

УДК 681.322

В.А. ЩЕГОЛЬ, Е.В. КОНОВАЛОВА

Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ», Украина

РИСКИ В ИННОВАЦИОННЫХ ПРОЕКТАХ СОЗДАНИЯ КОСМИЧЕСКОЙ ТЕХНИКИ

Рассматривается рискориентированный подход в управлении проектами создания сложной космической техники. Для создания сложной космической техники активно используется компонентный метод. Выделены основные типы компонент сложной космической техники: компоненты повторного использования; новые компоненты, которые оказывают основное влияние на риск создания сложной космической техники; сложные компоненты, которые состоят из компонент повторного использования и новых компонент. Вводится понятие риска «нового» и осуществляется его оценка. Учитывается жизненный цикл создания новой техники и интеграция компонент в сложные комплексы. Реализуемость проекта создания новой техники оценивается с помощью рискованных оценок отдельных компонент сложного космического изделия.

Ключевые слова: *компонентный подход, архитектура сложного изделия космической техники, риски проекта создания сложной космической техники, реализуемость проекта.*

Введение

При проектировании сложных изделий космической техники часто используются компоненты, которые зарекомендовали себя в прежних разработках и поэтому могут быть привлечены в новые проекты путем адаптации и модификации. В проектных организациях создаются команды разработчиков, которые занимаются внедрением компонент повторного использования (КПИ), их унификацией, адаптацией и модификациям к новым проектам [1]. Очевидно, что риск, связанный с использованием «новых» (инновационных) элементов в проектах ИУС (назовем его риском «нового») зависит от того, насколько эффективно и в каком количестве будут привлечены «новые» элементы и КПИ в проект. Отсюда вытекает актуальность проблемы анализа риска «нового» при построении сложной космической техники (СКТ) с использованием компонентного подхода.

Постановка задачи исследования

Проведем анализ проекта создания СКТ с использованием компонентного подхода.

Компонентность является обязательным атрибутом современных СКТ. Благодаря компонентности обеспечивается унификация и стандартизация разработки структурных связей, разнообразие архитектур СКТ, возможность расширения, перестройка на новые предметные области использования. Существуют самые различные типы компонент в составе СКТ. Поэтому при проектировании разработ-

чик имеет дело с разнообразием компонентной архитектуры СКТ.

Компонентный состав СКТ, параллелизм и асинхронность при выполнении функциональных задач, универсальность и специализация используемых компонент приводит к тому, что выполнение функций отдельными компонентами может осуществляться разнообразными сочетаниями способов, так что непосредственный анализ и сравнение вариантов разрабатываемой СКТ вручную становится труднодоступным [2]. Поэтому необходимо исследовать множество возможных вариантов архитектуры СКТ, построенных на основе КПИ и новых компонент, и оценить риск создания нового изделия СКТ.

Решение задачи исследования

Рассмотрим многоуровневую компонентную архитектуру СКТ. Пусть проектировщики задали число уровней компонентной архитектуры СКТ и выполняется условие $r_1 \leq r_2 \leq \dots \leq r_Q$, где r_i – максимально возможное количество компонент i -го уровня $i = \overline{1, Q}$. Для начальных стадий проектирования СКТ зачастую известен возможный состав только компонент самого нижнего Q -го уровня (обычно они, в основном, являются КПИ). Обозначим этот факт через $r_Q = n_Q$, где $n_Q = |V^Q|$, V^Q – множество исходных компонент Q -го уровня детализации СКТ:

$$\sum_{\mu_Q=1}^{l_Q} P_{\mu_Q} = n_Q,$$

где $P_{\mu Q}$ – число компонент μ -го типа Q -го уровня;
 I_Q – суммарное количество компонент μ -го типа.

Компоненты $(Q-1)$ -го уровня образуются из элементов Q -го уровня путем отображения множества V^Q в R^{Q-1} , где R^{Q-1} – множество мест (агрегатов, узлов, блоков) в компонентной архитектуре СКТ для компонент $(Q-1)$ -го уровня, $r_{Q-1} = |R^{Q-1}|$. Множество составов $(Q-1)$ -го уровня является множеством всех отображений V^Q в R^{Q-1} .

