

Т. А. Пугачева<sup>1</sup>, А. Ф. Страхов<sup>1</sup>, В. Л. Криволапов<sup>1</sup>, А. Б. Кайнов<sup>1</sup>

<sup>1</sup> АО «Головное производственно-техническое предприятие «Гранит»»

## ПРИНЦИПЫ СОЗДАНИЯ И ПРИМЕНЕНИЯ АДАПТИВНЫХ СТАЦИОНАРНЫХ РЕМОТНЫХ ЦЕНТРОВ

*Изделия ВВТ ПВО [1] представляют собой сложные технические системы (СТС), рассчитанные на длительный срок эксплуатации. По окончании назначенных сроков эксплуатации образцы ВВТ ПВО обладают конкурентным уровнем тактико-технических характеристик и потенциально пригодны по своим функциональным возможностям для дальнейшего применения по назначению (в том числе – с учетом возможной модернизации). Для продления сроков эксплуатации и восстановления технического ресурса предусматривается проведение капитального ремонта образцов ВВТ ПВО. Капитальный ремонт (КР) ранее производился на специализированных военных ремонтных заводах. В связи с реформированием или ликвидацией военных ремонтных заводов возникла необходимость создания специализированных стационарных ремонтных центров. В данной статье рассматриваются основные решения по созданию перспективных адаптивных стационарных ремонтных центров (СРЦ), предназначенных для выполнения работ по КР образцов ВВТ ПВО, находящихся на вооружении войск ВКС России и планируемых к принятию на вооружение в перспективный период. Инновационные решения по созданию адаптивных СРЦ защищены патентами Российской Федерации.*

**Ключевые слова:** капитальный ремонт, вооружение и военная техника.

### Введение

Изделия ВВТ ПВО представляют собой сложные технические системы (СТС), рассчитанные на длительные (20 лет и более) сроки эксплуатации. Многие образцы ВВТ ПВО по истечении назначенного срока сохраняют свою конкурентоспособность. Учитывая высокую стоимость образцов ВВТ и их потенциальную пригодность к дальнейшему применению по назначению, целесообразно восстанавливать ресурс образцов ВВТ и продлевать их срок эксплуатации. Эта задача решается путем проведения капитального ремонта (КР) образцов ВВТ [2, 3].

Ранее значительная часть работ по КР образцов ВВТ ПВО проводилась на специализированных ремонтных заводах Минобороны России, а также заводах – изготовителях образцов ВВТ ПВО и их составных частей. В процессе реформирования Вооруженных сил России и структурных изменений в оборонно-промышленном комплексе России возможности по организации КР образцов ВВТ ПВО существенно изменились. Значительная часть военных ремонтных заводов передана из Минобороны России в промышленность. Часть предприятий – изготовителей ВВТ ПВО утратили свой технологический и кадровый потенциал. Произошла утрата отечественных производителей значительной части номенклатуры комплектующих изделий, которые используются в образцах ВВТ ПВО давних

(с 80-х годов и ранее) сроков их разработки. Все это привело к необходимости разработки новых подходов к организации КР образцов ВВТ ПВО в современных условиях и на перспективный период.

### Общие принципы создания перспективных стационарных ремонтных центров

Перспективные ремонтные предприятия (стационарные ремонтные органы), предназначенные для проведения работ по капитальному ремонту образцов ВВТ ПВО, получили наименование стационарных ремонтных центров (СРЦ) – в отличие от мобильных ремонтных органов, в качестве которых в рамках ОКР «Ресурс-ПВО» создан комплект унифицированных мобильных комплексов средств войскового ремонта (УМК СВР) образцов вооружения и военной техники на местах их дислокации (комплект изделия 50Ш6.1).

Создание перспективных СРЦ может производиться путем реконструкции существующих ремонтных заводов или на основе вновь возводимых специальных зданий и сооружений, включая быстровозводимые конструкции. Данный вариант создания СРЦ может быть рациональным для организации КР образцов ВВТ из состава тех территориальных группировок ВВТ ПВО, в зоне действия которых отсутствуют ремонтные заводы, пригодные для реконструкции под задачи СРЦ.

