

Посилання на статтю

Выходец Ю.С. Методы представления стоимостной модели сложного проекта / Ю.С. Выходец // Управління проектами та розвиток виробництва: Зб.наук.пр. – Луганськ: вид-во СНУ ім. В.Даля, 2004. – № 3(11). – С.40-47. Режим доступу: <http://www.pmdp.org.ua/>

УДК 658.011.47

Ю.С. Выходец

МЕТОДЫ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ СТОИМОСТНОЙ МОДЕЛИ СЛОЖНОГО ПРОЕКТА

Рассмотрены различные методы представления системной модели затрат на сложный проект. Предложено использовать язык регулярных схем системных моделей для представления стоимостных моделей в виде, удобном для компьютерной обработки. Рис. 3, ист. 9.

Ключевые слова: стоимостная модель, сложный проект, регулярные схемы системных моделей.

Ю.С. Виходець

МЕТОДИ ПРЕДСТАВЛЕННЯ ВАРТІСНОЇ МОДЕЛІ СКЛАДНОГО ПРОЕКТУ

Розглянуто різні методи представлення системної моделі витрат на складний проект. Запропоновано використовувати мову регулярних схем системних моделей для представлення вартісних моделей у вигляді, зручному для комп'ютерної обробки. Рис. 3, дж. 9.

U.S. Vyhodets

VYHODETS U.S. METHODS OF PRESENTATION THE COMPLEX PROJECT COST MODEL

Different methods of presentation the complex project system expense model are considered. Language of regular schemes of system models is offered to apply for cost model presentation as it useful for computer processing.

Постановка проблеми в общем виде. Создание методологии управления сложными проектами является актуальным вопросом, поскольку в настоящее время в Украине в рамках государственных программ создаются, развиваются, модернизируются сложные технические и организационно-технические комплексы, например – национальная космическая система Украины (НКСУ). Подобные объекты являются сложными системами, и проекты по их созданию имеют ряд особенностей: единичный экземпляр системы; сложная многоуровневая структура проекта; большое количество участников проекта, сложная структура используемых ресурсов, высокая стоимость проекта. Обобщенно цели управления проектом можно разделить на три группы: обеспечение требуемых характеристик создаваемого объекта, выполнение всех работ в заданные сроки, расходование ресурсов в пределах выделенного объема. В сложном многоуровневом проекте с большим количеством исполнителей соблюдение бюджета проекта возможно лишь при наличии

системы планирования, контроля, прогнозирования и регулирования затрат проектных ресурсов. Такая система должна предусматривать возможность учета как микроэкономических (структура затрат исполнителя), так и макроэкономических факторов (динамика цен на ресурсы). Для создания системы управления затратами в рамках конкретного сложного проекта необходимо методическое обеспечение – комплекс методов, моделей и методик управления затратами на крупномасштабные проекты в новых экономических условиях. Разработке комплекса стоимостных моделей сложных проектов посвящена данная статья.

Анализ последних достижений и публикаций. Чтобы комплекс методов и моделей управления затратами можно было применять в различных проектах, при его разработке необходимо опираться на нечто общее для всех проектов по созданию сложных систем. Такой общей чертой является технология создания сложных систем, описанная в работах автора Илюшко В.М. В работе [1.1] отражены концептуальные принципы создания сложных технических систем. С использованием этих принципов автором данной статьи разработан и описан в работах [2-6] инструментарий системно-стоимостного анализа (ССА). Основной идеей ССА является использование многомерных системных стоимостных моделей для планирования, учета и контроля затрат. Предусматривается построение плановой модели, создание с использованием ее структуры шаблона фактической структуры, заполнение ячеек фактической модели данными о понесенных расходах и периодическое сравнение плановой модели с фактической. Своевременное определение элементов затрат, ведущих к рассогласованию, дает возможность спрогнозировать общую стоимость проекта и предпринять меры по устранению причин перерасхода выделенных средств.

Нерешенная ранее часть проблемы в общем виде. Из-за сложной структуры работ и затрачиваемых ресурсов мониторинг затрат при реализации крупномасштабного проекта нужно производить компьютерном виде. Для этого необходим комплекс методов и методик, позволяющих строить и наглядно представлять стоимостные модели, а также транслировать их в язык программирования для последующего анализа и преобразования.

