

Экспертная оценка инновационной деятельности при разработке космической техники

Expert assessment of innovation activities in cosmic space technologies

Туркенич / Turkenich R.

Роман Петрович

(gonti@iss-reshetnev.ru)

кандидат технических наук,

заслуженный машиностроитель РФ.

АО «Информационные спутниковые системы»

имени академика М. Ф. Решетнёва»,

советник Генерального директора.

г. Железногорск Красноярского края

Носенков / Nosenkov A.

Александр Алексеевич

(a_nosenkov@mail.ru)

доктор технических наук, доцент.

ФГБОУ ВПО «Сибирский государственный

аэрокосмический университет

им. академика М. Ф. Решетнёва»,

профессор кафедры ЭТТ.

г. Красноярск

Ключевые слова: конкурентоспособность – competitiveness; экспертное звено – expert element; системное описание нововведений – systemic description of innovations; совместимость инноваций – innovation compatibility; матрица отношений – relational matrix.

При создании РКТ значительное внимание уделяется техническому уровню, который трактуется как степень использования при разработке мировых научно-технических достижений, и это является необходимым условием конкурентоспособности продукции. Обосновывается активный экспертный подход для выделения из информационного ресурса нововведений, их классификации и определения совместимости с изделием, для совершенствования которого они предназначались. Разработана матрица отношений экспертов и разработчиков изделия.

A considerable attention in the space rocket technology development is paid to ensuring its high technical level, understood as the degree to which the global state-of-the-art is implemented, which presents a necessary prerequisite for product competitiveness. An active expert approach is substantiated for identifying the innovations in the information resource used, ranking them and assessing their compatibility with a given product under upgrade. The relational matrix for the relations of experts vs. item designers is developed.

Процесс формирования инноваций для создания конкурентоспособных результатов научно-технической деятельности требует определенных затрат времени и средств и может осуществляться различными субъектами – как разработчиками проекта, так и специализированными структурными подразделениями. По

мнению авторов одним из эффективных путей решения проблемы является привлечение к системе управления инновационной деятельностью (ИД) экспертного звена (ЭЗ), активная роль которого подробно рассмотрена в работе [1], в которой обосновано введение ЭЗ в контур КУ-2 между информационным и управляющим звеньями (рис. 1). Основное отличие этой схемы состоит в появлении еще одного контура управления КУ-3, по которому осуществляется самоподстройка процесса управления к изменяющимся условиям, с целью поддержания требуемой величины координаты $Y^{(d)}$ [1]. Таковую самоподстройку выполняет ЭЗ по результатам анализа сведений J'_s и J'_p .

При этом речь идет о формировании и становлении эксперта нового типа, который активно выполняет совокупность взаимосвязанных задач информационного обеспечения всего процесса создания КА, в том числе выявление инноваций для решения проблемно-целевых задач с последующим введением их в хозяйственный оборот.

Сущность экспертной оценки целесообразности использования инноваций в разработках сводится к выделению из информационного потока нововведения, классификации в соответствии с целенаправленностью, новизной, определения его совместимости со сложным техническим объектом, для совершенствования которого оно предназначалось, и последующего воздействия на развитие технико-экономических характеристик.

Методология системного описания нововведений базируется на международных стандартах [2]. Анализ различных определений приводит к выводу, что специфическое содержание нововведений составляют изменения, а главной составляющей инновационной деятельности является функция изменения.

Специфическим свойством нововведений N является то, что каждое из них вызывает в той или иной степени реакцию R , т.е. изменение параметров $Y_s = \{y_1, y_2, \dots, y_n\}$