Перспективные СРЦ, в общем случае, должны удовлетворять следующим основным требованиям:

- обеспечивать реализацию полного технологического цикла КР;
- быть полностью энергетически и технологически автономными (в части энергоснабжения, жизнеобеспечения и др.);
- быть адаптивными к КР на различных типах образцов ВВТ, в том числе – и к КР образцов ВВТ одного и того же типа, но разных сроков изготовления (имеющих отличия по конструктивно-технологической и схемной реализации СЧ);
- обеспечивать более высокую производительность и качество работ по КР на основе использования прогрессивных автоматизированных технологий ремонта, электронной документации и автоматизированных информационных технологий.

#### **Устройство и основные принципы действия перспективных СРЦ**

По своим функциям адаптивный СРЦ должен представлять собой полномасштабное ремонтное предприятие, обеспечивающее выполнение всей номенклатуры работ, необходимой для восстановления работоспособности составных частей ВВТ разного уровня разукрупнения и образцов ВВТ различного типа в целом, в объеме среднего и капитального ремонта.

Для обеспечения адаптивности СРЦ к различным типам ремонтируемых изделий состав технологического оборудования производственных цехов и участков должен включать:

- базовое технологическое оснащение, предназначенное для проведения работ на однотипных по устройству и назначению составных частях из состава разных типов изделий ВВТ (объектов ремонта в составе СРЦ);
- сменные комплекты технологического оснащения, учитывающие особенности конструктивно-технологической реализации составных частей различных типов ВВТ;
- сменные комплекты расходных материалов и имущества;
- сменные комплекты ремонтной документации.

Создание и оснащение адаптивного СРЦ или реорганизация уже существующего специализированного ремонтного завода начинается с анализа особенностей номенклатуры типов изделий, ремонт которых планируется проводить в составе создаваемого СРЦ. В случае большой номенклатуры ВВТ ПВО в зоне ответственности и незначительных количествах ВВТ ПВО одного и того же

типа создаваемый ремонтный центр должен быть адаптивным к различным типам ВВТ ПВО. Для обеспечения этой цели из номенклатуры типов ремонтируемых изделий необходимо выбрать наиболее сложное изделие, которое будет приниматься за базовое (например, зенитно-ракетная система С-400, включающая в свой состав такие сложные по своему устройству автономные составные части, как радиолокатор, командный пункт, пусковая установка и др.) и провести анализ структуры этого изделия.

В результате анализа определяются характерные группы функциональных составных частей, обладающие близкими принципами конструктивно-технологического исполнения, а также близкими по используемому оборудованию для проведения процедуры ремонта.

Принцип выделения характерных функциональных составных частей для оптимизации процесса ремонта в составе СРЦ поясняется на рис. 1 на примере одного из типов ЗРС. Как показано на рис. 1, в состав ремонтируемого изделия 1 входят следующие характерные функциональные группы составных частей: радиоэлектронное оборудование 1.1; электромеханические узлы и агрегаты (системы) 1.2; механические узлы и агрегаты 1.3; гидравлические узлы и агрегаты 1.4; шасси (средства подвижности) 1.5; системы вентиляции и кондиционирования 1.6; средства связи и топопривязки 1.7; газотурбинные двигатели (двигатели внутреннего сгорания) 1.8; контрольно-измерительные приборы 1.9.

После анализа структуры базового (наиболее сложного) ремонтируемого изделия проводят такой же анализ остальных (менее сложных) типов ремонтируемых изделий. Как правило, новых дополнительных функциональных частей, влияющих на организационную структуру создаваемого СРЦ, при этом не выявляется. Однако выявляются конструктивно-технологические особенности реализации функциональных групп СЧ из состава разных типов изделий, которые влекут за собой необходимость применения дополнительного технологического оснащения, обеспечивающего адаптивность СРЦ к различным типам ВВТ ПВО. Чаще всего это дополнительное оснащение может быть реализовано в виде сменных комплектов к базовому оснащению – например, сменных адаптеров и сменных программных тестов для базового контрольно-диагностического оборудования.

