

ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ ПРОГРАММНЫХ СРЕДСТВ ИСПЫТАНИЙ ВОЕННОЙ ТЕХНИКИ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ. СОСТОЯНИЕ, ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ

И. В. Чащин¹, О. А. Ширямов², А. В. Колосова³, А. В. Протасова⁴

^{1,2,3,4} Военно-космическая академия имени А. Ф. Можайского, Санкт-Петербург, Россия
^{1,2,3,4} vka@mil.ru

Аннотация. *Актуальность и цели.* В настоящее время отсутствует единая система метрологических требований к программным средствам, используемым при испытаниях военной техники. *Материалы и методы.* Рассматриваются проблемные вопросы подтверждения соответствия программных средств испытаний военной техники метрологическим требованиям. *Результаты и выводы.* Предложены пути устранения существующих недостатков и формирования соответствующей системы подтверждения соответствия программных средств, используемых при испытаниях военной техники в рамках Минобороны России.

Ключевые слова: программные средства испытаний, подтверждение соответствия, метрологические требования, испытательное оборудование

Для цитирования: Чащин И. В., Ширямов О. А., Колосова А. В., Протасова А. В. Подтверждение соответствия программных средств испытаний военной техники метрологическим требованиям. Состояние, перспективы развития // Измерения. Мониторинг. Управление. Контроль. 2022. № 1. С. 47–55. doi:10.21685/2307-5538-2022-1-6

CONFIRMATION OF THE COMPLIANCE OF THE SOFTWARE FOR TESTING MILITARY EQUIPMENT WITH METROLOGICAL REQUIREMENTS. STATE, DEVELOPMENT PROSPECTS

I.V. Chashchin¹, O.A. Shiryamov², A.V. Kolosova³, A.V. Protasova⁴

^{1,2,3,4} Military Space Academy named after A.F. Mozhaisky, St. Petersburg, Russia
^{1,2,3,4} vka@mil.ru

Abstract. *Background.* Currently, there is no unified system of metrological requirements for software used in testing military equipment. *Materials and methods.* The article discusses the problematic issues of confirming the compliance of military equipment testing software with metrological requirements. *Results and conclusions.* The ways of eliminating the existing shortcomings and forming an appropriate system for confirming the conformity of software tools used in testing military equipment within the framework of the Russian Ministry of Defense are proposed.

Keywords: test software, confirmation of conformity, metrological requirements, test equipment

For citation: Chashchin I.V., Shiryamov O.A., Kolosova A.V., Protasova A.V. Confirmation of the compliance of the software for testing military equipment with metrological requirements. State, development prospects. *Izmereniya. Monitoring. Upravlenie. Kontrol' = Measurements. Monitoring. Management. Control.* 2022;(1):47–55. (In Russ.). doi:10.21685/2307-5538-2022-1-6

Введение

Обеспечение единства и точности измерений при создании образцов военной техники, включая стадию испытаний, является важной научной и практической задачей, стоящей перед военными метрологами и метрологами оборонно-промышленного комплекса.

Основными направлениями развития организационной основы метрологического обеспечения военной техники, вытекающими из законодательства Российской Федерации об обеспечении единства измерений и нормативных правовых актов в области обороны и безопасности государства, являются [1]:

– приведение действующих нормативных и методических метрологических документов в соответствие с новым метрологическим законодательством, гармонизация документов заказчиков и исполнителей государственного оборонного заказа;

– построение и совершенствование единой метрологической системы, обеспечивающей необходимый уровень качества измерений при создании и эксплуатации военной техники, выработка и реализация единой военно-технической политики по развитию методов и средств их метрологического обеспечения.

При испытаниях сложных образцов военной техники для сокращения объемов, сроков и стоимости натурных испытаний применяется компьютерное моделирование [2, 3]¹. Специализированные программные средства, применяемые для компьютерного моделирования, должны имитировать условия испытаний в заданных диапазонах значений внешних и внутренних влияющих параметров с требуемой точностью. В настоящее время отсутствуют нормативные документы, регламентирующие метрологические требования к таким программным средствам и методики подтверждения выполнения этих требований, а также требование обязательного подтверждения соответствия таких программных средств.

