Оценка информационного обеспечения использования новаций в процессе создания космических аппаратов связи

Estimation of information support for novation application under development of telecommunications spacecraft

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

Ключевые слова: информационное обеспечение – information support; новации – novation; инновационный разрыв – innovation gap; индекс инновационной активности – innovation activity index; классификатор «инновационного разрыва» – class index of «innovation gap»; уровень информационного обеспечения – information support level; преемственность информационных ресурсов – information resources continuity.

Исследуется информационное обеспечение извлечения новаций из информационного ресурса с последующим их применением в процессе создания космической техники. Вводятся понятия: «инновационного разрыва», классификатор «инновационного разрыва» и его показатели согласно индексам инновационной активности. Анализируется уровень информационного обеспечения – степень интенсификации информационной активности для решения проблемных вопросов разработки космических аппаратов связного направления.

That is investigated the information support on novation extraction from the information resource with their further application in space-system engineering. The following concepts are introduced: «innovation gap», class index of «innovation gap» and its indicators according to the innovation activity indexes. It is analysed the information support level – intensification ratio of the information activity in order to solve some problematic points concerning telecommunications spacecraft.

В проведенном исследовании развития коммерческих спутниковых систем связи [1] отмечается, что в предстоящем десятилетии увеличивается спрос на разработку новых КА: предполагается запустить на различные орбиты 472 КА, а стоимость рынка оценивается в 62,7 млрд долл. Целью всех разработок является, за счет использования «прорывных» технологий, добиться снижения стоимости изготовления и запуска космических аппаратов, улучшения характеристик КА и увеличения сроков активного существования и повышение отказоустойчивости всех космических изделий.

Создание КА – организованный и целенаправленный процесс, протекающий динамично. Любое действие в этом процессе считается эффективным, если приводит к желаемым изменениям объекта. При этом любое действие предпринимается в предположении, что оно будет способствовать реализации заданной целевой функции. Невозможно представить себе ситуацию, в которой поставлена цель создать спутник связи, обладающий худшими показателями, чем уже существующие. При этом приходится решать проблемы, вызванные существованием противоречий между требуемыми и достигнутыми уровнями эксплуатационных характеристик, которые не обеспечивают эффективной работоспособности космического аппарата. Разница между существующим уровнем разработки и уровнем конкурентоспособности представляет собой "инновационный разрыв".

Для исследования состояния процесса применим макроподход, который позволяет рассматривать только входы и выходы отдельных подсистем.

Рассматривая каждую подсистему, как незамкнутую, т.е. взаимодействующую с изменяющимися условиями внешней среды, мы получим исходное состояние процесса в момент *t:*

$$P(t) = F\left[P(t_0), X(t)\right] \quad (1)$$

Состояние процесса согласно тактико-техническим характеристикам (ТТХ) должно соответствовать,

$$P_k(t) = R\left[P(t_0), Y(t)\right], \quad (2)$$

где:

$P(t_0)$ – начальное состояние процесса,

$X = (X_1, X_2, \dots X_n)$ – достигнутые характеристики,

$Y = (Y_1, Y_2, \dots Y_n)$ – требуемые характеристики.

Одним из наиболее эффективных путей ликвидации «инновационного разрыва» является использование новаций, извлеченных из мировых информационных ресурсов, под которыми будем понимать совокупность сведений, получаемых и накапливаемых в процессе развития человечеством, для дальнейшего их использования в своей повседневной деятельности.

Оценка информационной деятельности по извлечению новаций (нововведений) из информационного ресурса и последующим их применением в процессе создания космической техники связана с качественным результатом ликвидации «инновационного разрыва»: достигнутым положительным эффектом, сложностью решаемой проблемы, а также с отличительными признаками самого нововведения. Назовем их индексами инновационной активности. При этом для характеристики инновационного процесса имеет значение 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 ТТХ космического аппарата, технический уровень и качество разработки. В соответствии с разработанной системой классификации [2] было определенно семь порядков нововведений N_i, где $i = (0,1,\dots,6)$ – порядок нововведения. В настоящей работе автор исключил из исследования нововведения нулевого порядка, соответствующие согласно разработанной классификации организационно-техническим новациям.