На основе полученных результатов по выявлению характерных групп функциональных составных частей и конструктивно-технологических особенностей реализации функциональных групп СЧ (см. рис. 1) для разных типов изделий формируются требования к структуре СРЦ и к оснащению СРЦ

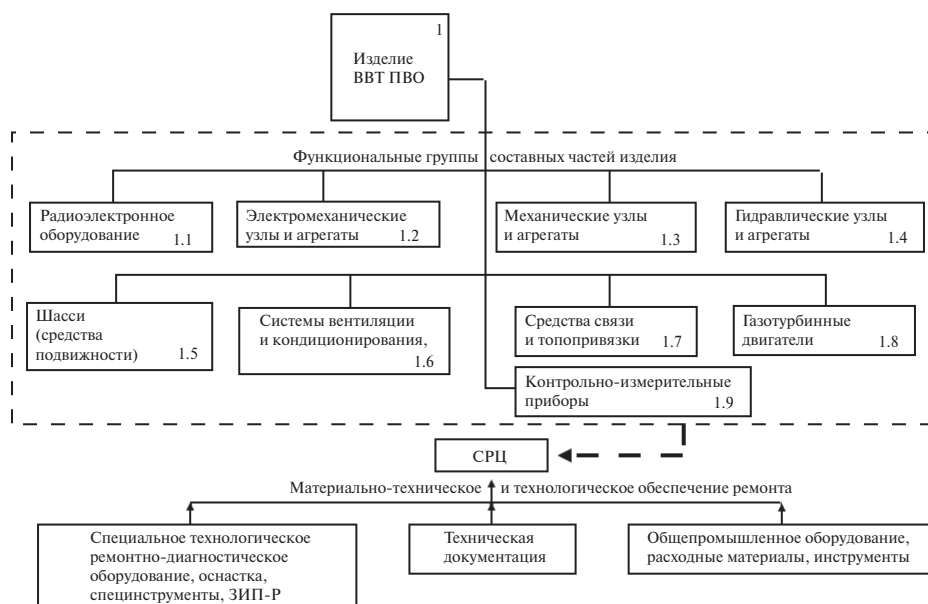


Рисунок 1. Учет особенностей функционального состава образцов ВВТ при организации СРЦ

технологическим оборудованием, технической (эксплуатационной и технологической ремонтной) документацией, общепромышленным оборудованием, инструментами, расходными материалами, запасными частями.

Технологическое оборудование по каждой функциональной группе составных частей ремонтируемых изделий разделяют на базовое (используемое при ремонте всех типов изделий) и сменное (используемое при ремонте СЧ из состава типов изделий, находящихся в зоне ответственности, с учетом особенностей функциональной и конструктивно-технологической реализации). Аналогично производят разделение на базовую часть и сменные комплекты по всем другим видам имущества, используемого для обеспечения ремонтных работ (комплектующие изделия, расходные материалы, запасные части, инструменты, принадлежности).

В результате проведенного анализа структуры типов изделий, подлежащих ремонту в составе СРЦ, определяется номенклатура составных частей (цехов, участков) СРЦ, в которых должны выполняться работы по восстановительному ремонту составных частей изделий в соответствии с реализуемой технологией ремонта. Пример структуры основных производственно-технологических составных частей (подразделений) СРЦ, предназначенных для реализации технологического процесса капитального ремонта, приведен на рис. 2, где показано, что основной состав производственных составных частей СРЦ ориентирован на ремонт функциональных групп СЧ изделий, выделенных по результатам анализа особенностей структуры изделий согласно рис. 1. Дополнениями являются цех (участок) дефектации, разборки, послеремонтной сборки

и настройки ремонтируемого изделия в целом (позиция 2.1 на рис. 2).