В статье проводится анализ нормативных документов, на основе результатов которого сформированы предложения по формированию системы подтверждения соответствия метрологических характеристик программных средств испытаний требованиям законодательства по обеспечению единства измерений в области обороны и безопасности государства.

Терминология в области подтверждения соответствия программных средств испытаний военной техники метрологическим требованиям

Термины и их определения являются важнейшим элементом методологии военно-научных исследований и решения прикладных военно-технических проблем. Основной целью работ по совершенствованию понятийного аппарата является формирование устойчивой системы понятий, основанной на возможно меньшем числе независимых исходных понятий. Необходимо построить полную и непротиворечивую систему понятий, соответствующую актуальному состоянию предметной области [4, 5].

В области испытаний и контроля качества продукции основным терминологическим стандартом уже долгие годы является ГОСТ 16504-81 «Система государственных испытаний продукции. Испытания и контроль качества продукции. Основные термины и определения»². Основные положения данного стандарта соответствуют и современным требованиям. Большинство стандартов в области контроля качества продукции, испытаний, подтверждения соответствия, сертификации, аттестации и т.д. используют терминологию, представленную в данном ГОСТе.

С развитием и широким использованием компьютерных технологий назрела необходимость внесения отдельных уточнений и дополнений в этот ГОСТ.

В соответствии с ГОСТ 16504-81, испытания – экспериментальное определение количественных и (или) качественных характеристик свойств объекта испытаний как результата воздействия на него, при его функционировании, при моделировании объекта и (или) воздействий. Необходимо обратить внимание на то, что в процесс испытаний было включено и моделирование как самого объекта испытания, так и воздействующих факторов.

Испытания с использованием моделей включают проведение расчетов на математических моделях объектов испытаний и (или) воздействий на него в сочетании с натурными испытаниями объекта и его составных частей (опытно-теоретический метод испытаний), а также применение физических моделей объекта испытаний или его составных частей. Данные натурных испытаний необходимы в качестве исходных данных для моделирования, а также используются для проверки правильности функционирования объекта испытаний.

Средство испытаний – техническое устройство (вещество) и (или) материал для проведения испытаний. В данное понятие не включены программные средства, математические,

¹ ГОСТ Р 57412-2017. Компьютерные модели в процессах разработки, производства и эксплуатации изделий. Общие положения.

² ГОСТ 16504-81. Система государственных испытаний продукции. Испытания и контроль качества продукции. Основные термины и определения.

информационные, имитационные, компьютерные модели, которые применяются при проведении испытаний.

Программное средство – объект, состоящий из программ, процедур, правил, а также, если предусмотрено, сопутствующих их документации и данных, относящихся к функционированию системы обработки информации. Термин «программное средство» включает в себя как частный случай объем понятия «программное обеспечение»¹.

Исходя из положений ГОСТ 16504-81, ГОСТ 28806-90 и сложившейся практики, программные средства (программы, программное обеспечение и т.д.), используемые при испытаниях, целесообразно отнести к средствам испытаний.

Предлагается расширить понятие «средство испытаний» и его определение изложить в следующей редакции: средство испытаний – техническое устройство (вещество), программное средство и (или) материал для проведения испытаний. Это позволит распространить требования, предъявляемые к средствам испытаний и на программные средства, используемые при испытаниях.

Под аттестацией испытательного оборудования понимается определение нормированных точностных характеристик испытательного оборудования, их соответствия требованиям нормативно-технической документации и установление пригодности этого оборудования к эксплуатации².

Предлагается дополнительно ввести термин – «аттестация программных средств испытаний» со следующим определением: аттестация программных средств испытаний – определение нормированных точностных характеристик программных средств испытаний, их соответствия требованиям нормативно-технической документации и установление пригодности этого программных средств к эксплуатации.

Также необходимо терминологию дополнить терминами «валидация программных средств испытаний» и «верификация программных средств испытаний»:

– верификация программных средств испытаний – процесс определения соответствия программных средств испытаний математической модели. Верификация обеспечивает обоснование того, что программное средство испытаний при определенных параметрах рассчитывает математическую модель правильно и с соответствующей точностью;

– валидация программных средств испытаний – процесс определения соответствия программных средств испытаний реальному миру. Валидация обеспечивает обоснование того, что программное средство испытаний в заявленной области применения позволяет правильно и с определенной точностью моделировать реальные процессы.