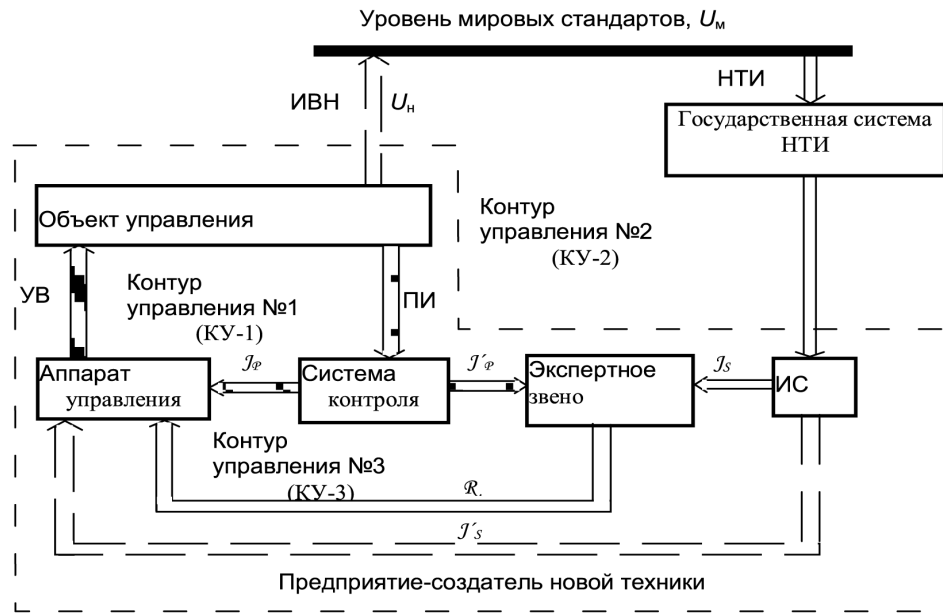


Рис. 1. Структурно-функциональная модель системы управления инновационной деятельностью с экспертным звеном

системы S (производства), в которую эти нововведения вводятся

$$N = \{n: n \rightarrow R^k(y_i)\},$$

где $R(y_i)$ – инновационная реакция системы S , представляющая собой сечение y_i множества

$$R^k \subset N^k \cap Y_S,$$

k – порядок нововведения.

Для космической отрасли значительный интерес представляет порядковая классификация нововведений в зависимости от их потенциала, т.е. совокупности изменений, которую способно осуществить то или иное нововведение в течение своего полного жизненного цикла. Порядок нововведения определяется путем априорной оценки его влияния на тактико-технические характеристики (ТТХ) космического аппарата, технический уровень и качество разработки. В соответствии с разработанной системой классификации [3] было определено семь порядков нововведений. Необходимым условием является пригодность нововведений в составе изделия к совместному взаимодействию (совместности) по видам функций, значениям параметров и эксплуатационным характеристикам и, в конечном итоге, выполнять установленные ТТХ в определенных условиях внешней среды.

Для разработчиков сложных технических объектов, характерной особенностью которых является длительный срок автономного существования (не менее 15 лет), задача

обеспечения совместности инноваций представляет собой особую задачу процесса разработки. Так, при проектировании космических аппаратов связи и им подобных КА в исходных данных особое место непременно занимает априори $A^{[n]}$ в виде многокомпонентной совокупности физических связей параметров отдельных бортовых систем, характеристик конструкции, орбиты полета и программы работы аппарата:

$$A^{[n]} = \{A_1^{[n]}, A_2^{[n]}, \dots, A_n^{[n]}\}. \quad (1)$$

Компоненты множества (1) имеют достаточно конкретное содержание, например,

$$A_1^{[n]}: V_i = f(L_{КА}, K_{БА}, W_{РПДУ}), \quad (2)$$

где V_i – скорость передачи информации по линии «КА-Земля»; $L_{КА}$ – дальность КА до наземного пункта (НП); $K_{БА}$ – коэффициент усиления бортовой узконаправленной, например параболической, антенны (БА); $W_{РПДУ}$ – выходная мощность бортового радиопередающего устройства (РПДУ).

$$A_2^{[n]}: (M_{РПДУ}, \mathcal{E}_{РПДУ}) = f(W_{РПДУ}), \quad (3)$$

где $M_{РПДУ}$ – масса РПДУ; $\mathcal{E}_{РПДУ}$ – его электропотребление.

$$A_3^{[n]}: (E_{БХБ}, W_{СБ}) = f(\mathcal{E}_{РПДУ}), \quad (4)$$

где $E_{БХБ}$ – ёмкость бортовой химической батареи (БХБ), необходимая для проведения сеанса передачи инфор-

мации; W_{CB} – потребляемая мощность от солнечной батареи (СБ).

$$A_4^{[n]}: K_{BA} = f(D_{BA}, \alpha_{HA}), \quad (5)$$

где D_{BA} – диаметр антенны; α_{HA} – угол между направлением на точку приёма и электрической осью антенны (точность её наведения).

$$A_5^{[n]}: \alpha_{HA} = f(\epsilon_{KA}, \alpha_{DA}(\epsilon_{ИК}, \epsilon_{ЮР}, G_{KA})), \quad (6)$$

где ϵ_{KA} – точность ориентации всего КА; α_{DA} – угол рассогласования между датчиком ориентации и осью антенны, зависящий от внешней компоновки КА G_{KA} , точности изготовления $\epsilon_{ИК}$ элементов его конструкции и точности юстировочных работ $\epsilon_{ЮР}$.

$$A_6^{[n]}: D_{BA} = f(M_{BA}, A_{BA}(G_{KA})), \quad (7)$$

где M_{BA} , A_{BA} – масса и размещение БА на КА, зависящее от G_{KA} .

$$A_7^{[n]}: R_{РТ} = f(\epsilon_{OA}), \quad (8)$$

где $R_{РТ}$ – расход рабочего тела на осуществление ориентации КА;

ϵ_{OA} – точность ориентации оси антенны, определяемая в основном величиной угла α_{HA} .

В общем случае совместимость инноваций можно определить как пригодность нововведений в составе КА к совместному взаимодействию по видам функций, значениям параметров и эксплуатационным характеристикам и, в конечном итоге, выполнять установленные ТТХ в определенных условиях внешней среды.

Практика показывает, что процесс развития современной техники осуществляется, как правило, на основе получения и реализации совокупностей соответствующих научных $W^{[S]}$ и инженерных $W^{[J]}$ нововведений. Такие нововведения могут быть, согласно принятой классификации, любого порядка, а также отличаться временем разработки, формой и содержанием. В этой связи, естественно, возникает вопрос: каким требованиям должны удовлетворять заложенные в сложный технический объект нововведения, чтобы в результате их реализации был достигнут максимальный выходной эффект?

В работе [4] доказано, что результирующий выходной эффект $\mathcal{E}^{[p]}$ совокупности разработок $\sum_i W_i$ зависит от их взаимной совместимости $C^{[B]}$:

$$\mathcal{E}^{[p]} \left(\sum_i W_i \right) = f \left[C^{[B]}(W_i) \right], \quad 2 \leq i \leq n \quad (9)$$

Под взаимной совместимостью $C^{[B]}$ разработок W понимается свойство последних, характеризующее

их способность формировать общий эффект $\mathcal{E}^{[E]}$ при совместной реализации R , т.е.

$$C^{[B]}(W) = \text{Def} \left[R(W) \bar{\wedge} \mathcal{E}^{[p]}(R) \right] \quad (10)$$

где Def – знак логического определения понятий (дефиниции).

$f[\bar{\wedge}(R)]$ – знак направленной конъюнкции.

По аналогии с другими видами совместимости, существующими в технике, можно представить ряд количественных критериев взаимной совместимости $C^{[B]}$ нововведений W .

1. Критерий методологической совместимости

$$C^{[M]} = M_s / \sum_{i=2}^m M_i, \quad (11)$$

где M_i , M_s – количества методов, рассматриваемых с целью совместной реализации в единой совокупности, и методов, пригодных для таковой, соответственно.

2. Критерий аппаратурной совместимости

$$C^{[A]} = A_s / \sum_{j=2}^n A_j, \quad (12)$$

где A_j , A_s – количества аппаратурных единиц (блоков, устройств и др.), рассматриваемых с целью совместной реализации в единой совокупности, и аппаратурных единиц, пригодных для таковой, соответственно.

3. Один из возможных критериев совместимости по стоимости

$$C^{[V]} = V_s / \sum_{k=1}^p V_k, \quad (13)$$

где V_k – стоимость отдельной реализации k -й разработки; V_s – стоимость совместной реализации p разработок в единой совокупности.

4. Критерий совместимости по выходному эффекту

$$C^{[\mathcal{E}]} = \mathcal{E}_s^{[p]} / \sum_{l=1}^r \mathcal{E}_l^{[p]}, \quad (14)$$

где $\mathcal{E}_l^{[p]}$ – выходной эффект отдельной реализации l -й разработки; $\mathcal{E}_s^{[p]}$ – выходной эффект совместной реализации r разработок в единой совокупности.

Этот критерий является наиболее общим и приемлем для любого порядка нововведения.

Оценка взаимной совместимости $C^{[B]}$ нововведений W по каждому из критериев (11–14) может быть представлена в балльной системе измерений.