Для изделий типа ЗРС и РЛС, испытания которых после ремонта не могут быть проведены в полном объеме в помещении цеха (в здании СРЦ), дополнительно предусматривается специальный полигон (позиция 2.13 на рис. 2).

Кроме основных производственно-технологических составных частей СРЦ, представленных на рис. 2, при создании СРЦ предусматривается организация необходимых обеспечивающих и вспомогательных подсистем. Решения по созданию адаптивных СРЦ защищены патентами RU2491186 и RU2548693.

### Автоматизация управления работами в составе СРЦ

Управление технологическим циклом ремонта образцов ВВТ в составе СРЦ осуществляется с применением автоматизированной системы управления СРЦ. Центр управления СРЦ (позиция 3.0 на рис. 2) оснащен центральным процессором АСУ с подключенным к нему экраном и коммуникационной аппаратурой, подключенной через интерфейсную сеть АСУ и обеспечивающей связь центрального компьютера АСУ с периферийными АРМ в составе цехов и участков, со считывателями идентификационной информации и с цифровыми видеокameraми системы видеоконтроля СРЦ. На экране центра управления (под управлением центрального компьютера АСУ) отображается план расположения цехов и участков и входящих в их состав технологических рабочих мест (ТРМ), а также текущие показатели выполнения технологических операций ремонта СЧ на каждом ТРМ, в каждом

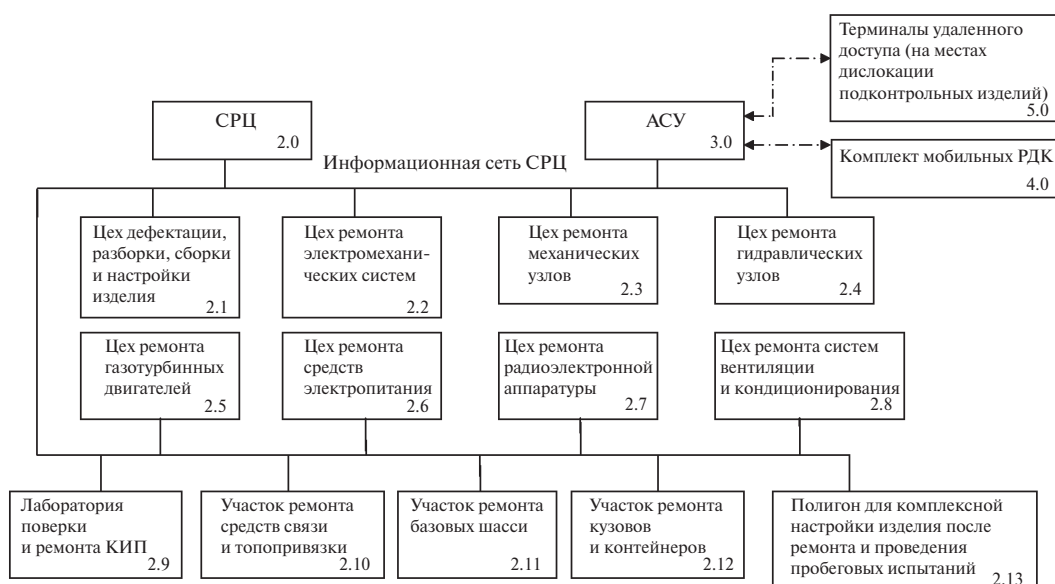


Рисунок 2. Типовая структурная схема стационарного ремонтного центра

участке и цехе, по каждому ремонтируемому изделию. Отображение текущей ситуации по ремонту основано на воспроизведении информационно связанных между собой таблиц показателей – с их иерархической связью и поисковыми возможностями по разным реквизитам (аналогично построению поисковых структур в Интернете).

