

© Кондратенко А.Н., Лукьянчик В.В.  
Kondratenko A., Lukuanchik V.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ВОПРОСОВ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ МЕТРОЛОГИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОЙ ТЕХНИКИ

### STUDY OF ISSUES OF IMPROVEMENT METROLOGICAL SUPPORT ROCKET-SPACE TECHNOLOGY

**Аннотация.** Рассмотрены пути развития метрологического обеспечения создания конкурентоспособных изделий ракетно-космической техники. Установлено базовое значение уровня финансирования работ по совершенствованию метрологического обеспечения создания высокотехнологичных изделий, в том числе изделий двойного применения. Показана роль планирования работ по совершенствованию метрологического обеспечения ракетно-космической техники. Выявлено, что решение проблем по техническому переоснащению метрологических служб интегрированных структур Роскосмоса должно носить долговременный характер, базируясь на современных концепциях всеобщего управления качеством и конкурентоспособности военной продукции.

**Annotation.** The ways of development of metrological provision of creation of competitive products of rocket and space technology. Established baseline value level of financing of works on improvement of metrological support the creation of high-tech products, including products of dual application. The role of planning of works on improvement of metrological support of rocket and space technology. It is revealed that the solution of the problems of technical re-equipment of metrological services of the integrated structures of Roscosmos should be long-term in nature, based on modern concepts of total quality management and competitiveness of military products.

**Ключевые слова.** Метрология, метрологическая служба, ракетно-космическая техника, технология, качество, конкурентоспособность.

**Key words.** Metrology, in service of legal metrology, rocket-and space hardware, product life, technology, quality, competitive ability.

Анализ современного состояния проблемы управления качеством технологических процессов (ТП) сборки, монтажа, регулировки, настройки, испытаний конкурентоспособных изделий ракетно-космической техники (РКТ) свидетельствует о необходимости совершенствования форм и методов контроля за основными параметрами ТП, главным образом, в направлении повышения их точности и стабильности [1].

Точность относят к числу важнейших управляемых параметров, так как она в значительной мере предопределяет качество готовой продукции. Для поддержания точности технологического оборудования, обеспечивающих выполнение требований конструкторской и технологической документации при изготовлении изделий, определяют сроки, методы и средства проверок состояния технологического оборудования и оснастки на тех-

нологическую (геометрическую) точность. Важной составляющей поддержания заданного уровня качества изготовления высокотехнологичных изделий РКТ является периодическая аттестация технологических процессов (операций), исполнителей, рабочих мест, испытательного оборудования, методик измерений и т.д.

В настоящий момент важными направлениями совершенствования метрологического обеспечения РКТ на этапе производства являются мероприятия по внедрению современных методов и средств измерений, автоматизированного контрольно-измерительного оборудования, информационно-измерительных систем и комплексов, средств поверки и калибровки, разработанных головными и базовыми метрологическими службами интегрированных структур и организаций Роскосмоса в технологические процессы изготовления изделий РКТ.

---

Кондратенко Александр Николаевич – кандидат технических наук, начальник отделения, ФГУП «ЦНИИмаш»;  
Лукьянчик Владимир Владимирович – кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник, ФГУП «ЦНИИмаш», тел. 8 495 513-48-13.

Kondratenko Alexander – Ph.D., head of division, Federal state unitary enterprise «TsNIMash»;  
Lukuanchik Vladimir – Ph.D., senior researcher, FSUE «TsNIMash», tel. 8495 513-48-13.

Метрологическое обеспечение РКТ может также включать в себя различные мероприятия как организационно-методического, так и нормативно-технического характера, например:

- установление рациональной номенклатуры измеряемых параметров и оптимальных норм точности измерений;
- технико-экономическое обоснование и выбор средств измерений, испытаний и контроля;
- стандартизацию, унификацию и агрегатирование используемой контрольно-измерительной техники;
- разработку, внедрение и аттестацию современных методик выполнения измерений, испытаний, контроля;
- поверку и калибровку средств измерений;
- контроль за использованием контрольно-испытательной аппаратуры;
- разработку и внедрение стандартов предприятия по системе менеджмента качества в области обеспечения единства и точности измерений;
- проведение анализа состояния измерений и т.п.

Таким образом, состояние метрологического обеспечения процессов разработки, опытной отработки и серийного производства изделий РКТ двойного назначения на предприятиях ракетно-космической промышленности (РКП) является важным фактором в процессах управления качеством продукции [2].