Цель данной работы – разработать рекомендации к построению системно-стоимостной модели проекта. Очевидно, что вести учет и анализ затрат при реализации сложного проекта невозможно без использования компьютеров и соответствующего программного обеспечения (ПО). При этом заказчики сложных проектов и программ часто нуждаются в разработке ПО, которое позволяло бы представить в электронном виде многомерные стоимостные модели, чтобы проводить их сравнение и анализ. Таким образом, **задачей** является выбор аппарата, в котором можно было бы представить системную модель проекта, чтобы транслировать ее в язык программирования. Далее рассмотрены возможности представления затрат на сложный проект в различных аппаратах – арифметическом, графовом и аппарате регулярных схем системных моделей (РССМ).

Решение поставленной задачи и обоснование полученных результатов. Основываясь на описанном в работах [2-6] методе структуризации затрат, можно построить системно-стоимостную модель проекта. Для этого необходимо предварительно представить создаваемый объект в виде конечного множества систем, подсистем, агрегатов, узлов и элементов, то есть декомпозировать объект на компоненты. В результате декомпозиции определяются компоненты проекта (системы) и уровни их создания. Фиксируется декомпозиция на компоненты: $MetSys = \Omega U_i Sys_j$

Стоимость каждого компонента обозначим как $CostU_iSys_j$, где i - номер уровня ($i=1..n$), j - номер подсистемы ($j=1..m$). Тогда стоимость системы $CostMetSys$ может быть представлена как система затрат на компоненты: $CostMetSys = \sum CostU_iSys_j$.

При этом стоимость создания каждого компонента определяется как сумма затрат по всем 12 стратам проектирования (на самом нижнем уровне - уровне элементов выделяется 18 страт):

$$\begin{cases} CostU_iSys_j = \sum_{k=1}^{12} CostU_iSys_jStr_k & \text{нпу } i < n, \\ CostU_iSys_j = \sum_{k=1}^{18} CostU_iSys_jStr_k & \text{нпу } i = n, \end{cases} \quad (1)$$

где $CostU_iSys_jStr_k$ – стоимость работ по k -й страте компонента U_iSys_j .

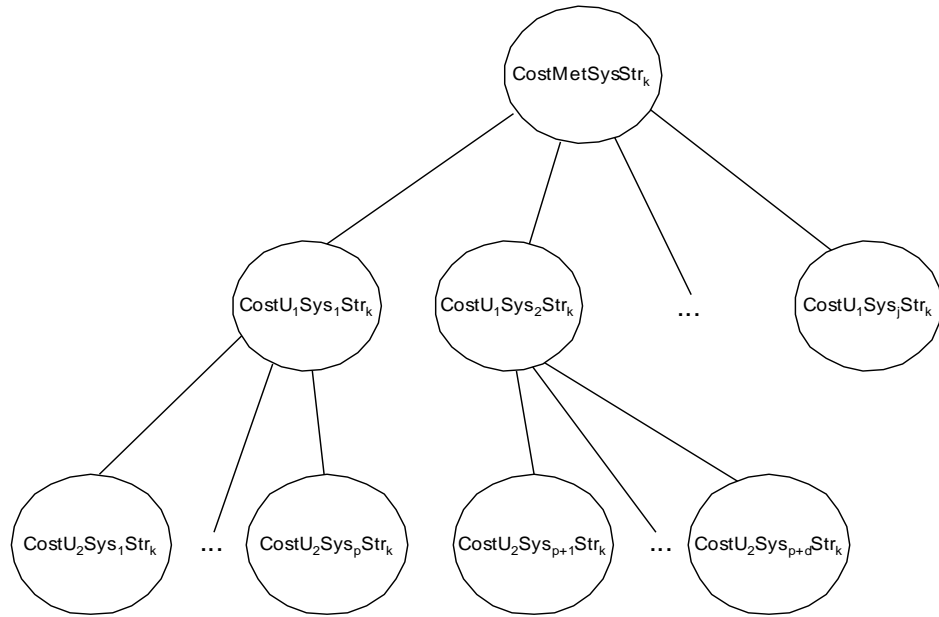
В свою очередь,

$$CostU_iSys_jStr_k = \sum_{s=1}^5 CostU_iSys_jStr_kPd_s, \quad (2)$$

где $CostU_iSys_jStr_kPd_s$ – стоимость s -го проектного действия на k -й страте компонента U_iSys_j .

В графическом виде системно-стоимостная модель может быть представлена в виде совокупности системно-стоимостных моделей страт (см. рис.1). Системно-стоимостная модель страты – основной инструмент для проведения анализа соответствия стоимости каждого компонента его значимости на основе ФСА. В соответствие узлам графа ставится стоимость компонентов с указанием имени компонента. Затем, по мере проведения анализа, для каждого компонента будет определена его значимость. Поскольку системно-стоимостные модели будут реализованы в компьютерном виде, каждому элементу модели могут быть присвоены и другие атрибуты, определяемые пользователем. Такими атрибутами могут быть, например, коэффициенты, определяющие долю затрат на данную страту для конкретной организации, затраты по статьям себестоимости и т.д. Однако стоимость проекта может быть представлена и через стоимость компонентов системы, создание каждого из которых является монопроектом. В таком случае графическая системно-стоимостная модель проекта будет представлять собой граф, описывающий декомпозицию стоимости системы на стоимость компонентов, стоимость каждого из компонентов – на стоимость его страт и составляющих его компонентов более низких уровней, стоимость страт - на стоимость элементарных проектных действий.

Рис. 1. Системно-стоимостная модель страты



Пример такой модели представлен на рис.2. Такая модель наглядна, позволяет получить системное представление о формировании стоимости объекта на начальных этапах планирования.

Построение системно-стоимостных моделей страт и единой системно-стоимостной модели метасистемы должно производиться компьютерным способом. Для обеспечения возможности анализа требуемой и фактической динамики финансирования проектных действий в системно-стоимостную модель необходимо также ввести описание "горизонтальных связей" между подсистемами, то есть последовательности их проектирования на одном уровне.

Для получения возможности эквивалентных преобразований системно-стоимостных моделей компьютерными средствами их необходимо представить в форме регулярных схем системных моделей (PCCM) на базе модифицированного языка регулярных схем алгоритмов [6,7].

Методика представления системной модели сложного проекта или программы описана в [8]. Используя модифицированный язык PCCM, в удобном для компьютерной обработки виде можно представить и системно-стоимостные модели страт. Но для этого в соответствие оператору PCCM Y_j поставим не элемент разрабатываемого образца новой техники, а элемент декомпозированной структуры системно-стоимостной модели $CostU_iSys_jStr_k$.

Для связи между элементами модели используются базовые операции "процесс умножения" (при последовательном финансировании разработки элементов) и "процесс конъюнкции" (при параллельном, одновременном финансировании) из сигнатуры базовых операций PCCM, а условия и условные операторы не используем, так как в структурных моделях нет условных переходов.

Следовательно, структурные стоимостные модели в РССМ запишутся в виде:

$$R = f(y_j, e, \emptyset, \dot{y}, \hat{y}).$$

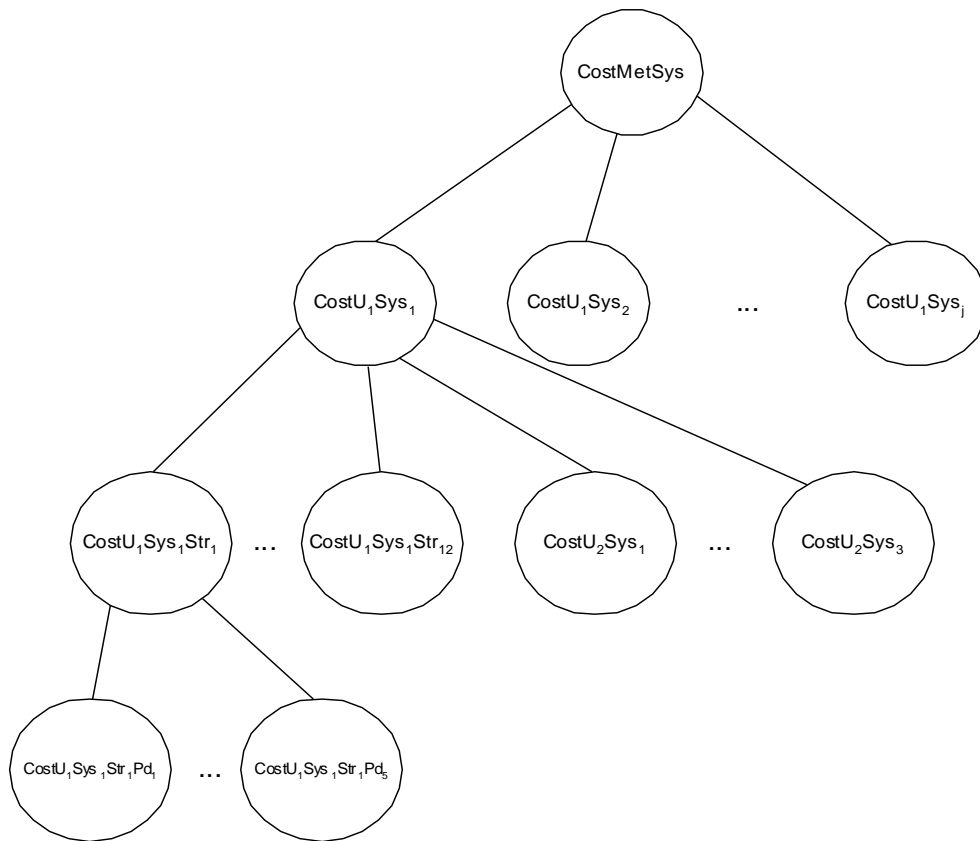


Рис. 2. Системно-стоимостная модель проекта по созданию сложной системы

Опосредствуем связи между $CostU_iSys_jStr_k \rightarrow CostU_iSys_{j+1}Str_k$ на операторы $y_j^i \rightarrow y_{j+1}^i$ РССМ следующим образом. Если из одного $CostU_iSys_jStr_k$ существует только одна связь с $CostU_iSys_{j+1}Str_k$, то эту конструкцию в РССМ описываем с помощью базовой операции \bullet процесс умножения операторов, т.е. $CostU_iSys_jStr_k \rightarrow CostU_iSys_{j+1}Str_k$ ставим в соответствие $y_j^i \cdot y_{j+1}^i$. Если из одного элемента страты $CostU_iSys_jStr_k$ существует несколько выходов по $CostU_iSys_{j+1}Str_k, CostU_iSys_{j+2}Str_k, \dots, CostU_iSys_{j+3}Str_k$, то используем базовую операцию (\wedge) (процесс конъюнкции операторов) и запишем в виде $y_j^i [y_{j+1}^i \wedge y_{j+2}^i \wedge \dots \wedge y_{j+n}^i]$.

Закрывающаяся квадратная скобка] ставится перед тем оператором y_{j+n+1}^i , к которому сходятся все пути от операторов, стоящих после открывающейся квадратной скобки [и значков \wedge . Таким образом системная целевая модель метасистемы "верхнего" уровня декомпозиции в РССМ для рис. 3 запишется в виде

$CostMetSysStr_1 = CostU_1Sys_1Str_1 [CostU_1Sys_2Str_1 \wedge CostU_1Sys_3Str_1 \wedge CostU_1Sys_4Str_1 \wedge CostU_1Sys_5Str_1 \wedge CostU_1Sys_6Str_1] CostU_1Sys_6Str_1$ или через закодированные операторы РССМ:

$$R_{U_1} CostMetSysStr_1 = y_1^1 [y_2^1 \cdot y_4^1 \wedge y_3^1 \cdot y_5^1] y_6^1. \quad (3)$$

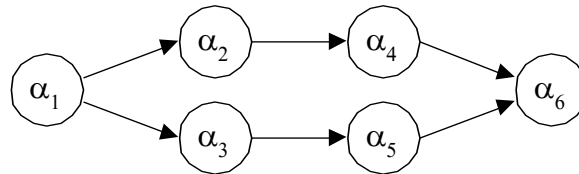


Рис. 3. Последовательность разработки и финансирования систем α_i одного уровня

Так как в свою очередь подцели систем декомпозируются на подцели подсистем $U_iSys_jStr_1 = \Omega U_{i+1}Sys_pStr_1$, действуя в соответствии с вышеописанной методикой, опишем последовательность финансирования $CostU_iSys_jStr_1$ через свои декомпозированные элементы в виде подмодели финансирования цели системы:

$$CostU_iSys_jStr_1 = CostU_{i+1}Sys_pStr_1 [CostU_{i+1}Sys_{p+1}Str_1 \wedge CostU_{i+1}Sys_{p+2}Str_1 \wedge \dots \wedge CostU_{i+1}Sys_{p+n+1}Str_1] CostU_{i+1}Sys_{p+n+2}Str_1,$$

или в операторах РССМ:

$$R_{U_{i+1}} CostSys_jStr_1 = y_p^{U_{i+1}Sys_j} [y_{p+1}^{U_{i+1}Sys_j} \wedge y_{p+2}^{U_{i+1}Sys_j} \wedge \dots \wedge y_{p+n+1}^{U_{i+1}Sys_j}] y_{p+n+2}^{U_{i+1}Sys_j}. \quad (4)$$

Следовательно, мы получим модели, описывающие последовательность финансирования для каждой декомпозированной системы на уровне подсистем. Используя правило подстановки в РССМ, вместо операторов Y_i в стоимостной модели генеральной цели $CostMetSysStr_1$ (3) можно подставить модели (4), построенные в базисе стоимости разработки целей подсистем $CostU_iSys_jStr_1$. Тогда системная модель финансирования проектных действий по разработке уровня подсистем будет иметь вид:

$$\begin{aligned}
R_{U_2} CostMetSysStr_1 = & y_p^{U_2Sys1} [y_{p+1}^{U_2Sys1} \wedge y_{p+2}^{U_2Sys1} \wedge \dots \wedge y_{p+n+1}^{U_2Sys1}] \cdot y_{p+n+2}^{U_2Sys1} [y_p^{U_2Sys2} \cdot \\
& \cdot [y_{p+1}^{U_2Sys2} \wedge y_{p+2}^{U_2Sys2} \wedge \dots \wedge y_{p+n+1}^{U_2Sys2}] y_{p+n+2}^{U_2Sys2} \cdot y_p^{U_2Sys4} [y_{p+1}^{U_2Sys4} \wedge y_{p+2}^{U_2Sys4} \wedge \dots \wedge \\
& \wedge y_{p+n+1}^{U_2Sys4}] y_{p+n+2}^{U_2Sys4} \wedge y_p^{U_2Sys3} \cdot [y_{p+1}^{U_2Sys3} \wedge y_{p+2}^{U_2Sys3} \wedge \dots \wedge y_{p+n+1}^{U_2Sys3}] y_{p+n+2}^{U_2Sys3} \cdot y_p^{U_2Sys5} \cdot (5) \\
& \cdot y_{p+1}^{U_2Sys5} \wedge y_{p+2}^{U_2Sys5} \wedge \dots \wedge y_{p+n+1}^{U_2Sys5}] y_{p+n+2}^{U_2Sys5}] y_p^{U_2Sys6} [y_{p+1}^{U_2Sys6} \wedge y_{p+2}^{U_2Sys6} \wedge \dots \wedge \\
& \dots \wedge y_{p+n+1}^{U_2Sys6}] y_{p+n+2}^{U_2Sys6}
\end{aligned}$$

Построив аналогичным образом модели всех уровней, мы получим совокупность моделей в РСММ, описывающих структуру стоимости и последовательность финансирования всех уровней одной страты.

Известно, что разработка сложного объекта происходит от верхнего уровня к нижнему, следовательно, финансирование уровней также происходит последовательно. Поэтому модели финансирования уровней можно объединить в единую модель финансирования страты с помощью базовой операции \dot{y} . Например, если существует всего 2 уровня проекта и используется "нисходящий" принцип проектирования, то модель целевой (первой) страты будет выглядеть следующим образом:

$$\begin{aligned}
RCostStr_1 = & R_{U_1} CostStr_1 \cdot R_{U_2} CostStr_1 = y_1^1 [y_2^1 \cdot y_4^1 \wedge y_3^1 \cdot y_5^1] y_6^1 \cdot y_p^{U_2Sys1} \cdot \\
& \cdot [y_{p+1}^{U_2Sys1} \wedge y_{p+2}^{U_2Sys1} \wedge \dots \wedge y_{p+n+1}^{U_2Sys1}] \cdot y_{p+n+2}^{U_2Sys1} [y_p^{U_2Sys2} [y_{p+1}^{U_2Sys2} \wedge y_{p+2}^{U_2Sys2} \wedge \dots \\
& \dots \wedge y_{p+n+1}^{U_2Sys2}] y_{p+n+2}^{U_2Sys2} \cdot y_p^{U_2Sys4} [y_{p+1}^{U_2Sys4} \wedge y_{p+2}^{U_2Sys4} \wedge \dots \wedge y_{p+n+1}^{U_2Sys4}] \cdot y_{p+n+2}^{U_2Sys4} \wedge \\
& \wedge y_p^{U_2Sys3} \cdot [y_{p+1}^{U_2Sys3} \wedge y_{p+2}^{U_2Sys3} \wedge \dots \wedge y_{p+n+1}^{U_2Sys3}] y_{p+n+2}^{U_2Sys3} \cdot y_p^{U_2Sys5} [y_{p+1}^{U_2Sys5} \wedge \\
& \wedge y_{p+2}^{U_2Sys5} \wedge \dots \wedge y_{p+n+1}^{U_2Sys5}] y_{p+n+2}^{U_2Sys5}] y_p^{U_2Sys6} \cdot [y_{p+1}^{U_2Sys6} \wedge y_{p+2}^{U_2Sys6} \wedge \dots \wedge y_{p+n+1}^{U_2Sys6}] \cdot \\
& \cdot y_{p+n+2}^{U_2Sys6} \cdot
\end{aligned}$$

Система таких моделей, построенных для каждой страты будет представлять собой системно-стоимостную модель проекта в РСММ, которая необходима для трансляции описания системно-стоимостных моделей страт из граф-схем в регулярный язык для последующего анализа компьютерным способом.