К воспроизведению условий испытаний и к результатам испытаний предъявляются требования по точности. Программные средства, применяемые для испытаний, должны имитировать условия испытаний в заданных диапазонах влияющих параметров с требуемой точностью и гарантировать качество испытаний. Следовательно, и к программным средствам испытаний необходимо предъявлять метрологические требования.

Под метрологическими требованиями к программным средствам испытаний понимаются требования к влияющим на результат и показатели точности программных средств испытаний, а также к условиям, при которых эти характеристики (параметры) должны быть обеспечены.

Под метрологической характеристикой программного средства испытаний предлагается понимать характеристику одного из свойств программного средства испытаний, влияющего на результат и показатели точности испытаний.

Требования нормативных документов к подтверждению соответствия программных средств испытаний военной техники метрологическим требованиям

Подтверждение соответствия – документальное удостоверение соответствия продукции или иных объектов, процессов проектирования (включая изыскания), производства, строи-

¹ ГОСТ 28806-90. Качество программных средств. Термины и определения.

² ГОСТ 16504-81. Система государственных испытаний продукции. Испытания и контроль качества продукции. Основные термины и определения.

тельства, монтажа, наладки, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации и утилизации, выполнения работ или оказания услуг требованиям технических регламентов, документам по стандартизации или условиям договоров¹.

Формы подтверждения соответствия приведены на рис. 1, а структура нормативной базы – на рис. 2.

Особенности оценивания соответствия военной техники регламентируются Положением об особенностях оценки соответствия оборонной продукции (работ, услуг), поставляемой по государственному оборонному заказу, процессов проектирования (включая изыскания), производства, строительства, монтажа, наладки, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации, утилизации и захоронения указанной продукции, которое утверждено постановлением Правительства РФ от 11 октября 2012 г. № 1036².



Рис. 1. Формы подтверждения соответствия



Рис. 2. Нормативная база сертификации

¹ О техническом регулировании : федер. закон № 184-ФЗ от 27.12.2002.

² Об особенностях оценки соответствия оборонной продукции (работ, услуг), поставляемой по государственному оборонному заказу, процессов проектирования (включая изыскания), производства, строительства, монтажа, наладки, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации, утилизации и захоронения указанной продукции : постановление Правительства РФ № 1036 от 11 октября 2012 г.

Особенностями оценивания соответствия военной техники являются:

- установление государственными заказчиками оборонного заказа обязательных требований, форм и правил оценки соответствия, обеспечивающих пригодность и готовность военной техники к эффективному применению (использованию) в соответствии с назначением в той мере, в которой это необходимо для нужд обороны страны и безопасности государства;
- приоритетное и гарантированное выполнение головным исполнителем (исполнителем) оборонного заказа обязательных требований государственного заказчика (заказчика);
- обязательное применение и исполнение документов в области стандартизации оборонной продукции (работ, услуг);
- особенности аккредитации органов по сертификации и испытательных лабораторий (центров), выполняющих работы по оценке соответствия военной техники.

Оценивание соответствия военной техники осуществляется в формах: государственного контроля (надзора); испытаний; измерений; контроля качества; проверки; приемки (государственной приемки); разрешения на ввод в эксплуатацию объекта, строительство которого закончено; разрешения на применение; экспертизы; подтверждения соответствия; в иных формах, определяемых государственными заказчиками¹.

Формы оценивания соответствия военной техники должны быть установлены в государственном контракте (договоре) с учетом суммарного риска недостоверной оценки соответствия и вреда при создании и применении военной техники в мирное время, а также ее технической сложности и значимости для нужд обороны страны и безопасности государства.

Правила оценивания соответствия регламентируются документами в области стандартизации оборонной продукции и (или) технической документацией. Перечень указанных документов, применяемых для оценивания соответствия, должен быть включен в государственный контракт (договор).

В табл. 1 приведены основные действующие нормативные документы, требования которых могут быть распространены на программные средства испытаний военной техники.