Осуществляя процесс последовательных отображений множества компонент i -го уровня в множество компонент $(i-1)$ -го уровня, получим множество архитектурных решений СКТ для всех уровней детализации. Возможен случай присутствия КПИ не только на нижнем Q -м уровне. Поэтому необходимо учитывать наличие КПИ для i -го уровня:

$$r_i = r'_i + n_i,$$

где n_i – число готовых к использованию компонент (КПИ) i -го уровня; r'_i – число «сложных» компонент i -го уровня, которые формируются путем комплексирования компонент (новых и КПИ) $i+1, i+2, \dots$ уровней СКТ.

Рассмотрим декомпозицию структуры сложного изделия СКТ. Пусть известна топология структурных связей между компонентами на каждом уровне детализации СКТ. Представим эти связи в виде графа $G^i, i = \overline{1, Q}$, который является объединением подграфов:

$$G^i = \bigcup_{ji} G_{ji}^i,$$

где G_{ji}^i – j -й подграф i -го уровня.

Задан состав компонент на Q -м уровне. Необходимо оценить множество вариантов многоуровневой компонентной структуры СКТ.

Отобразим множество компонент V^Q в множество вершин графа G^Q , таким образом, чтобы в каждой вершине графов было по одному элементу множества V^Q . Множество таких отображений определяет множество вариантов компонентной архитектуры T^Q для Q -го уровня декомпозиции СКТ. В результате получим множество помеченных подграфов M_{B^Q} для каждого варианта отображений $t_{B^Q} \in T^Q$. Далее отобразим множество вершин графа G^{Q-1} в множество M_{B^Q} для всех t_{B^Q} . Осуществляя процесс последовательных отображений, получим все варианты многоуровневой архитектуры СКТ.

Возможен случай наличия множества исходных КПИ, из которых конструируются компоненты СКТ, на нескольких уровнях детализации. Поэтому при отображениях необходимо учитывать множест-

ва помеченных подграфов M_{B^i} и множество исходных компонент $V^i, i = \overline{1, Q}$.

Пусть многоуровневый состав СКТ образуется на основе объединения компонент в подсистемы (ПС), а ПС – в СКТ. Исходное множество компонент разобьем на три вида:

1. Компоненты повторного использования (КПИ).
2. КПИ, которые необходимо модифицировать и адаптировать в рамках конкретного проекта СКТ (МКПИ).
3. Новые компоненты, которые необходимо разработать (НК).

На основе мнений экспертов, а также с учетом опыта создания отдельных компонент, можно оценить риск использования каждого вида компонент при создании сложных изделий СКТ:

α_1 – риск, связанный с использованием КПИ. Так как он минимальный, то можно считать, что $\alpha_1 \rightarrow 0$;

α_2 – риск, связанный с модификацией КПИ и использованием МКПИ. В этом случае можно считать, что $0 < \alpha_2 \leq 0,5$;

α_3 – риск, связанный с созданием и использованием «новых» компонент. Будем считать, что он максимальный: $0,5 \leq \alpha_3 < 1$.

Тогда вероятность успешного создания каждого вида компонент будет соответственно:

$$\begin{aligned} P_{\alpha_1} &= 1 - \alpha_1, & (P_{\alpha_1} \rightarrow 1), \\ P_{\alpha_2} &= 1 - \alpha_2, & (0,5 \leq P_{\alpha_2} < 1), \\ P_{\alpha_3} &= 1 - \alpha_3, & (0 < P_{\alpha_3} \leq 0,5). \end{aligned}$$

Вероятность успешного создания j -й подсистемы СКТ, состоящей из n_j различных компонент:

$$P_j = P_{j_1} \cdot P_{j_2} \cdot \dots \cdot P_{j_{n_j}} = \prod_{k_j=1}^{n_j} P_{k_j},$$

где $P_{k_j} \in (P_{\alpha_1}, P_{\alpha_2}, P_{\alpha_3}), k_j = \overline{1, n_j}$.

Кроме оценки риска использования компонент различного типа в проекте СКТ, введем риск, связанный с процессами интеграции и комплексирования компонент при создании каждой j -й подсистемы – $\alpha_{\Sigma j}$. Очевидно, что его величина зависит от состава компонент, которые используются при формировании подсистемы (КПИ, МКПИ, НК), а также от общего количества компонент n_j в j -й подсистеме. Поэтому вероятность успешного создания j -й подсистемы (ПС) будет $P_{\Sigma j} = 1 - \alpha_{\Sigma j}$.

