі на даний момент немає чітко визначеної класифікації методів моделей управління девелоперськими проектами. Це пов'язано з тим, що кожен інвестиційний проект у будівництві є сам по собі унікальним, кожна девелоперська компанія має свою стратегію розвитку нерухомості, систему обчислення показників ефективності проекту, оцінки ризиків і тримає це в комерційній таємниці [2].

В даному розділі ми будемо розглядати класичні методи управління, фінансового аналізу, базуючись на яких розробляються індивідуальні моделі управління фінансовими потоками девелоперського проекту, відбувається організація та контроль виконання робіт проекту, реалізація прийнятих