Таблица 1

Нормативные документы, регламентирующие требования к подтверждению соответствия программных средств испытаний военной техники

Группа требований	Нормативный документ
Требования к испытательному оборудованию	Федеральный закон от 26.06.2008 № 102-ФЗ «Об обеспечении единства измерений», ГОСТ 16504-81, ГОСТ Р 8.568-2017, ГОСТ РВ 0008–001-2013, ГОСТ РВ 0008–002-2013, ГОСТ РВ 0015–002
Требования к программным средствам	Федеральный закон от 26.06.2008 № 102-ФЗ «Об обеспечении единства измерений», ГОСТ 19781-90, ГОСТ 28195-99, ГОСТ 28806-90, ГОСТ Р 8.654-2015, ГОСТ Р 51189-98, ГОСТ Р 51904-2002, ГОСТ Р 56569-2015, ГОСТ Р 56713-2015, ГОСТ Р56920-2016, ГОСТ Р 57412-2017, ГОСТ Р 57700.1-2017, ГОСТ Р 57700.2-2017, ГОСТ Р ИСО/МЭК 12119-2000, ГОСТ Р ИСО МЭК 9126-93, ГОСТ РВ 0019-001-2006, ГОСТ РВ 51717-2001, ГОСТ РВ 51719-2001 и др.
Требования к моделированию	ГОСТ Р 57188-2016, ГОСТ Р 57412-2017, ГОСТ Р 57700.1-2017, ГОСТ Р 57700.2-2017 и др.
Требования к метрологическим характеристикам	Федеральный закон от 26.06.2008 № 102-ФЗ «Об обеспечении единства измерений», ГОСТ Р 8.654-2015, ГОСТ РВ 0008-001-2013, МИ 1317-86 и др.

Единство измерений в организациях и на предприятиях должно обеспечиваться проведением ряда мероприятий, включая аттестацию испытательного оборудования. Аттестация испытательного оборудования регламентируется ГОСТ Р 8.568, ГОСТ РВ 0008 – 002, а также другими действующими нормами и правилами в области метрологического обеспечения².

¹ Указ. соч.

² ГОСТ РВ 0008-001-2013. Государственная система обеспечения единства измерений. Обеспечение единства измерений при выполнении государственного оборонного заказа. Общие требования к организации и порядку проведения метрологических работ. ; ГОСТ РВ 0015–002-2011 СРПП. Система менеджмента качества. Общие требования.

В соответствии с ГОСТ 0008-002-2013 и ГОСТ Р 8.568-2017 основной целью аттестации испытательного оборудования является подтверждение характеристик испытательного оборудования и возможности воспроизведения условий испытаний в заданных пределах с допускаемыми отклонениями, а также установление годности использования испытательного оборудования для испытаний оборонной продукции с целью оценки ее соответствия требованиям, установленным в технической документации¹.

В процессе аттестации необходимо определить диапазоны воспроизводимых испытательным оборудованием условий (режимов испытаний, нагрузок и т.д.) и фактические значения погрешностей их задания в соответствии с назначением данного испытательного оборудования и заданных условиях испытаний.

Программные средства испытаний военной техники испытательным оборудованием не являются и требования вышеуказанных ГОСТов на них не распространяются.

Оценка качества программного средства – совокупность операций, включающих выбор номенклатуры показателей качества оцениваемого программного средства, определение значений этих показателей и сравнение их с базовыми значениями² [15].

Выбор номенклатуры показателей качества для конкретного программного средства должен проводиться с учетом его назначения и требований области использования.

Общие положения испытаний программных средств изложены в ГОСТ РВ 51719-2001. Испытания проводят с целью оценки соответствия ее количественных и качественных характеристик заданным требованиям. Испытания программных средств осуществляют в процессе сертификации, аттестации, оценивании качества на всех стадиях жизненного цикла. Номенклатура показателей качества и характеризующие свойства программных средств установлены в ГОСТах³. В указанных стандартах отсутствуют требования к метрологическим характеристикам программных средств.

Оценивание соответствия установленным требованиям программного обеспечения измерений, не являющегося составной частью средств измерений, должно осуществляться в форме его аттестации в порядке, установленном Минпромторгом России, а для средств измерений военного назначения – соответствующими федеральным органом исполнительной власти, выполняющими функции государственного заказчика⁴.