На экране в исходном состоянии отображается главная таблица, содержащая перечень изделий, поступивших в ремонт в СРЦ. При выборе конкретного изделия на изображении плана СРЦ активируются цехи, участки и ТРМ, участвующие в текущий период времени в выполнении работ по ремонту СЧ из состава данного изделия (например, эти цехи, участки и ТРМ на плане выделяют цветом). При выборе любого из этих цехов, участков и ТРМ на экране отображаются идентификационные данные СЧ изделия, с которыми проводятся текущие работы по ремонту. При выборе интересующей СЧ на экране отображается текущая ситуация по этой СЧ (степень завершенности работ, трудоемкость, исполнители работ, соотношение с плановыми сроками и др.). На основе анализа этой информации по каждому интересующему ТРМ, участку, цеху и по СРЦ в целом можно получить оценку текущей ситуации по ремонту конкретного изделия и СЧ, входящих в изделия. Исходя из этого формируются управляющие воздействия и через соответствующие АРМ управления работами выдают кодовые сигналы сообщений, содержащие указания по необходимой корректировке организации работ.

Указанные принципы действия и функциональное построение СРЦ (рис. 1–3) позволяют эффективно осуществлять полный цикл ремонта всей номенклатуры изделий ВВТ ПВО в зоне

ответственности с восстановлением работоспособности и ресурса этих изделий. Укрупненная схема технологического процесса восстановительного ремонта изделий в СРЦ приведена на рис. 3.

Реализация полного цикла КР изделия (рис. 3) в составе СРЦ основана на создании и применении полного комплекта функционально и технологически взаимосвязанных производственных цехов и участков, вспомогательных подразделений и служб, а также систем жизнеобеспечения СРЦ, являющихся функциональными составными частями СРЦ. Все помещения содержат оборудование, необходимое для выполнения процессов ремонта функциональных групп составных частей изделий согласно рис. 1. Все составные части СРЦ объединены в единую производственно-технологическую систему транспортно-технологическими проходами и переходами в соответствии с конструкцией сооружения, в котором размещается СРЦ. Установленные в помещениях АРМ, а также установленные в контрольных местах считыватели идентификационной информации и дистанционно управляемые цифровые видеокамеры объединены в информационную сеть АСУ и подключены к центру управления СРЦ, содержащему (по крайней мере) центральный компьютер АСУ с подключенным к нему экраном и контрольными видеомониторами. Информационная поддержка действий ремонтного персонала основана на применении интерактивной электронной ремонтной документации (ИЭРД) и электронного документооборота.

На перемещаемых в пределах СРЦ составных частях изделия, сменных комплектах технологического оборудования и комплектах материалов, инструмента и запасных частей, а также на персонале