Проведенный в 2011-2012 гг. мониторинг состояния технической базы обеспечения единства измерений, метрологических служб, нормативной и технической документации организаций РКП выявил ряд недостатков [3, 4]:

- невозможность формализации постановки отдельных задач анализа состояния средств измерений, метрологических служб, нормативной и технической документации в формах запросов и представления данных для достоверного и полного анализа состояния измерений при производстве РКТ;
- отсутствие в нормативной документации четких показателей и критериев оценки состояния метрологического обеспечения производства РКТ;
- отсутствие единого порядка разработки и внедрения основных (общесистемных) метрологических требований, правил и норм с учётом объемов, сложности и тематики работ по метрологическому обеспечению, специфики производственной деятельности организаций и предприятий РКП;
- отсутствие государственной программы модернизации и развития средств измерений при разработке и производстве изделий РКТ.

Анализ основных направлений развития комплекса организационно-технических мероприятий по метрологическому обеспечению разработки и производства перспективных изделий РКТ показал, что на сегодняшний день одним из актуальных направлений является создание и функционирование единой системы планирования работ по метрологическому обеспечению (МЛО) разработки и внедрения прогрессивных промышленных базовых и критических технологий [5] создания образцов ракетно-космической техники двойного применения.

Значительная часть научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ (НИОКР) по МЛО создания и производства изделий РКТ выполняются подразделениями и службами предприятий под научно-методическим руководством и при непосредственном участии метрологических служб в целях:

- достижения точности, достоверности и сопоставимости результатов измерений параметров и характеристик (параметров качества) изделий, технологических процессов и оборудования;
- обеспечения соответствия изделий обязательным требованиям государственного контракта, технических условий и нормативно правовым документам в области технического регулирования, космической деятельности, единства измерений с учетом требований государственных военных стандартов системы разработки и постановки продукции на производство, отраслевых стандартов метрологического обеспечения качества (ОСМОК);
- повышения производительности и экономии всех видов ресурсов, необходимых для разработки и производства изделий РКТ.

Для поддержания стабильного уровня метрологического обеспечения создания и производства высокотехнологичной продукции необходимо поддерживать финансирование мероприятий по модернизации метрологической базы предприятий и организаций не ниже мирового уровня 10-12 % от общего финансирования НИОКР по материаловедению, технологии машиностроения и приборостроения. На сегодняшний день общая доля финансирования работ по совершенствованию метрологического обеспечения создания и производства изделий РКТ составляет примерно 8-10%.

Превышают средний мировой уровень стабильности поддержания метрологического обеспечения при разработке РКТ технологии управления производством (около 38%), технологии контроля и управления качеством (около 35%), а также технологии проектирования

(около 20%). Недостаточная доля финансирования НИ-ОКР в области совершенствования метрологического обеспечения приходится на перспективные критические технологии (около 3%), прорывные критические технологии и производственные технологии (около 2%), технологии испытаний и моделирования (около 8%).

Уровень материально-технической поддержки метрологических работ должен определяться сложностью решаемой технической задачи; целесообразно установить законодательно минимальный относительный уровень финансирования таких работ не ниже 10%.

Динамика изменения объемов финансирования критических и базовых технологий за отчетный период с объемами финансирования технологий, решающих задачи метрологического обеспечения создания и производства изделий РКТ двойного применения соответственно для перспективных, прорывных критических и базовых технологий, в том числе производственных технологий, технологий управления производством РКТ, технологий контроля и управления качеством, технологий испытаний и моделирования, технологий моделирования создания и производства РКТ, представлена на рис.1–рис. 7.

С 2012 г. наблюдается увеличение годового объема финансирования работ по совершенствованию метрологического обеспечения создания и производства перспективных изделий РКТ.

Выполнение работ в условиях увеличения бюджетных инвестиций и реформирования ракетно-космической промышленности [4,6] по совершенствованию МЛО создания и производства перспективных кон-

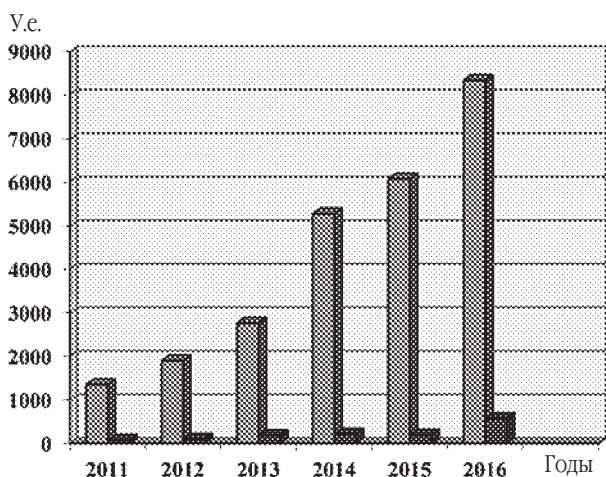


Рис. 1. Сравнительный анализ финансирования перспективных критических технологий:

- ▨ – объем финансирования перспективных критических технологий;
- – объем финансирования критических технологий по метрологии

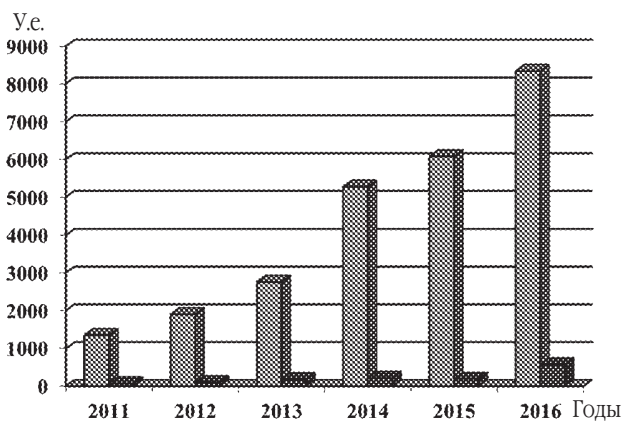


Рис. 2. Сравнительный анализ финансирования прорывных критических технологий:

- ▨ – объем финансирования перспективных базовых технологий;
- – объем финансирования промышленных технологий по метрологии

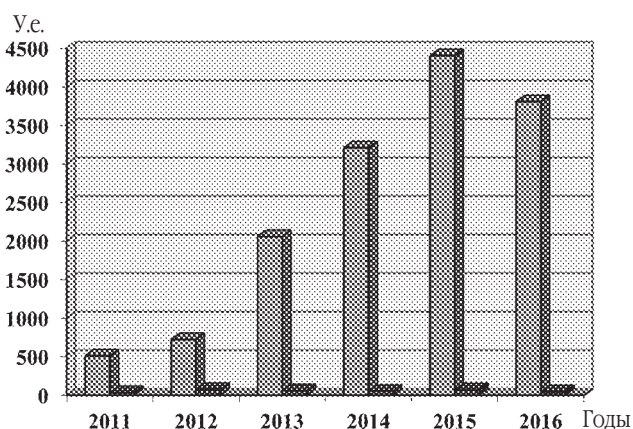


Рис. 3. Сравнительный анализ финансирования базовых производственных технологий:

- ▨ – объем финансирования базовых производственных технологий;
- – объем финансирования промышленных технологий по метрологии

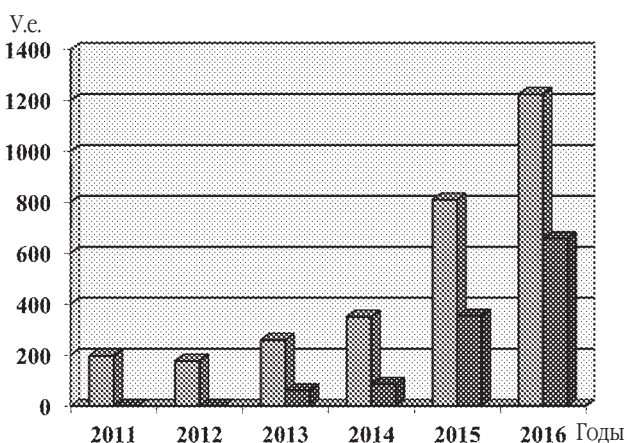


Рис. 4. Сравнительный анализ базовых технологий управления:

- ▨ – объем финансирования базовых технологий управления;
- – объем финансирования базовых технологий управления в области метрологии



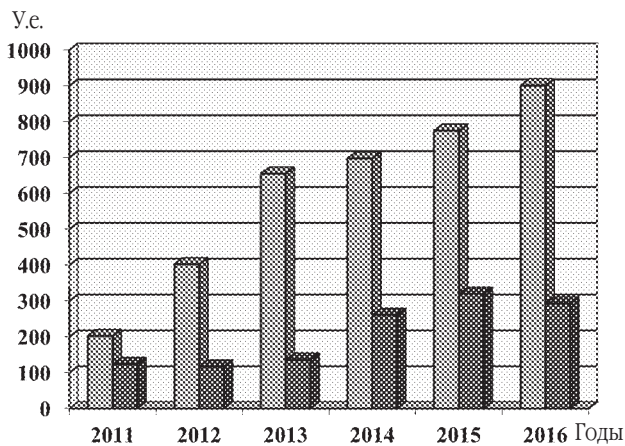


Рис. 5. Сравнительный анализ финансирования базовых технологий контроля и управления качеством:

▨ – объем финансирования базовых технологий контроля и управления качеством;  
 ▩ – объем финансирования базовых технологий контроля и управления качеством по метрологии

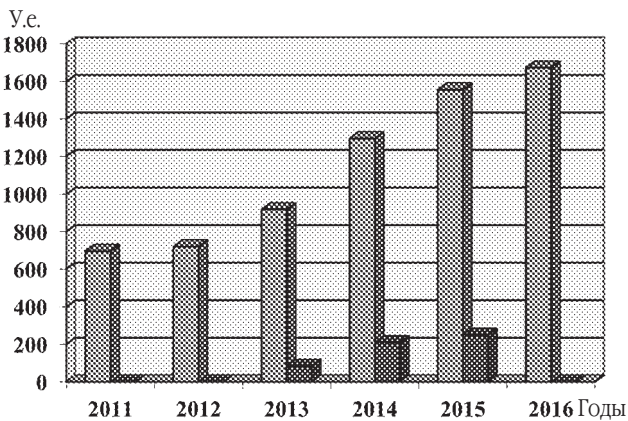


Рис. 6. Сравнительный анализ финансирования базовых технологий испытаний и моделирования:

▨ – объем финансирования базовых технологий испытаний и моделирования;  
 ▩ – объем финансирования базовых технологий испытаний и моделирования по метрологии

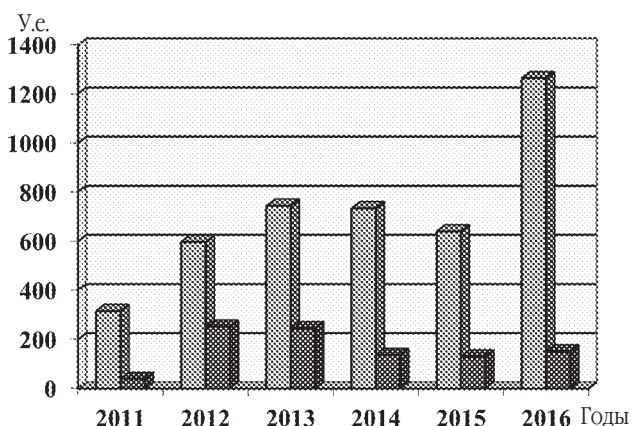


Рис. 7. Сравнительный анализ финансирования базовых технологий проектирования:

▨ – объем финансирования базовых технологий проектирования;  
 ▩ – объем финансирования базовых технологий проектирования по метрологии

курентоспособных изделий РКТ должно осуществляться в следующих направлениях:

- создание и использование рабочих эталонов, прецизионных средств измерений и других средств метрологического обеспечения (в частности, нестандартизованных, индикаторных, специальных технических средств контроля и измерений), обеспечивающих расширение диапазонов измерений, повышение точности и достоверности определения (измерения) параметров технологических процессов и характеристик изделий, необходимых для повышения уровня качества их изготовления;
- разработка и актуализация нормативно-технических и программно-методических документов по метрологическому обеспечению РКТ (методик, способов, методов измерений, правил, рекомендаций и норм), отвечающих действующим нормативно правовым актам Российской Федерации [7,8], международным директивам и стандартам;

- проведение мониторинга и оценки состояния МЛО контрольно-измерительного оборудования на предприятиях РКП с целью определения приоритетов в решении задач МЛО при формировании заявок на проведение работ по реконструкции и техническому перевооружению технологических баз предприятий и организаций оборонно-промышленного комплекса.

Для обеспечения наиболее полного развития современной метрологической инфраструктуры для сохранения метрологической независимости России, обеспечения разработки и производства высокотехнологичной продукции, в том числе оборонного назначения, повышения конкурентоспособности отечественной промышленности, создания эталонов нового поколения на основе физических принципов и явлений, обеспечивающих измерение и контроль параметров в приоритетных направлениях российской экономики, необходимо решать вышеизложенные задачи МЛО РКТ в рамках как отдельной национальной программы (подпрограммы), так и межведомственной подпрограммы в интересах Роскосмоса и Минобороны России.

Учитывая особенности создания, производства и эксплуатации изделий РКТ [9], в том числе двойного назначения, было бы целесообразным разработать механизм формирования самостоятельной межотраслевой Программы совершенствования метрологического обеспечения создания перспективных конкурентоспособных изделий РКТ, которая должна содержать укрупненные мероприятия, направленные на совершенствование:

- средств метрологического обеспечения создания, производства и эксплуатации изделий РКТ, включа-

ющие: рабочие эталоны, прецизионные средства измерений, стандартные образцы состава и свойств вещества и материалов, обеспечивающие расширение диапазонов измерений, повышение точности и достоверности определения (измерения) параметров технологических процессов (операций) и характеристик изделий;

- нормативных и методических документов по МЛО изделий РКТ, отвечающие современным требованиям к разработке и производству военной продукции;

- результатов мониторинга состояния сопровождения проведения работ по реконструкции и техническому переоснащению метрологических баз интегрированных структур и головных предприятий и организаций РКП, специализированных метрологических центров.