Программные средства испытаний военной техники не являются программным обеспечением средств измерений и требования ГОСТ Р 8.654-2015 на такие программные средства не распространяются⁵.

Требования к компьютерным моделям, разрабатываемым на стадиях жизненного цикла изделия, должны устанавливаться в технических заданиях согласно ГОСТам⁶. Форму представления и порядок проверки, согласования и утверждения компьютерной модели для каждой стадии разработки и этапа выполняемых работ должен определять разработчик, если иное не установлено в техническом задании. Для компьютерных моделей изделий, разрабатываемых по государственному оборонному заказу, это решение должно быть согласовано с заказчиком (военным представительством) в соответствии с действующими нормативными документами.

¹ ГОСТ РВ 0008-002-2013. Государственная система обеспечения единства измерений. Аттестация испытательного оборудования, применяемого при оценке соответствия оборонной продукции. Организация и порядок проведения. ; ГОСТ Р 8.568-2017. Государственная система обеспечения единства измерений. Аттестация испытательного оборудования. Основные положения.

² ГОСТ 28195-99. Оценка качества программных средств. Общие положения.

³ ГОСТ РВ 51719-2001. Испытания программной продукции. Общие положения.

⁴ ГОСТ 28806-90. Качество программных средств. Термины и определения. ; ГОСТ 28195-99. Оценка качества программных средств. Общие положения. ; ГОСТ Р ИСО МЭК 9126-93. Информационная технология. Оценка программной продукции. Характеристики качества и руководства по их применению.

⁵ ГОСТ РВ 0008-001-2013. Государственная система обеспечения единства измерений. Обеспечение единства измерений при выполнении государственного оборонного заказа. Общие требования к организации и порядку проведения метрологических работ.

⁶ ГОСТ Р 8.654-2015. Государственная система обеспечения единства измерений. Требования к программному обеспечению средств измерений. Основные положения.

Общие положения сертификации программного обеспечения компьютерного моделирования, применяемого на различных стадиях жизненного цикла продукции, определены в ГОСТ Р 57700.2-2017¹. Сертификация программного обеспечения компьютерного моделирования по данному ГОСТу является формой добровольного подтверждения соответствия согласно статье 21². Порядок использования сертифицированного программного обеспечения компьютерного моделирования для подтверждения характеристик продукции устанавливается в нормативных документах организации, применяющей программное обеспечение компьютерного моделирования.

В соответствии с действующим законодательством программные средства испытаний военной техники не подлежат обязательному подтверждению соответствия, так как испытательным оборудованием не являются и не относятся к программному обеспечению средств измерений. Кроме того, в соответствии с ГОСТ РВ 0008-001-2013, федеральным законом № 102-ФЗ от 26.06.2008 процедура аттестации по отношению к программным средствам измерений не предусмотрена.

Документы, регламентирующие формы, порядок и правила задания метрологических требований и подтверждения соответствия программных средств испытаний военной техники, не разработаны.

Система подтверждения соответствия программных средств испытаний военной техники метрологическим требованиям

В настоящее время в Минобороны России отсутствуют требования к метрологическим характеристикам программных средств испытаний военной техники и система подтверждения соответствия таких программных средств.

В современных условиях в целях обеспечения единства измерений в сфере обеспечения обороны и безопасности государства при проведении испытаний военной техники с использованием программных средств испытаний необходимо:

1. Сформировать систему подтверждения соответствия программных средств испытаний метрологическим требованиям.
2. Уточнить и разработать ряд нормативных документов Минобороны России, определяющих метрологические требования к программным средствам испытаний, моделям, процедуре подтверждения соответствия программных средств испытаний.
3. Сформировать фонд программных средств испытаний военной техники, прошедших все необходимые процедуры подтверждения соответствия метрологическим требованиям.
4. Предусмотреть при выполнении государственного оборонного заказа обязательность применения только программных средств испытаний военной техники с подтвержденными метрологическими характеристиками.
5. Обеспечить доступ всем заинтересованным участникам процесса создания образцов военной техники к программным средствам испытаний военной техники, прошедшим процедуру подтверждения соответствия метрологическим требованиям.