В таблицах 1–3 приведены предложенные автором в относительных единицах Индексы инновационной активности, где K – индекс достигнутого положительного эффекта, S – индекс сложности решаемой проблемы, R – индекс отличительной новизны новации.

В соответствии с вышесказанным «инновационный разрыв» является функцией $P_{ИН} = M\left\{P_0, X(t), Y(t), A_{ИН}\right\}$

$A_{ИН}$ – показатель «инновационного разрыва», характеризующийся матрицей вида

$$A_{ИН} = \begin{Vmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \hline a_{n1} & a_{n2} & \dots & a_{nn} \end{Vmatrix} \qquad (3)$$

где a_{ij} – индексы инновационной активности.

В то же время процесс создания любого КА можно рассматривать как опыт, как процесс направленной технической эволюции. Такой подход дает возможность рассматривать «инновационный разрыв» как модель оптимизации ТТХ и применять для его ликвидации вероятностный подход. Появление «инновационного разрыва» можно назвать случайным событием, зависящих от многих факторов. Параметр «разрыва» не может быть произвольным, он обязательно будет лежать, в определенных границах, что влечет за собой с целью его ликвидации, т.е. достижения конкурентоспособности изделия, выявление новационных потребностей (НП) т.е. выбора нововведений. Необходимым условием является пригодность нововведений в составе изделия к совмест-

Таблица 1

Индекс достигнутого положительного эффекта *K*

№ п/п	Достигнутый положительный эффект	Значение *K*
1	Улучшение второстепенных технических характеристик, не являющихся определяющими для конкретной продукции (технологического процесса)	1,0
2	Улучшение технических характеристик	1,5
3	Улучшение основных технических характеристик, являющихся определяющими для конкретной продукции (технологического процесса)	2,0
4	Достижение качественно новых основных характеристик продукции (технологического процесса)	3,0
5	Получение новой продукции (технологического процесса), обладающей более высокими основными техническими характеристиками среди аналогичных известных видов	4,0
6	Получение новой продукции (технологического процесса), впервые освоенной в народном хозяйстве и обладающей качественно новыми техническими характеристиками	5,0

Таблица 2

Индекс сложности решаемой проблемы *S*

№ п/п	Сложность решаемой технической задачи	Значение *S*
1	Конструкция одной простой детали, изменение одного параметра простого процесса, одной операции процесса и т.п.	1,0
2	Конструкция сложной или сборной детали, конструкции неосновного узла, механизма, изменение двух и более неосновных операций технологических процессов и т.п.	2,0
3	Конструкция одного основного узла или нескольких неосновных узлов машин, механизмов, часть (неосновных) технологических процессов и т.п.	2,5
4	Конструкция нескольких основных узлов, основные процессы технологии и т.п.	3,0
5	Конструкция изделия, прибора, устройства, технологические процессы и т.п.	4,0
6	Конструкция изделия, прибора, устройства особой сложности, комплексные технологические процессы, главным образом относящиеся к новым разделам науки и техники	5,0

Таблица 3

Индекс отличительной новизны новации *R*

№ п/п	Отличительная новизна	Значение *R*
1	Решение, заключающееся в применении известных средств	1,5
2	Решение, заключающееся в новой совокупности известных технических решений, создающих новый положительный эффект	2,0
3	Решение, имеющее прототип, совпадающий с новым решением по большинству основных признаков	3,0
4	Решение, имеющее прототип, совпадающий с новым решением по половине основных признаков	4,0
5	Решение, имеющее прототип, совпадающий с новым решением по меньшинству основных признаков	5,0
6	Решение, характеризующееся совокупностью существенных отличий, не имеющее прототипа	6,0