Это можно показать для критерия (11) на примере двух разработок. Пусть выходной эффект $\mathcal{E}_1^{[p]}$ использования первого нововведения больше выходного эффекта $\mathcal{E}_2^{[p]}$

второго нововведения. Тогда при 4-х балльной оценке уровня взаимной совместимости этих нововведений могут иметь место следующие пять случаев:

$$\mathfrak{z}_s^{[p]} > \mathfrak{z}_1^{[p]} + \mathfrak{z}_2^{[p]}, \quad (15)$$

$$\mathfrak{z}_s^{[p]} = \mathfrak{z}_1^{[p]} + \mathfrak{z}_2^{[p]}, \quad (16)$$

$$\mathfrak{z}_1^{[p]} < \mathfrak{z}_s^{[p]} < \mathfrak{z}_1^{[p]} + \mathfrak{z}_2^{[p]}, \quad (17)$$

$$\mathfrak{z}_1^{[p]} - \mathfrak{z}_2^{[p]} \leq \mathfrak{z}_s^{[p]} < \mathfrak{z}_1^{[p]}, \quad (18)$$

$$\mathfrak{z}_s^{[p]} \leq \mathfrak{z}_1^{[p]} - \mathfrak{z}_2^{[p]}, \quad (19)$$

Можно заключить, что при (15) совместимость высокая (отличная), при (16) – хорошая, при (17) – удовлетворительная, при (18) – неудовлетворительная. При (19) разработки антагонистичны (альтернативны) и для целесообразности их совместной реализации трудно найти аргументы.

Изложенная система количественной оценки совместимости нововведений с изделием, в котором предполагается его реализация, достаточно практична, универсальна и может быть использована для разработки концептуального подхода о внедрении того или иного нововведения.

Эффективность использования нововведений в производственном процессе во многом обусловлена наличием взаимопонимания между экспертом и разработчиками. Введем в рассмотрение типы производственных отношений, имеющих место при их взаимодействии.

Состояние с разделенными функциями. Данное состояние соответствует положению, когда функции эксперта только в отборе инноваций и доведении их без каких-либо рекомендаций до разработчиков проектов. Функции сторон полностью разделены: работа одной стороны начинается по окончании работы другой. Можно сравнить отношения с разделенными функциями с бюрократической структурой организации, в соответствии с которой имеется четкое распределение обязанностей и ответственности каждого члена организации

Состояние убеждения. Оно отражает ту точку зрения, в соответствии с которой внедрение остается в большей степени компетентностью эксперта в понимании проблем разработки. Убеждение состоит в доказательстве разработчикам проекта необходимости принятия тех или иных действий с целью преодоления инертности мышления. Эти отношения можно сравнить со структурой организации, построенной с учетом человеческих отношений, которая дает возможность отобразить имеющееся сопротивление внедрению инновации.

Состояние противоречия. В данном состоянии инновации, предлагаемые экспертами, не принимаются, так как разработчики не понимают их. Отношения между

ними свидетельствуют о том, что разные подходы к использованию инноваций экспертами и разработчиками могут быть преодолены лишь путем признания необходимости их тесного контакта.

Состояние взаимопонимания. Обе стороны, участвующие в инновационном процессе, доверяют рекомендациям друг друга. Если же говорить о процессе, то он служит доказательством, что самые высокоэффективные инновации создаются и внедряются только путем объединения творческих усилий экспертов, разработчиков и производителей всех уровней. Достижение взаимопонимания между ними можно рассматривать как переход к более совершенной модели организации.

Вполне возможно, что внедрение активного экспертного подхода, в изложенном смысле, потребует структурной перестройки некоторых подразделений предприятия, непосредственно сопряженных с процессом создания сложных технических объектов.

Заключение

1. Использование активного экспертного подхода в инновационной деятельности способствует эффективному выявлению инноваций для решения проблемно-целевых задач и последующим введением их в хозяйственный оборот

2. Обеспечение совместимости нововведений в составе КА по видам функций, значениям параметров и эксплуатационным характеристикам является важным этапом инновационной деятельности.

3. Эффективность инновационного процесса во многом обусловлена наличием взаимопонимания между разработчиками проекта и экспертами.

Литература

1. Туркенич, Р. П. Активный экспертный подход в системе информационного обеспечения процесса создания космических аппаратов связи / Р.П. Туркенич // Информация и Космос. – 2011. – № 1. – С. 9–14.

2. Руководство Осло. Рекомендации по сбору и анализу данных по инновациям / Совместная публикация ОЭСР и Евростата. – Изд. 3-е. – М., 2010. – 107 с.

3. Носенков, А. А. О порядковой классификации нововведений машиностроительного производства и приборостроения / А.А. Носенков, Р.П. Туркенич. – М., 1985. Деп. в ЦНТИ «Поиск», № 035–3459, 6 с. опубл. в ПТО № 4.

4. Носенков, А. А. О взаимной совместимости технических мероприятий по повышению эффективности контроля объектов / А.А. Носенков, А. А. Бессонов / Сб. тр. Ленингр. мех. ин-та. Сер. IV. – Л., 1978. – С. 12–20.