Однако последовательность проектирования существует не только между уровнями и подсистемами, но и между стратами. Для решения некоторых задач управления затратами (например, планирование динамики финансирования всего проекта) необходимо комплексировать системные модели страт в единую модель финансирования проекта RCostMetSys. Тогда укрупненная модель в РСММ будет выглядеть следующим образом:

$$\begin{aligned}
RCostMetSys = & R_{U_1} CostStr_1 \cdot R_{U_1} CostStr_2 \cdot \dots \cdot R_{U_1} CostStr_{12} \cdot R_{U_2} CostStr_1 \cdot \\
& \cdot R_{U_2} CostStr_2 \cdot \dots \cdot R_{U_2} CostStr_{12} \cdot \dots \cdot R_{U_n} CostStr_1 \cdot \dots \cdot R_{U_n} CostStr_{18} \cdot
\end{aligned}$$

Выводы. Рассмотрев возможности построения и использования системно-стоимостной модели проекта в различных аппаратах, можно сделать следующий вывод: графовая модель удобна для построения и визуального анализа, но для ведения учета затрат и контроля – неудобна. Для осуществления операции сравнения и построения системной модели рассогласований необходима модель, которая отражает затраты по элементам и позволяет учесть последовательность в их осуществлении. Для этого предлагается применять аппарат РССМ, который позволит получить системную модель стоимости проекта в математическом виде, легко транслируемую в язык программирования. Научная новизна статьи заключается в том, что для анализа затрат на сложный проект предложено использовать системные модели затрат, построенные в аппарате РССМ.

Перспективные направления дальнейших исследований. разработка формальных методик и программно-алгоритмического обеспечения подсистемы экспертизы решений по планированию и регулированию затрат при реализации сложных проектов; развитие информационной технологии управления затратами на сложные проекты;

ЛИТЕРАТУРА

1. Илюшко В.М., Белецкий И.В. Концептуальные принципы создания метасистем // *Авиационно-космическая техника и технология*. Вып.7. – Харьков: Гос. аэрокосмический ун-т «Харьк. авиац. ин-т». – 1998. – С. 196-198.
2. Екимова Ю.С. Системно-стоимостной анализ затрат на создание сложных систем // *Авіаційно-космічна техніка і технологія*. Вип. 20. – Харків: Нац. аерокосмічний ун-т «Харк. авиац. ін-т». – 2000. – С. 106-111.
3. Выходец Ю.С. Методика построения стоимостной модели метасистемы // *Авіаційно-космічна техніка і технологія*. Вип. 21. – Харків: Нац. аерокосмічний ун-т «ХАІ». – 2000. – С. 29-34.
4. Выходец Ю.С. Системная методика анализа затрат на метасистему // *Авиационно-космическая техника и технология*. Вып. 25. – Харьков: Нац. аэрокосмический ун-т им. Н.Е. Жуковского "ХАИ". – 2001. – С. 272-276.
5. Выходец Ю.С. Использование функционально-стоимостного анализа при стоимостной оценке метасистем // *Авіаційно-космічна техніка і технологія*. Вип. 22. - Харків: Нац. аерокосмічний ун-т «Харк. авиац. ін-т». – 2001. – С. 209-212.
6. Илюшко В.М., Выходец Ю.С. Использование ресурсного метода при планировании стоимости создания метасистемы. Построение ресурсной модели метасистемы // *Технология приборостроения*. – 2001. – №1-2. – С. 168-174.
7. Жихарев В.Я., Илюшко В.М., Чумаченко И.В. Проектирование электронных компиляторов. – Харьков: Факт, 1999. – 88 с.
8. Жихарев В.Я., Илюшко В.М., Чумаченко И.В. Математические основы проектирования рекурсивных автоматов с программируемой логикой. – Харьков: Факт, 1999. – 144 с.
9. Замирец Н.В., Илюшко В.М., Луханин М.И. Проблемные вопросы управления крупномасштабными проектами и программы развития новой техники // *Технология приборостроения*. – 2001. – №1-2. – С. 65-70.

Стаття надійшла до редакції 25.07.2004 р.