ному взаимодействию по видам функций, значениям параметров и эксплуатационным характеристикам и, в конечном итоге, достижению заданных ТТХ КА. Удовлетворение этих потребностей напрямую связано с информационным обеспечением (ИО), для которого необходимо дифференцировать новации по проблемно-целевым запросам и, как следствие, оно должно быть ориентировано на реально существующий информационный ресурс. Для оценки ИО введем в рассмотрение уровень информационного обеспечения – степень интенсификации информационной активности при решении проблемных вопросов, отражаемой в определенных параметрах, как относительный показатель количества использованных для ликвидации «инновационного разрыва» новаций, выявленных из информационного ресурса, к общему количеству рассмотренных альтернативных новаций, с учетом сложности решаемой проблемы, достигнутого положительного эффекта, отличительной новизны приемлемых решений. При этом объединяются два направления информирования: целевое и проблемное. Целевое информационное обеспечение – это информирование отталкиваясь от целей технического задания на разработку КА и необходимость реализации его проектных и эксплуатационных характеристик. С классической точки «проблема» осознается как ситуация, в которой имеются противоположные позиции, требующая разрешение противоречий. «Цель» же идеальный или реальный финальный результат, на который преднамеренно направлен исходный процесс.

Аналогом полного удовлетворения ИО новационных потребностей разработчиков является ликвидация «инновационного разрыва» – объективно необходимый уровень информированности, требуемый для достижения ТТХ, поставленных перед разработчиками. За аналог наличного уровня ИО естественно принять фактический уровень информированности разработчика.

$$I_{\text{ИО}} = F\left(N_I \Big/ \sum N_{\text{Н}} \times K \times S \times R \right)$$

– $I_{\text{ИО}}$ – уровень ИО новационных потребностей;

– N_I – количество используемых для ликвидации «инновационного разрыва» приемлемых решений (новаций);

– $\Sigma N_{\text{Н}}$ – общее количество рассмотренных альтернативных решений (новаций);

– K, S, R – индексы инновационной активности.

Весьма целесообразно ввести в рассмотрение классификатор «инновационного разрыва» (рис. 1) .

По мнению автора, «инновационный разрыв» целесообразно классифицировать как малозначимый, эволюционный или радикальный. Соответственно можно выделить три уровня ИО новационных потребностей для ликвидации «инновационного» разрыва: пассивный, стабильный, активный, в зависимости от которых меняются количественные и качественные показатели, алгоритм проблемно-целевого информирования и анализируемые объемы информационных ресурсов.

