

УДК 681.322

**О.Е. ФЕДОРОВИЧ, Ю.И. СЕРГЕЕВА, С.В. СЕРГЕЕВ***Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского "ХАИ", Украина***МЕТОД ФОРМИРОВАНИЯ МНОЖЕСТВА КОМПОНЕНТ  
ДЛЯ ПОВТОРНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В ПРОЕКТЕ  
СОЗДАНИЯ НОВОЙ ТЕХНИКИ**

Рассмотрены возможности компонентной технологии применимые в управлении проектами по созданию сложной техники с использованием компонентов повторного использования. Предложен механизм выявления компонент повторного использования и метод формирования множества компонент повторного использования с использованием классических методов кластерного анализа, позволяющие на основе выявленных критериев сформировать упорядоченное многомерное множество компонент повторного использования. При оптимальной структуризации сформированного множества возрастает эффективность и расширяются возможности синтеза новых проектов, основанных на применении имеющихся в множестве компонент.

**управление проектами, компонент повторного использования, компонент-кандидат, множество, проектное действие, жизненный цикл, создание новой техники, «идеальный компонент», кластер.**

**Введение**

В современных условиях развития производства особую значимость и актуальность в процессе создания сложной техники имеет применение компонент повторного использования (КПИ), обеспечивающих минимизацию сроков, рисков и финансовых затрат проекта. Данная работа посвящена вопросу формирования множества КПИ для их дальнейшего применения в новых проектах.

**Постановка задачи исследования.** Для реализации компонентной технологии, в управлении проектами, необходимо сформировать и систематизировать множество КПИ с учетом прошлых разработок. Обязательным условием успешного применения компонентной модели проекта [1] является получение оценок (ожидаемых) по риску, срокам и стоимости реализации компонента в рамках нового проекта. Очевидно, что КПИ должен быть хотя бы однажды реализован в прошлой практике прежде, чем его можно использовать в новом проекте. Создание множества базовых КПИ с заранее известными характеристиками логически разрешается путем синтеза КПИ на основе уже реализованных проектов.

**Решение поставленной задачи**

Метод решения поставленной задачи схематически представлен на рис. 1 и состоит из следующих этапов.

Выбор базовых анализируемых проектов осуществляется таким образом, чтобы обеспечить достаточное количество материала для последующего исследования. Для этого анализируемые проекты, по своей направленности, должны иметь определенное разнообразие, чтобы обеспечить формирование достаточно широкого спектра компонент в последующих разработках. Однако при этом множество анализируемых проектов непременно должно принадлежать какой-либо одной предметной области, той, для которой формируется множество КПИ. Естественным условием является также то, что выбираемые для анализа проекты должны иметь приемлемые экономические показатели и относиться к числу успешных проектов.

На следующем этапе, анализа проводится структуризация проектов, которая состоит в том, чтобы каждый из проектов, составляющих базовое множество, представить в виде компонент.

Для этого проект можно представить в виде многопоточного процесса путем предварительного разбиения на потоки, состоящие из цепочек проектных действий определенного содержания и направленности. Поскольку каждое из проектных действий связано с определенным объектом, становится возможным выявить все мероприятия, направленные на создание определенного объекта, являющегося составной частью сложного изделия. Задача облегчается тем, что любой проект основывается на техническом задании (ТЗ), которое может отличаться по

своей структуре, составу и оформлению, но в любом случае в достаточной степени несет информацию о структуре изделия и его составе.

Таким образом, опираясь на сведения, содержащиеся в ТЗ, в частности, на спецификации изделий, можно выявить принадлежность каждого из проектных действий к какой-либо структурной единице изделия. Причем именно спецификация, отражающая структуру изделия, позволяет варьировать степенью детализации при выявлении и формирования компонент.