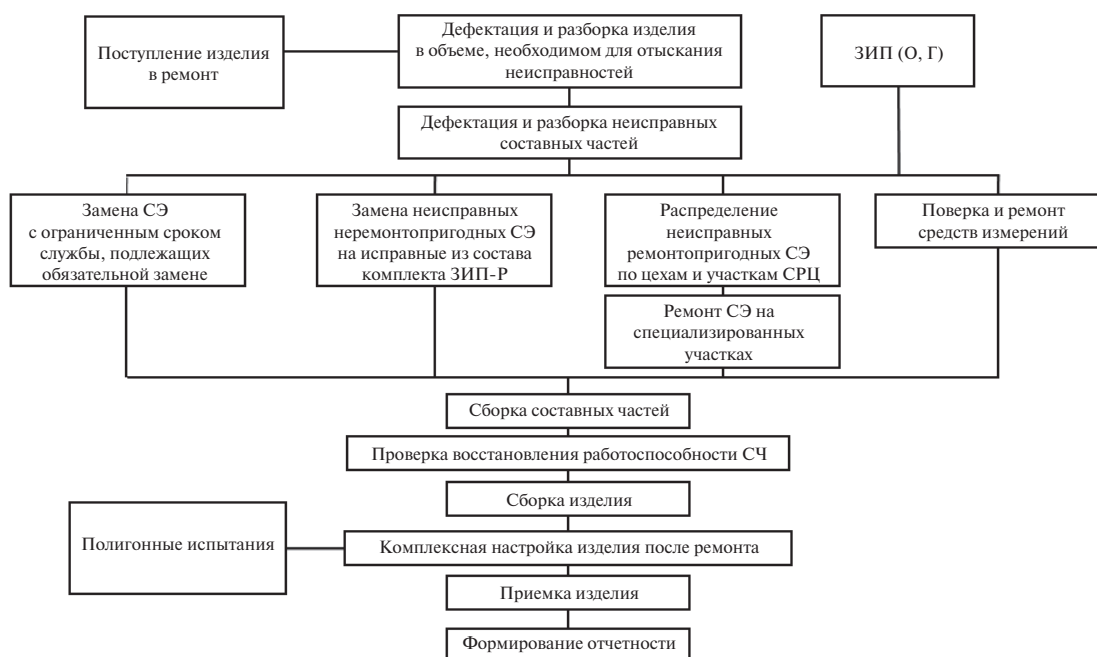


Рисунок 3. Укрупненная схема технологического цикла восстановительного ремонта изделия в СРЦ

СРЦ устанавливаются соответствующие идентификаторы. При взаимодействии идентификаторов со считывателями идентификационной информации осуществляется контроль текущего местонахождения перемещаемых в СРЦ объектов (включая персонал СРЦ), защита помещений СРЦ от несанкционированного доступа, контроль за использованием имущества СРЦ и повышается эффективность работы СРЦ в целом.

Таким образом обеспечивается высокая эффективность и качество работ по КР, а также адаптивность СРЦ к ремонту разных типов изделий ВВТ ПВО.

### Выводы

Отсутствие унификации проектных решений при создании стационарных и подвижных ремонтных органов удорожает как сами ремонтные органы, так

и стоимость эксплуатации и владения российской ВВТ, тем самым снижая их уровень конкурентоспособности на международном рынке вооружений.

Создание СРЦ, адаптивного к различным типам ВВТ ПВО, обеспечивает поддержание требуемого уровня готовности различных типов изделий ВВТ ПВО, находящихся в зоне ответственности.

СРЦ также адаптивен к перспективным типам ВВТ. Это создаст дополнительные конкурентные преимущества при предложении к поставке инозаказчику по линии военно-технического сотрудничества новых типов ВВТ, так как затраты по обеспечению ремонта и сервисного обслуживания вновь закупаемых видов ВВТ с применением СРЦ будут минимизированы. В связи с этим проект адаптивного СРЦ обладает экспортным потенциалом. В настоящее время уже ведутся работы по созданию подобных СРЦ для инозаказчиков.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ РВ 51540–2005. Военная техника. Термины и определения. М.: Стандартинформ, 2005. 9 с.
2. ГОСТ 18322–2016. Система технического обслуживания и ремонта техники. Термины и определения. М.: Стандартинформ, 2017. 16 с.
3. ГОСТ РВ 0101–001–2007. Эксплуатация и ремонт изделий военной техники. Термины и определения. М.: Стандартинформ, 2013. 23 с.

### ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

**Пугачева Татьяна Анатольевна**, начальник отдела, специальное конструкторское бюро «Меридиан», АО «Головное производственно-техническое предприятие «Гранит»», 121467, Москва, ул. Молодогвардейская, д. 7, тел.: 8 (499) 149-74-76, e-mail: skb@gcso-granit.ru.

**Страхов Алексей Федорович**, д.т.н., профессор, академик МАН ИПТ, академик Метрологической академии; главный научный сотрудник, АО «Головное производственно-техническое предприятие «Гранит»», 121467, Москва, ул. Молодогвардейская, д. 7, тел.: 8 (499) 149-58-82, e-mail: skb@gcso-granit.ru.

**Криволапов Вадим Леонидович**, к.т.н., член-корреспондент МАН ИПТ, главный конструктор – директор специального конструкторского бюро «Меридиан», АО «Головное производственно-техническое предприятие “Гранит”», 121467, Москва, ул. Молодогвардейская, д. 7, тел.: 8 (499) 149-53-15, e-mail: skb@gcso-granit.ru.