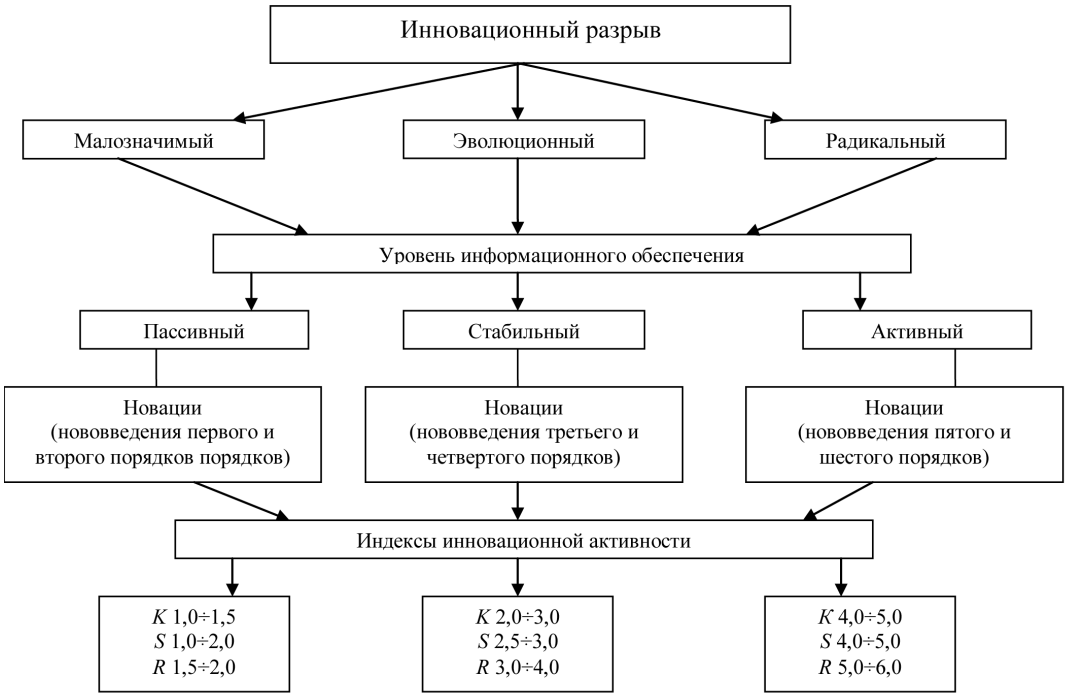

Рис. 1. Классификатор «инновационных разрывов»

Пассивный уровень соответствует ликвидации малозначимого «инновационного разрыва» извлеченными из информационного ресурса малозначимыми нововведениями, т.е. нововведениями первого и второго порядков. Стабильный уровень соответствует ликвидации эволюционного «инновационного разрыва» извлеченными из информационного ресурса эволюционными нововведениями, т.е. нововведениями третьего и четвертого порядков. Активный уровень соответствует ликвидации радикального «инновационного разрыва» извлеченными из информационного ресурса радикальными нововведениями, т.е. нововведениями пятого и шестого порядков. В этой же таблице приведены индексы инновационной активности соответствующие рассмотренным уровням информационного обеспечения.

Вполне очевидно, что это требует организации ИО соответствующего уровня и оценка альтернативных новаций, извлекаемых из информационного ресурса, должна проводиться с учетом их соответствия своему назначению, взаимной совместимости, совместимости с бортовыми системами КАС и их способности формировать общий инновационный эффект. В основе предлагаемой оценки уровня ИО лежит необходимость решения проблемных вопросов и востребованность НТИ разработчикам: чем больше индексы инновационной активности имеют извлеченные из информационного ресурса новации, тем эффективнее конечный результат ИО. Эта мера одновременно отражает и ценность информации: действительно, реализованная в проектах, она позволяет снизить себестоимость затрат ИО. Таким образом, предлагаемый уровень ИО является интегральным, обобщающим показателем, направленным на повышение эффективности процесса создания космических аппаратов и поддержание их конкурентоспособности.

Рассмотрим изменение уровня ИО при создании космических аппаратов связного направления на примерах процессов создания космических аппаратов унифицированного ряда [4]:

– КАУР-4М (1995-2008г), на базе которого были созданы КАС «Сесат», КА типа «Экспресс-АМ»;

– КАУР-6(2007-2014г), на базе которого созданы КАС «Амос-5», «Ямал-300К», «Экспресс-АТ1»,«Казсат-3», «Экспресс-АМ8»;

– КАУР-6М(2009г- 2015г), на базе которого созданы КАС «Экспресс-АМ5», «Экспресс-АМ6» и «Ямал-401».

Количество использованных нововведений в процессе создания этих КАУР, средний уровень ИО инновационной деятельности (в относительных единицах) приведен в таблице 4.

N_i – порядок нововведений согласно разработанной классификации.

Средний уровень ИО новационных потребностей рассчитан по формуле

$$I_{\text{СР}} = \left\{ (N_i + N_{i+1}) \Big/ \sum N_i \times (K_i + K_{i+1})/2 \times \times (S_i + S_{i+1})/2 \times (R_i + R_{i+1})/2 \right\}$$

Очевидно, что каждое следующее поколение КАУР характеризуется изменением количества использованных нововведений: количество малозначимых нововведений имеет тенденцию к уменьшению, а количество эволюционных и радикальных нововведений увеличивается. А вот уровень информационного обеспечения подвержен другим изменениям (законам): касательно уровня пассивного ИО, то здесь его уменьшение совпадает с падением количества малозначимых нововве-