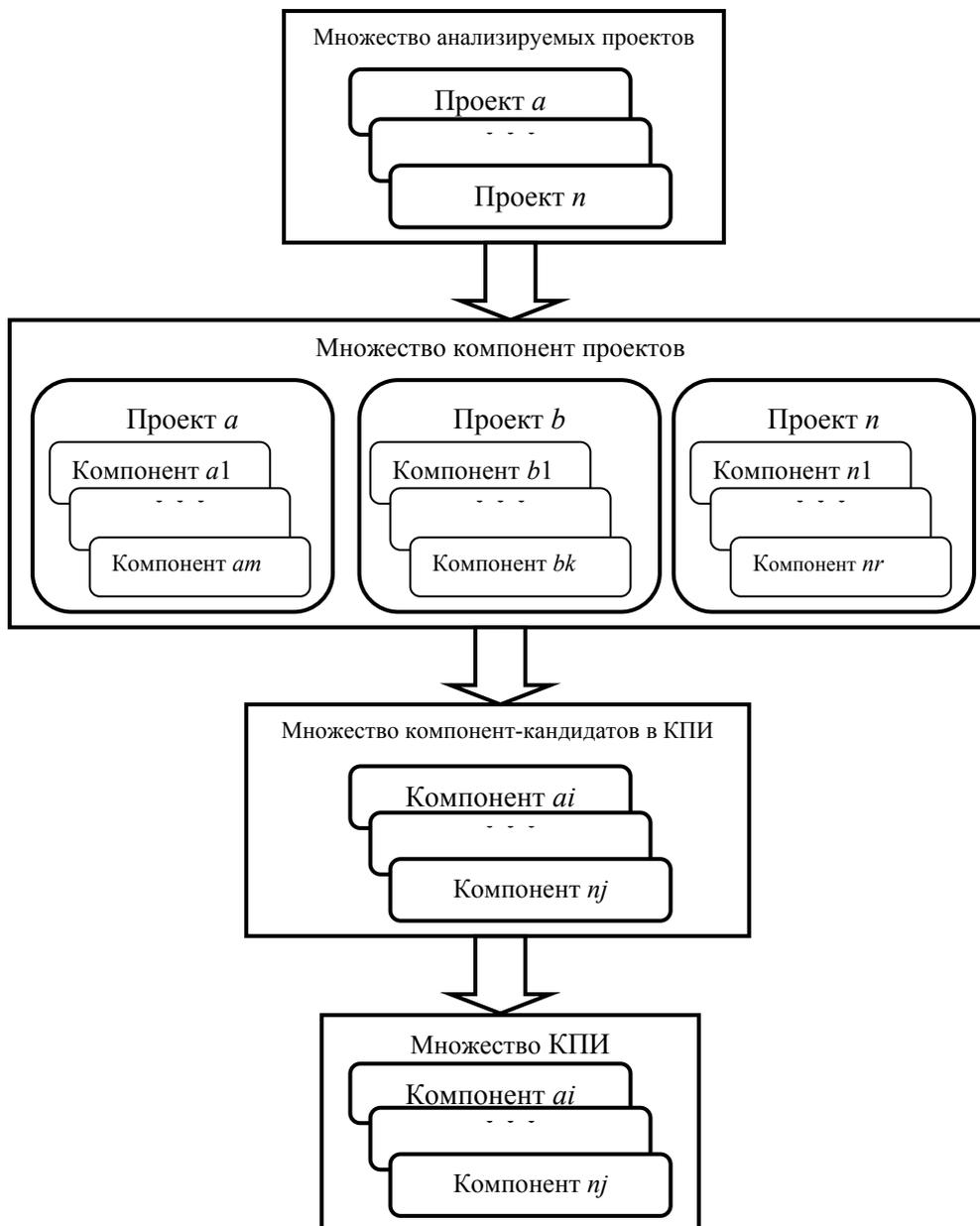


Рис. 1. Этапы формирования множества КПИ

Вся цепочка проектных действий, относящихся к определенной структурной единице изделия, составляет ее жизненный цикл (ЖЦ). Становится возможным определить срок начала и конца ЖЦ, состав и длительность этапов ЖЦ, и далее проанализировать потенциально возможные в проекте простои, ошибки исполнения, риски и неоправданные затраты средств, с целью их минимизации исключения в дальнейшем, при использовании КПИ.

Результатом этого этапа является создание множеств компонент, каждое из которых связано с исходным проектом (рис.1). При этом сами компоненты представляются как независимые полноценные проекты, а этапы ЖЦ компонентов наполняются содержанием и количественными характеристиками, достаточными для последующего анализа.[2]

Очевидно, что не все компоненты из тех, которые составляют анализируемые прошлые проекты,

будут пригодны для использования в качестве КПИ. Выше упоминалось, что КПИ должен обладать предсказуемыми и приемлемыми характеристиками, в первую очередь, сроком реализации, стоимостью и достаточно высокой степенью реализуемости. По этой причине следующий этап заключается в отборе компонент-кандидатов в КПИ.

На этом этапе уже известны основные количественные и качественные характеристики компонент. Становится возможным произвести сортировку компонент по требуемым критериям (особенно актуально это для сложных проектов с большим числом компонент). В результате сортировки определяется рейтинг компонент по наиболее важным критериям (сроки, риски, стоимость, срок окупаемости или экономическая эффективность), которые имеют характерные значения для каждой предметной области создания новой техники.