Для подтверждения соответствия программных средств испытаний военной техники необходимо сформировать соответствующую структуру, в которую должны входить организации Минобороны России, проводящие работы в области испытаний, метрологического обеспечения, сопровождения разработки и производства военной техники.

Для формирования фонда документов по стандартизации в области программных средств испытаний военной техники необходимо:

- внести дополнения и изменения в ГОСТ 16504-81 в части учета особенностей испытаний с использованием моделей и программных средств испытаний;

¹ ГОСТ Р 57412-2017. Компьютерные модели в процессах разработки, производства и эксплуатации изделий. Общие положения. ; ГОСТ Р 15.201-2000. Система разработки и постановки продукции на производство. Продукция производственно-технического назначения. Порядок разработки и постановки продукции на производство.

² ГОСТ Р 57700.2-2017. Численное моделирование для разработки и сдачи в эксплуатацию высокотехнологичных промышленных изделий. Сертификация программного обеспечения. Общие положения.

- разработать ГОСТ РВ Программные средства испытаний военной техники. Термины и определения;
- разработать ГОСТ РВ Программные средства испытаний военной техники. Метрологические требования;
- разработать ГОСТ РВ Программные средства испытаний военной техники. Порядок и методики подтверждения соответствия программных средств испытаний военной техники.

Кроме того, необходимо рассмотреть вопрос разработки военных стандартов, регламентирующих метрологические требования к программным средствам испытаний различных видов военной техники с учетом особенностей их разработки, производства, применения, утилизации и т.д.

Заключение

Современная военная техника постоянно усложняется, растет количество составных частей, узлов, агрегатов и т.д., объединяемых сложными связями. Для испытаний сложных образцов военной техники создаются программные средства испытаний, которые должны учитывать характеристики рассматриваемых объектов и условия их функционирования. В таких программных средствах используются модели объектов испытаний. Какой бы сложной ни была модель, она является лишь приближенным отображением реального объекта при принятых допущениях и ограничениях, поэтому оценивание адекватности и точности таких моделей является важнейшей задачей, так как испытания на неадекватных моделях могут приводить к неверным результатам. При программной реализации модели могут вноситься дополнительные погрешности, которые обусловлены как свойствами самих программ, так и неполным учетом возможности внешнего воздействия на них.

Исходя из положений ГОСТ 16504-81 и сложившейся практики, программные средства испытаний целесообразно отнести к испытательному оборудованию, а результаты испытаний должны быть получены при условии обеспечения единства измерений, т.е. с оцениванием показателей точности, достоверности, воспроизводимости результатов испытаний и измерений, выражением результатов испытаний и измерений в допущенных к применению в Российской Федерации единицах величин.

Все это приводит к необходимости создания системы подтверждения соответствия программных средств испытаний военной техники. Однако в настоящее время нет единой системы нормативных документов (ГОСТ Р, ГОСТ РВ, НТД системы ОТТ и т.д.), охватывающей все группы требований к программным средствам испытаний, включая метрологические требования.

Одним из наиболее важных направлений стандартизации является разработка стандартов, устанавливающих метрологические требования к программным средствам испытаний военной техники, а именно: требования к достоверности, точности испытаний, адекватности используемых в их составе моделей реальным объектам и т.д.

Формирование организационной структуры и нормативно-правовой базы в области подтверждения соответствия программных средств испытаний позволит обеспечить повышение качества испытаний образцов военной техники.

Список литературы

1. Лесун И. В. Основные направления развития метрологического обеспечения вооружения и военной техники. URL: <https://federalbook.ru/files/OPK/Soderjanie/OPK-7/III/Lesun.pdf>
2. Резяпов Н. Развитие систем компьютерного моделирования в вооруженных силах США // Зарубежное военное обозрение. 2007. № 6. С. 17–23.
3. Чернов А. Ученые заявили о пути решения проблемы длительного тестирования моделей ракетных двигателей. URL: <https://topwar.ru/170400-uchenye-zajavili-o-puti-reshenija-problemy-dlitelnogo-testirovanija-modelej-raketnyh-dvigatelej.html>
4. Доронин А. П. Концептуально-методологические основы построения тезауруса // Труды Военно-космической академии имени А. Ф. Можайского. 2013. Вып. 639. С. 186–190.
5. Демидов Б. А., Хмелевская О. А., Науменко М. В. Проблемные вопросы совершенствования понятийного аппарата в военно-технической области // Збірник наукових праць Харківського національного університету Повітряних Сил. 2014. № 1. С. 27–34.