**Кайнов Анатолий Борисович**, к.т.н., начальник сектора специального конструкторского бюро «Меридиан», АО «Головное производственно-техническое предприятие “Гранит”», 121467, Москва, ул. Молодогвардейская, д. 7, тел.: 8 (499) 149-53-45, e-mail: skb@gcso-granit.ru.

*For citation: Pugacheva T.A., Strakhov A.F., Krivolapov V.L., Kaynov A.B. Principles of creation and application of adaptable fixed-site maintenance centres. Voprosy radioelektroniki, 2018, no. 6, pp. 12–17. DOI 10.21778/2218-5453-2018-6-12-17*

**T. A. Pugacheva, A. F. Strakhov, V. L. Krivolapov, A. B. Kaynov**

## **PRINCIPLES OF CREATION AND APPLICATION OF ADAPTABLE FIXED-SITE MAINTENANCE CENTRES**

The AD WME items represent sophisticated technical systems (STS) designed for a long-term operation. Upon termination of the specified operational lifetime, the AD WME pieces have a competitive level of performance specification and are potentially suitable for further intended use (including possible modernisation) if judge by their functional capabilities. In order to extend operational lifetime and restore service life, the AD WME overhaul is envisaged. Overhaul was previously performed at specialised military maintenance shops. Due to reformation or liquidation of military maintenance shops, a necessity to create specialised fixed-site maintenance centres emerged. This article considers basic solutions related to creation of the advanced adaptable fixed-site maintenance centres designed to perform overhaul of the AD WME pieces which are in operational service of the Russian Aerospace Forces or planned to be accepted for operational service in future. Innovative solutions related to creation of the adaptable fixed-site maintenance centres are protected with the patents of the Russian Federation.

**Keywords:** capital repairs, arms and military technology.

## **REFERENCES**

1. GOST 51540–2005. *Voennaya tekhnika. Terminy i opredeleniya* [GOST 51540–2005. Military equipment. Terms and definitions], Moscow, Standartinform Publ., 2005, 9 p. (In Russian).
2. GOST 18322–2016. *Sistema tekhnicheskogo obsluzhivaniya i remonta tekhniki. Terminy i opredeleniya* [GOST 18322–2016. Maintenance and repair system of engineering. Terms and definitions], Moscow, Standartinform Publ., 2017, 16 p. (In Russian).
3. GOST RV 0101–001–2017. *Ekspluatatsiya i remont izdeliy voennoy tekhniki. Terminy i opredeleniya* [GOST RV 0101–001–2017. Operation and repair of military equipment. Terms and definitions], Moscow, Standartinform Publ., 2013, 23 p. (In Russian).

## **AUTHORS**

**Pugacheva Tatyana**, head of Department of Special Design Bureau Meridian, JSC The Main Technological and Industrial Enterprise Granit, 7, Molodogvardeyskaya ulitsa, Moscow, 121467, Russian Federation, tel.: +7 (499) 149-74-76, e-mail: skb@gcso-granit.ru.

**Strakhov Aleksey**, Dr., professor, academician of MAN IPT, academician of Metrological academy, chief researcher, JSC The Main Technological and Industrial Enterprise Granit, 7, Molodogvardeyskaya ulitsa, Moscow, 121467, Russian Federation, tel.: +7 (499) 149-58-82, e-mail: skb@gcso-granit.ru.

**Krivolapov Vadim**, PhD, corresponding member of MAN IPT, chief designer – director of Special Design Bureau Meridian, JSC The Main Technological and Industrial Enterprise Granit, 7, Molodogvardeyskaya ulitsa, Moscow, 121467, Russian Federation, tel.: +7 (499) 149-53-15, e-mail: skb@gcso-granit.ru.

**Kaynov Anatoliy**, PhD, chief of Sector of Special Design Bureau Meridian, JSC The Main Technological and Industrial Enterprise Granit, 7, Molodogvardeyskaya ulitsa, Moscow, 121467, Russian Federation, tel.: +7 (499) 149-53-45, e-mail: skb@gcso-granit.ru.