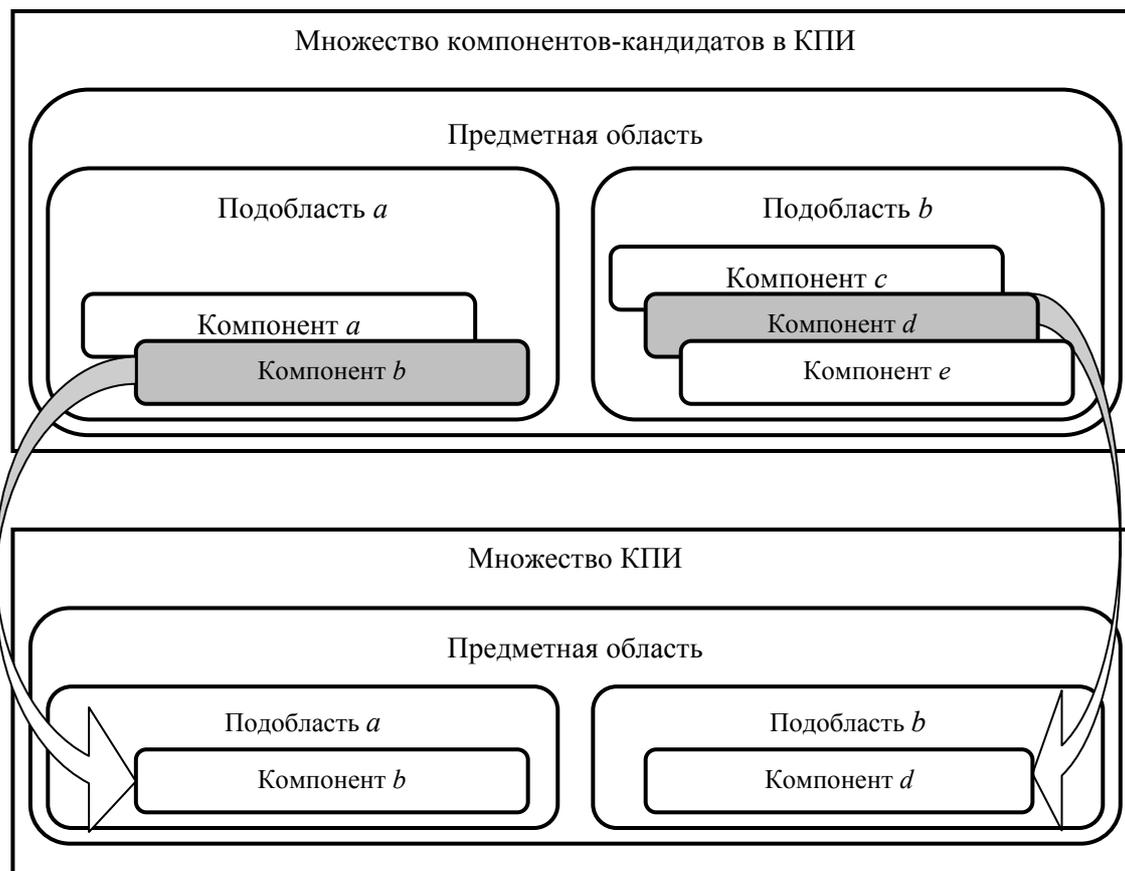


Рис. 2. Выбор КПИ из множества кандидатов с учетом принадлежности компонента

В этой связи вводится понятие «идеального компонента», который обладает приемлемыми (или желаемыми) характеристиками для определенной предметной области.

Далее производится сравнение имеющихся в базовом множестве компонент с «идеальным компонентом» таким образом, что если сравниваемый компонент хотя бы по одному из критериев не удовлетворяет «идеальному компоненту», то он в дальнейшем не участвует в рассмотрении.

Оставшиеся компоненты, имеющие удовлетворительные оценки по всем критериям, составят множество компонент-кандидатов в КПИ.

Следующим этапом является создание множества КПИ из числа кандидатов. Для решения данной задачи целесообразно использовать метод кластеризации, поскольку кластерный анализ предназначен для разбиения множества объектов на заданное или неизвестное число кластеров (множеств) на основании некоторого математического критерия качества классификации [3]. На этом этапе компоненты, претендующие на занятие некоторой подобласти (рис. 2), являющейся частью предметной области, формируются в кластеры.

Критерий качества кластеризации, в той или иной мере, отражает следующие неформальные требования:

- а) внутри групп компоненты должны быть тесно связаны между собой;
- б) компоненты разных групп должны быть далеко друг от друга;
- в) при прочих равных условиях распределение компонент по группам должны быть равномерным.