References

1. Lesun I.V. *Osnovnye napravleniya razvitiya metrologicheskogo obespecheniya vooruzheniya i voennoy tekhniki = Main directions of development of Metrological support of weapons and military equipment.* (In Russ.). Available at: <https://federalbook.ru/files/OPK/Soderzhanie/OPK-7/III/Lesun.pdf>
2. Rezyapov N. Development of computer modeling systems in the US Armed forces. *Zarubezhnoe voennoe obozrenie = Foreign Military Review.* 2007;(6):17–23. (In Russ.)
3. Chernov A. *Uchenye zayavili o puti resheniya problemy dlitel'nogo testirovaniya modeley raketnykh dvigateley = Scientists announced a way to solve the problem of long-term testing of rocket engine models.* (In Russ.). Available at: <https://topwar.ru/170400-uchenye-zajavili-o-puti-reshenija-problemy-dlitelnogo-testirovanija-modelej-raketnyh-dvigatlej.html>
4. Doronin A.P. Conceptual and methodological foundations of thesaurus construction. *Trudy Voennokosmicheskoy akademii imeni A. F. Mozhaiskogo = Proceedings of the Military Space Academy named after A. F. Mozhaisky.* 2013;(639):186–190. (In Russ.)
5. Demidov B.A., Khmelevskaya O.A., Naumenko M.V. Problematic issues of improving the conceptual apparatus in the military-technical field. *Zbirnik naukovikhprats' Kharkivs'kogo natsional'nogo universitetu Povitryanikh Sil = Collection of scientific papers of Kharkiv National Air Force University.* 2014;(1):27–34.

Информация об авторах / Information about the authors

Игорь Вячеславович Чащин

кандидат технических наук,
начальник лаборатории
Научно-исследовательского военного института,
Военно-космическая академия
имени А. Ф. Можайского
(Россия, г. Санкт-Петербург, ул. Ждановская, 13)
E-mail: vka@mil.ru

Igor V. Chashchin

Candidate of technical sciences,
head of laboratory of the Research Military Institute,
Military Space Academy
named after A.F. Mozhaisky
(13 Zhdanovskaya street, St.-Petersburg, Russia)

Олег Анатольевич Ширымов

кандидат технических наук,
старший научный сотрудник
Научно-исследовательского военного института,
Военно-космическая академия
имени А. Ф. Можайского
(Россия, г. Санкт-Петербург, ул. Ждановская, 13)
E-mail: vka@mil.ru

Oleg A. Shiryamov

Candidate of technical sciences,
senior researcher of the Research Military Institute,
Military Space Academy
named after A.F. Mozhaisky
(13 Zhdanovskaya street, St.-Petersburg, Russia)

Анастасия Владимировна Колосова

научный сотрудник
Научно-исследовательского военного института,
Военно-космическая академия
имени А. Ф. Можайского
(Россия, г. Санкт-Петербург, ул. Ждановская, 13)
E-mail: vka@mil.ru

Anastasia V. Kolosova

Middle researcher of the Research Military Institute,
Military Space Academy
named after A.F. Mozhaisky
(13 Zhdanovskaya street, St.-Petersburg, Russia)

Арина Валерьевна Протасова

младший научный сотрудник
Научно-исследовательского военного института,
Военно-космическая академия
имени А. Ф. Можайского
(Россия, г. Санкт-Петербург, ул. Ждановская, 13)
E-mail: vka@mil.ru

Arina V. Protasova

Junior researcher of the Research Military Institute,
Military Space Academy
named after A.F. Mozhaisky
(13 Zhdanovskaya street, St.-Petersburg, Russia)

**Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов /
The authors declare no conflicts of interests.**

Поступила в редакцию/Received 17.06.2021

Поступила после рецензирования/Revised 24.06.2021

Принята к публикации/Accepted 29.09.2021