Таблица 4

Средний уровень ИО новационных потребностей

Средние уровни ИО новационных потребностей в о.е / Типы КАУР (космический аппарат унифицированного ряда)	**КАУР – 4М**	**КАУР – 6**	**КАУР – 6М**
Средний уровень пассивного ИО	1,72(N_1-77;N_2-73)	1,33(N_1-58;N_2-63)	1,23(N_1-54;N_2-59)
Средний уровень стабильного ИО	7,23(N_3-48; N_4-38)	8,34(N_3-56; N_4-47)	8,6(N_5-60;N_6-48)
Средний уровень активного ИО	19,47(N_5-33;N_6- 17)	27,38(N_5-41; N_6-32)	29,6(N_5-46;N_6-34)
Общее количество использованных нововведений ΣN_I при создании КАУР	286	297	301

дений. Это объясняется тем, что по мере развития спутникостроения все большее применение находят автоматизированные системы, квалификация и профессионализм разработчиков повышается, сложность КА возрастает и, как следствие, малозначимые нововведения практически исчерпали свое влияние на технический уровень разработки. Средний уровень стабильного ИО различных КАУР характеризуется определенным разбросом $I_{СР}$ в пределах некоторого интервала, обусловленного воздействием объективных и субъективных факторов. Этот разброс подчиняется определённым закономерностям: значения уровня ИО группируются вокруг определённых средних значений (в пределе – математических ожиданий) $I_{СР}$, свойственных тому и или иному профилю спутникостроения. Причём эти средние значения для одних тематических направлений значительно отличаются от средних значений, полученных для других тематических направлений в пределах данного типа КАУР. Это показывает влияние тематической направленности на информационную активность разработчиков. Что же касается среднего уровня активного ИО, то здесь превалирует явное его увеличение, особенно, если сравнивать показатели этого вида обеспечения КАУР-4М, КАУР-6 и КАУР-6М.

КАУР-4М это разработки середины 90-х годов прошлого столетия, а КАУР-6М – современные. За истекший период ракетно-космическая техника ушла вперед, ТТХ всех типов КАС потерпели коренные изменения, соперничество на рынке космических услуг привело к тому, что ликвидация «инновационного разрыва» эволюционными новациями не устраивает потенциальных заказчиков: одно из приоритетных условий выживания на рынке космических систем не только создание конкурентоспособных КА по меркам сегодняшнего времени, но и создание задела на будущее – радикальные решения, заложенные в текущий проект, являются эволюционными для перспективных КА. Это действует закон преемственности информационных ресурсов [4]. Основной вклад для ликвидации «инновационного разрыва» происходит за счет стабильного и активного ИО, а уровень пассивного ИО падает. Показатели распределения средних уровней ИО процесса создания КА обнаруживают характерные черты, присущие распределениям, полученным в других отраслях техники, что позволяет сформулировать закон информационного обеспечения инновационной деятельности: каждый сложный технический объект для поддержания своей конкурентоспособности стремится перейти от пассивного уровня ИО к активному уровню.

Использование этого закона будет способствовать разработке оптимальной стратегии ИО процессов создания сложных технических объектов РКТ, позволит определить новационные потребности разработчиков, дать всестороннюю оценку нововведениям и осуществить их использование для поддержания конкурентоспособности производимой продукции.

Литература

1.Экспресс-информация. Серия 1. Ракетная и космическая техника.– № 37(2909) –11сентября 2015г. –ЦНИИМАШ.

2. Туркенич, Р. П. Экспертная оценка инновационной деятельности при разработке космической техники / Р.П. Туркенич, А.А. Носенков //Информация и Космос. – 2015. – № 1. – С. 9–14.

3. Туркенич, Р. П. Создание конкурентоспособных КА на основе эффективного управления объектами интеллектуальной собственности / Р.П. Туркенич, Ю.В.Вилков // Наукоемкие технологии. – 2015. – Т. 16. – № 3. – С. 17–22.

4. Туркенич, Р. П. Информационные ресурсы процесса создания современных космических аппаратов связи / Р.П. Туркенич, А.А. Носенков, В.В. Двирный // Информационные ресурсы России. – 2012. – № 4. – С. 8–10.