Требования а) и б) выражают стандартную концепцию компактности кластеров разбиения; требование в) состоит в том, чтобы критерий не навязывал объединения отдельных групп объектов.

Ключевым моментом считается выбор метрики (или меры близости компонент), от которого решающим образом зависит окончательный вариант

разбиения компонент на подмножества при заданном алгоритме кластеризации. При применении экстенсивных методов распознавания выбор метрики достигается с помощью специальных алгоритмов преобразования исходного пространства признаков [3]. Сравнение компонент, для наибольшей достоверности результатов, проводится не по глобальным характеристикам, а по заданным критериям, характеризующих каждый из этапов ЖЦ компонента-кандидата.

Другой важной величиной является расстояние между группами кластеризируемых объектов. Рассмотрим расстояния и меры близости, характеризующие взаимное расположение отдельных групп объектов. Пусть:

$w_i$  –  $i$ -й кластер;

$N_i$  – число объектов, образующих кластер  $w_i$ ;

вектор  $m_i$  – среднее арифметическое оценок объектов, входящих в  $w_i$  (другими словами [ $m_i$  – “центр тяжести”  $i$ -го кластера);

$q(w_l, w_m)$  – “расстояние” между группами  $w_l$  и  $w_m$ .

“Расстояние” до ближайшего соседа есть “расстояние” между ближайшими компонентами кластеров:

$$q_{\min}(w_l, w_m) = \min_{x_i \in w_l, x_j \in w_m} d(x_i, x_j).$$

“Расстояние” дальнего соседа — “расстояние” между самыми дальними компонентами кластеров:

$$q_{\max}(w_l, w_m) = \max_{x_i \in w_l, x_j \in w_m} d(x_i, x_j).$$

“Расстояние” центров тяжести равно “расстоянию” между центральными точками кластеров:

$$q(w_l, w_m) = d(\mu_l, \mu_m).$$

Обобщенное (по Колмогорову) “расстояние” между кластерами, или обобщенное К-расстояние, вычисляется по формуле:

$$q_{\tau}^{(K)}(w_l, w_m) = \left[ \frac{1}{N_l \cdot N_m} \sum_{x_i \in w_l} \sum_{x_j \in w_m} d^{\tau}(x_i, x_j) \right]^{\frac{1}{\tau}}.$$

Выбор той или иной меры “расстояния” между кластерами влияет, главным образом, на вид выделяемых алгоритмами кластерного анализа геометрических группировок компонентов в пространстве признаков.

Так, алгоритмы, основанные на “расстоянии” ближайшего соседа, хорошо работают в случае группировок, имеющих сложную, в частности, цепочечную структуру.

“Расстояние” дальнего соседа применяется, когда искомые группировки образуют в пространстве признаков шаровидные облака.

Промежуточное место занимают алгоритмы, использующие расстояния центров тяжести и средней связи, которые лучше всего работают в случае группировок эллипсоидной формы.

Заключительным этапом является параметризация КПИ, составляющих полученное множество, что позволит расширить область применения компонент и облегчить их применение в новых проектах за счет приведения к единым корпоративным стандартам в области проектного анализа и управления.

### **Заклучение**

В работе разработан метод формирования множества КПИ для использования в проектах создания новой техники. Предлагаемый метод можно использовать не только для создания множества КПИ, а также и для его расширения или модификации. В этом случае отличие заключается в предпоследнем

этапе, где компоненты-кандидаты в КПИ сравниваются не только между собой, но и с составляющими множество КПИ. При этом возможно расширение множества КПИ и заполнение пустующих подобластей, либо вытеснение уже собой существующих КПИ, тем самым происходит обновление множества КПИ путем естественного отбора, что позволит всегда иметь в распоряжении готовый к применению, проверенный и обладающий наилучшими характеристиками набор решений, пригодный для реализации проектов основанных на компонентном подходе.

### **Литература**

1. Федорович О.Е., Некрасов А.Б., Плохов С.С. Применение компонент многократного использования в управлении проектами разработки новой техники // *Радіоелектронні і комп'ютерні системи*. – 2005. – № 2 (10). – С. 104-107.
2. Сергеева Ю.И., Плохов С.С. Компонентная технология управления проектами создания наукоемких изделий машиностроения // *Авиационно-космическая техника и технология*. – 2006. – № 3 (29). – С.65-70.
3. Мандель И.Д. Кластерный анализ. – М.: Финансы и статистика, 1988. – 256 с.

*Поступила в редакцию 11.03.2008*

**Рецензент:** д-р техн. наук, проф. А.Ю. Соколов, Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского “ХАИ”, Харьков.