Решающим направлением в системе глубокой перестройки (структурной, инвестиционной, технической и социальной) является разработка и практическая реализация неотложных мер по сохранению и омоложению научных кадров институтов метрологии, учитывая специфику и сроки подготовки специалистов в этих областях.

Движение к поставленной цели, в том числе выполнение первоочередных задач, требует полноценного (по составу и объему) ресурсного обеспечения.

В сложившихся условиях следует признать важнейшим вид ресурса, который может быть назван «статусным». Фактический статус метрологических работ и метрологических служб должен быть кардинально повышен: это является необходимым условием любых позитивных движений в данной области. Решить задачу повышения статуса метрологии в работе предприятий можно лишь в рамках решения проблемы качества и опираясь на систему качества.

Следующим по важности представляется кадровый ресурс. Он должен быть задействован во всех аспектах: создании необходимых финансовых условий и материального обеспечения работы персонала метрологических служб; привлечении молодых специалистов, их под-

готовке, передаче им производственного опыта. Главным условием привлечения молодых специалистов является высокий престиж метрологической деятельности; таким образом, перспективное решение кадровой проблемы обусловлено повышением статуса метрологии.

Материально-техническое обеспечение метрологических служб требует коренного улучшения: после продолжительного периода старения основных фондов без возобновления, на фоне упадка отечественного приборостроения, возникла настоятельная необходимость качественной модернизации парка образцовых средств измерений (эталонов). Эта задача должна решаться в рамках специальной государственной программы (раздела одной из федеральных целевых программ).

Финансирование метрологических работ должно быть перестроено в соответствии с определенной выше технической политикой: следует перейти от выделения средств по остаточному принципу к гарантированному финансированию в размере, не ниже законодательно установленного минимума, с учетом необходимости опережающего решения метрологических задач.

По финансовым соображениям невозможно, а иногда и не нужно, чтобы каждое предприятие имело собственное эталонное оборудование, коэффициент использования которого не превышает 15-25 %. Предприятия, входящие в объединенную ракетно-космическую корпорацию (например, территориально объединённые: Московский куст, Воронежский куст, Самарский куст и т.д.), должны участвовать в отраслевом сотрудничестве и отраслевом разделении труда.

В целом нужно констатировать, что проблема ресурсов метрологического обеспечения изделий РКТ двойного применения (военной продукции) представляет собой комплексную проблему, решение которой обусловлено технической политикой генерального заказчика-координатора федеральной космической программы России на период до 2025 года.

#### Литература

1. Артемьев АА, Лукьянчик ВВ. Совершенствование методов и подходов к управлению качеством технологических процессов изготовления сложных изделий ракетно-космической техники // *ж. Экономика и управление в машиностроении*. – 2013. – №1. – С. 51-55.
2. Лукьянчик ВВ. Определение уровня технического состояния и надежности космических аппаратов с учетом меняющихся условий их изготовления и эксплуатации // *ж. Измерительная техника*. – 2000. – № 4. С. 34-38.
3. Федеральная целевая программа «Национальная технологическая база» на 2007-2011 годы, утверждена постановлением Правительства Российской Федерации от 29.01.2007 №54.
4. Государственная программа Российской Федерации «Развитие промышленности и повышение её конкурентоспособности на период до 2020 года», распоряжение правительства Российской Федерации от 30 января 2013 г. №91-р «Об утверждении в новой редакции государственной программы «Развитие промышленности и повышение её конкурентоспособности».

5. Указ Президента Российской Федерации от 7 июля 2011 г. № 899 «Об утверждении приоритетных направлений развития науки, технологий и техники в Российской Федерации и перечня критических технологий Российской Федерации».
6. Указ Президента Российской Федерации от 02.12.2013 № 874 «О системе управления ракетно-космической отраслью».
7. Федеральный закон от 26.06.2008 №102-ФЗ «Об обеспечении единства измерений».
8. Закон Российской Федерации от 20.08.1993 № 5663-1 «О космической деятельности».
9. Волков Л.И. Безопасность ракетных и ракетно-космических комплексов. – М.: Издательство СИП РИА, 2002. – 136 с.

Материал поступил в редакцию 20. 08. 2014 г.