Вероятность успешного создания j -й ПС СКТ, состоящей из n_j модулей, с учетом интеграции и комплексирования компонент в подсистему:

$$P_j^* = P_{\Sigma j} \cdot P_j = P_{\Sigma n_j} \prod_{k_j=1}^{n_j} P_{k_j}$$

Общая вероятность успешного создания изделия СКТ из r подсистем с учетом интеграции и комплексирования их в систему:

$$P_{\text{СКТ}} = P_{S_r} \cdot P_1^* \cdot P_2^* \cdot \dots \cdot P_r^* = P_{S_r} P_{\Sigma n_1} \prod_{k_1=1}^{n_1} P_{k_1} \times \\ \times P_{\Sigma n_2} \prod_{k_2=1}^{n_2} P_{k_2} \times \dots \times P_{\Sigma n_r} \prod_{k_r=1}^{n_r} P_{k_r} = P_{S_r} \prod_{j=1}^r (P_{n_j} \prod_{k_j=1}^{n_j} P_{k_j}),$$

где P_{S_r} – вероятность успешной интеграции всех r подсистем в систему.

Выводы

Предложенный подход целесообразно использовать на ранних этапах создания СКТ для оценки риска инновационного проекта с учетом состава

компонент изделия и учета опыта прошлых разработок.

Для этого необходимо проанализировать будущую архитектуру СКТ, выделив при этом новые компоненты, которые в дальнейшем определяют реализуемость создаваемого изделия и окажут существенное влияние на сроки и стоимость инновационного проекта.

Литература

1. *Замирец Н.В. Формальный синтез компонентной архитектуры сложного изделия машиностроения / Н.В. Замирец, В.А. Щеголь // Информацийно-керуючі системи на залізничному транспорті. – 2008. – Вип. 2. – С. 46-48.*
2. *Замирец Н.В. Метод формирования компонентной архитектуры сложного космического изделия / Н.В. Замирец, В.А. Щеголь // Радіоелектронні і комп'ютерні системи. – 2008. – №1(28). – С. 114-117.*

Поступила в редакцию 16.07.2008

Рецензент: д-р техн. наук, проф., заведующий кафедрой информатики А.Ю. Соколов, Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ», Харьков.

РИЗИКИ В ІННОВАЦІЙНИХ ПРОЕКТАХ СТВОРЕННЯ КОСМІЧНОЇ ТЕХНІКИ

В.А. Щеголь, О.В. Коновалова

Розглядається ризикорієнтовний підхід у керуванні проектами створення складної космічної техніки. Для створення складної космічної техніки активно використовується компонентний метод. Виділено основні типи компонентів складної космічної техніки: компоненти повторного використання; нові компоненти, які впливають на ризик створення складної космічної техніки; складні компоненти, які складаються з компонентів повторного використання й нових компонентів. Уводиться поняття ризику «нового» і здійснюється його оцінка. Ураховується життєвий цикл створення нової техніки й інтеграція компонент у складні комплекси. Реалізуємість проекту створення нової техніки оцінюється за допомогою ризикових оцінок окремих компонентів складного космічного виробу.

Ключові слова: компонентний підхід, архітектура складного виробу космічної техніки, ризики проекту створення складної космічної техніки, реалізуємість проекту.

RISKS IN INNOVATION PROJECTS OF COSMIC TECHNIQUE CREATION

V.A. Schegol, E.V. Konovalova

Risk-oriented approach in the management of complex cosmic technique creation projects is considered. The component approach is used for creation of the new complex cosmic technique. The next basic component types of complex cosmic technique are outlined: recycled components; new components, that exert the main influence on risk of complex cosmic technique creation; complex components that consist of the recycled components and new components. The risk of “new” concept is introduced and the evaluation of such risk is made. The life cycle of new technique creation and integration of the components into the whole complex are considered. The realization of new technique creation project is estimated by use of risk evaluation of the separate components of the complex cosmic article.

Key words: component approach, architecture of the complex article of cosmic technique, risks of cosmic complex technique creation projects, project realizability.

Щеголь Виктор Андреевич – соискатель, Государственный научно-исследовательский технологический институт приборостроения, Харьков.

Коновалова Елена Викторовна – инженер кафедры информационных управляющих систем, Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ».