

## МЕТОД ОЦЕНКИ ДОСТИЖИМОГО УРОВНЯ ОСНОВНЫХ ТАКТИКО-ТЕХНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПЛАНИРУЕМЫХ К РАЗРАБОТКЕ ПЕРСПЕКТИВНЫХ ОБРАЗЦОВ РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОЙ ТЕХНИКИ НА ОСНОВЕ АНАЛИЗА УРОВНЯ ГОТОВНОСТИ ТРЕБУЕМЫХ ДЛЯ ИХ СОЗДАНИЯ ТЕХНОЛОГИЙ

А.М. Пирогова, Е.Т. Шевчук  
(ФГУП ЦНИИмаш)

*Предложен метод оценки достижимого уровня основных тактико-технических характеристик (ТТХ) планируемых к разработке перспективных образцов ракетно-космической техники (РКТ), в основе которого анализ уровня готовности требуемых для их создания технологий и прогноз на кратко-, средне- и долгосрочную перспективу предельных возможностей технологий.*

**Ключевые слова:** научно-технический задел, уровень готовности технологий, ракетно-космическая техника, тактико-технические характеристики.

Создавать перспективные, отличающиеся большей сложностью образцы ракетно-космической техники (РКТ), способные решать в будущем новые целевые задачи, возможно только при наличии научно-технического задела – совокупности разработанных базовых и критических технологий, отработанных новых технических решений и технологических процессов, предназначенных для использования при разработке, производстве и эксплуатации образцов РКТ. Наличие научно-технического задела рассматривается как одно из важнейших условий создания перспективных образцов РКТ, прогнозирования технологического развития ракетно-космической промышленности, отражения наиболее важных научно-технических и технологических приоритетов для динамичного развития других отраслей промышленности и опережающего развития наукоёмких технологий, ориентированных на научно-технологический прорыв.

Эффективное использование опережающего научно-технического задела позволяет прогнозировать развитие критических технологий на краткосрочный (3 – 4 года), среднесрочный (5 – 10 лет) и долгосрочный периоды (10 – 20 лет), определять те технологии, которые могут значительно повысить эффективность и улучшить тактико-технические характеристики (ТТХ) перспективной РКТ и её ключевых элементов. При этом необходимо владение информацией об уровне готовности технологий, конструкций и производственной базы в конкретных применениях для оценки достижимого уровня основных ТТХ планируемых к разработке образцов РКТ.

Оценка степени готовности технологий в матрице ТТХ – эффективность – ресурсы – время позволяет:

- обеспечить постоянный контроль и внесение соответствующих корректив, направленных на устранение рисков или их минимизацию;
- управлять научными, конструкторскими и технологическими рисками;
- учитывать возможное «устаревание» технологий;
- отбирать и реализовывать наиболее перспективные технологии;
- принимать рациональные решения по выбору из числа альтернативных вариантов наиболее эффективные.

На рис. 1 представлена принятая в мире система оценки уровня готовности технологий, включающая десять уровней, начиная от прикладных исследований и вплоть до внедрения готовых технологий [1]. Как видно из рис. 1, разработка технологий, находящихся на начальных уровнях готовности, связана со значительным риском и не всегда приводит к промышленному использованию.

Оценка и управление научными и технологическими рисками и полная реализация новых критических технологий, как видно из рис. 1, должны основываться на своевременном и точном знании уровня готовности и степени завершенности критических технологий, сдерживающих разработку перспективной РКТ и определяющих достижимый уровень её основных ТТХ.

В качестве примера оценки достижимого уровня основных ТТХ, планируемого к разработке перспективного широкозахватного многоспектрального ИК-радиометра высокого разрешения предлагается метод анализа уровня готовности критических технологий, сдерживающих его создание, в виде «дорожной карты» – «уровень готовности – ТТХ – время» [2 – 3].

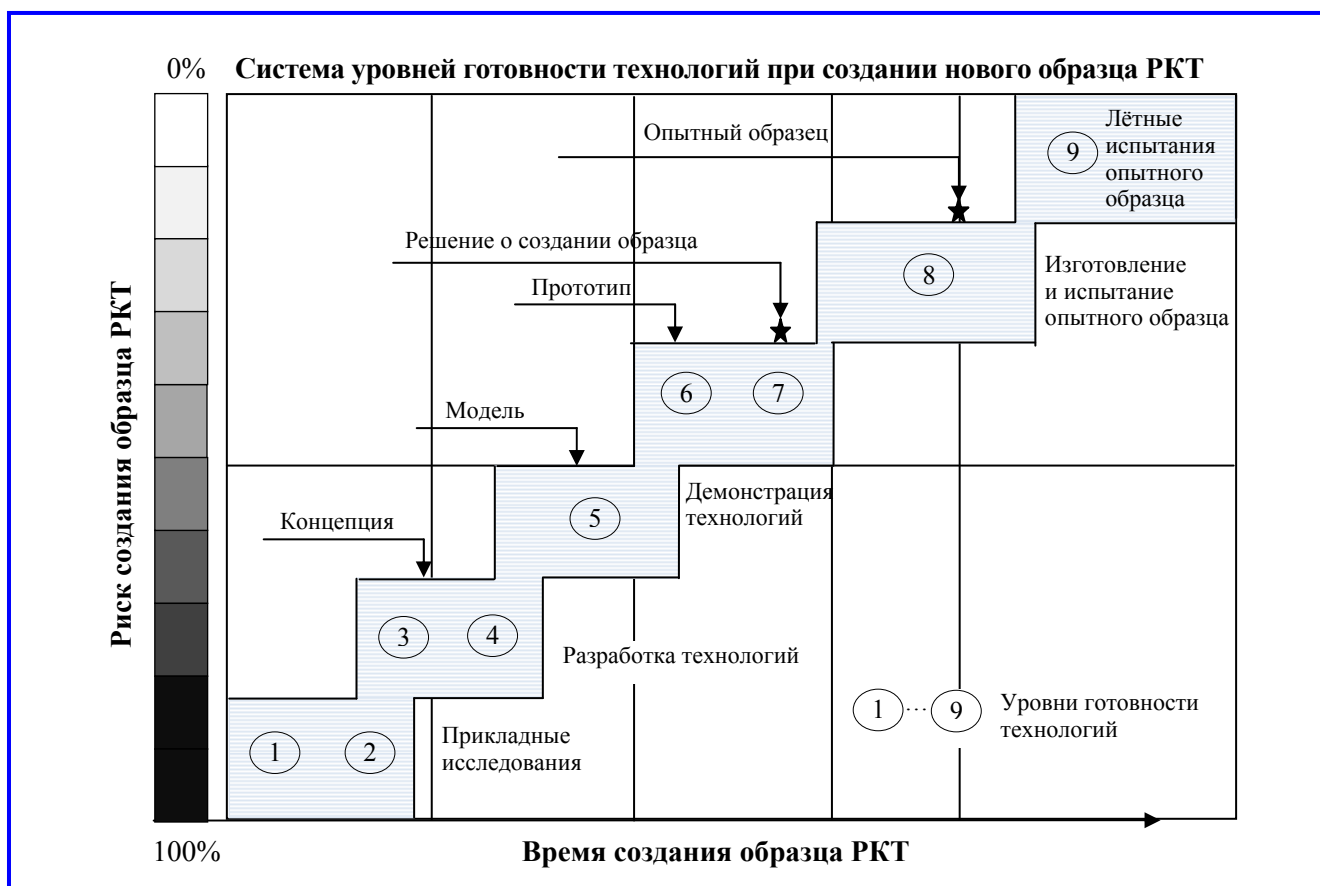


Рис. 1. Принятая в мире система оценки уровня готовности технологий

На рис. 2 представлен пример оценки достижимого уровня основных ТТХ многоканального широкозахватного ИК-радиометра высокого разрешения, предназначенного для одновременной съёмки в нескольких полосах теплового диапазона, а также обнаружения объектов наземного и подземного базирования и их регистрации на основе анализа уровня готовности критических технологий, определяющих эти характеристики, в период до 2025 г.

Основными критическими технологиями создания такого радиометра являются технологии производства высокочувствительных малошумящих матричных фотоприёмников в диапазоне 1 – 16 мкм, криогенных машин с высокой надёжностью и холодпроизводительностью, а также разработка и сертификация эталонных средств измерения и калибровки спектральных приборов ИК-диапазона с высокими техническими характеристиками.

Оценка уровня готовности этих критических технологий позволяет прогнозировать создание к 2025 г. многоспектрального ИК-радиометра для перспективных КА природоресурсного назначения и мониторинга чрезвычайных ситуаций, обеспечивающего пространственное разрешение 10 м в полосе

захвата 20 км, спектральный диапазон 2,1 – 13 мкм, количество спектральных каналов – 7, температурное разрешение в длинноволновом ИК-диапазоне – 0,05 – 0,1 К и в средневолновом ИК-диапазоне – 0,2 – 0,5 К [2].

Предложенные принципы оценки степени завершённости разработки технологий, приоритетных направлений их развития для конкретной системы, конкретной реализации в конкретных проектах, в основу которых положено определение уровня готовности технологий, позволяют:

- обосновывать характеристики перспективных образцов РКТ;
- способствовать сокращению сроков удовлетворения вновь возникающих требований к техническим характеристикам образцов РКТ;
- прогнозировать повышение темпов создания РКТ за счёт своевременного выявления перспективных научных и технических идей, которые могут быть использованы для создания перспективных образцов РКТ;
- производить оценку развития научно-технологической базы при создании перспективных образцов РКТ;

Создание многоспектрального ИК-радиометра для перспективных КА природоресурсного назначения и мониторинга чрезвычайных ситуаций	Уровни готовности технологий						
	Годы						
	2013	2015	2017	2019	2021	2023	2025
	Достижимый уровень ТТХ						
4	5		6		7	8	
	Пространственное разрешение 10 м в полосе захвата 20 км. Спектральный диапазон 2,1 – 13 мкм. Количество спектральных каналов – 7; температурное разрешение в длинноволновом ИК-диапазоне – 0,05 – 0,1 К и в средневолновом ИК-диапазоне – 0,2 – 0,5 К						
Критические технологии создания перспективного ИК-радиометра							
Технологии создания оптической системы широкозахватной оптоэлектронной аппаратуры спектрального диапазона 0,4 – 26 мкм	6	7	8				
	Угол сканирования – 15°; угловое разрешение – $5 \cdot 10^{-5}$ рад; диаметр входного зрачка – 225 мм						
Технологии производства высоко-чувствительных малозумящих матричных фотоприёмников (ФПУ) в диапазоне 1 – 16 мкм	6	7	8				
	На спектральные диапазоны 3,5 – 4,1 мкм и 8 – 12,5 мкм разработано ФПУ на основе CdHgTe форматом 576 × 4, работающее в низкофоновом режиме при температуре – 65К						
Технологии производства криогенных машин с высокой надёжностью и холодопроизводительностью на рабочие температуры 50 – 80 К	6	7	8				
	Холодопроизводительность – единицы Вт, ресурс – более 30000 ч						
Разработка и сертификация эталонных средств измерения и калибровки спектральных приборов ИК-диапазона	6	7	8				
	Источник калибровки – абсолютно чёрное тело на диапазон Т-210 – 600 К, погрешность до 0,5%						

**Рис. 2. Пример оценки достижимого уровня основных ТТХ планируемого к разработке многоканального широкозахватного ИК-радиометра, на основе анализа уровня готовности требуемых для его создания критических технологий**

- формировать долгосрочный прогноз развития планируемых к разработке перспективных образцов РКТ и их ключевых элементов, новых принципов построения средств на основе решения научно-технических и технологических проблем создания новых производственных технологий, материалов с новыми свойствами и отечественной элементной базы, обеспечивающих получение требуемых ТТХ РКТ на определённом временном интервале;
- прогнозировать разработки приоритетного ряда целевых приборов и служебных модулей перспективных космических систем и комплексов различного целевого назначения;
- совершенствовать механизм планирования, обоснования и реализации долгосрочных про-

грамм развития ракетно-космической техники и технологий.

**Литература**

1. О национальном плане развития науки и технологий в авиационной отрасли на период до 2025 года и на дальнейшую перспективу / А. Б. Слешин, А. В. Дутов, Д. В. Мантуров [и др.] // Полёт. – М. : Машиностроение, 2013. – № 1. – С. 5 – 15.
2. Тенденции развития приборного ряда оптико-электронной аппаратуры Российского космического сегмента дистанционного зондирования Земли (2013 – 2030 гг.) / Н. Д. Данилов, Ф. Н. Любченко, Ю. П. Сырых [и др.] // Космонавтика и ракетостроение. – Королёв : ФГУП ЦНИИмаш, 2013. – № 4. – С. 5 – 25.
3. Обоснование требований к техническим характеристикам многоканальных радиометров ИК-диапазона высокого разрешения дистанционного зондирования

Земли, а также к принципам их построения и функционирования / Н. А. Брусник, А. К. Дмитриев, А. Н. Зайцева [и др.] // Космонавтика и ракетостроение. – Королёв : ФГУП ЦНИИмаш, 2013. – № 4. – С. 80 – 87.

*Поступила в редакцию 04.04.2014*

*Анна Михайловна Пирогова, канд. физ.-мат. наук, ведущий научный сотрудник, т. (495) 513-56-95, e-mail: ampirogova@rambler.ru.*

*Евгений Тимофеевич Шевчук, канд. техн. наук, ведущий научный сотрудник, т. (495) 513-48-14, e-mail: ampirogova@rambler.ru.*