

ПЕРСПЕКТИВЫ ВНЕДРЕНИЯ ТЕХНОЛОГИИ ИНТЕРАКТИВНЫХ ЭЛЕКТРОННЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ РУКОВОДСТВ В ПРАКТИКУ ЭКСПЛУАТАЦИИ ТРЕНАЖЕРОВ ПКА

А.И. Жохов, С.В. Игнатъев

Канд. техн. наук А.И. Жохов; канд. техн. наук С.В. Игнатъев
(ФГБУ «НИИ ЦПК имени Ю.А. Гагарина»)

Рассматривается современная информационная технология поддержки эксплуатации изделий – технология интерактивных электронных технических руководств (ИЭТР). Обосновывается целесообразность внедрения этой технологии в практику эксплуатации тренажеров ПКА.

Ключевые слова: тренажер пилотируемого космического аппарата, информационные технологии, CALS, ИЭТР.

Prospects for the Introduction of the Interactive Electronic Technical Manuals Technology in the Practice of Operation of Manned Spacecraft Simulators. A.I. Zhokhov, S.V. Ignatiev

The paper considers an existing information technology to support operation of products namely the technology of interactive electronic technical manuals (IETM) and substantiates the expediency of introducing this technology in the practice of operation of the manned spacecraft simulators.

Keywords: manned spacecraft simulator, information technologies, CALS, IETM.

Центр подготовки космонавтов несет ответственность за создание, размещение, эксплуатацию и модернизацию тренажеров ПКА и других специализированных технических средств для подготовки космонавтов.

Деятельность персонала в этой области нуждается в соответствующем информационном обеспечении. В [1] рассматривались прототипы систем информационного обеспечения задач, решаемых в процессе заказа и использования тренажеров ПКА для подготовки космонавтов. Вне рассмотрения осталась задача информационной поддержки процесса эксплуатации тренажеров ПКА. Данная статья посвящена этой задаче в свете развития технологии интерактивных электронных технических руководств.

Информационное обеспечение эксплуатации тренажера ПКА

Эксплуатация – это стадия жизненного цикла изделия, на которой реализуется, поддерживается и восстанавливается его качество [2]. В общем случае эксплуатация изделия включает его использование по назначению, транспортирование, хранение, техническое обслуживание и ремонт.

В процессе эксплуатации тренажера ПКА персоналу необходима вся информация об изделии: от документов на его создание и эксплуатационной конструкторской документации до информации обо всех выполненных работах на изделии, выполненных тренировках с космонавтами, о замечаниях, сбоях и отказах, о его текущем техническом состоянии.

На рис. 1 схематично отображена информация, к которой необходимо обеспечить доступ обслуживающего персонала, в том числе и оперативно. Обеспечить этот доступ, благодаря развитию информационных технологий, возможно с использованием современной технологии интерактивных электронных технических руководств. Эта технология определяет способы и средства, применяемые для создания и использования ИЭТР.

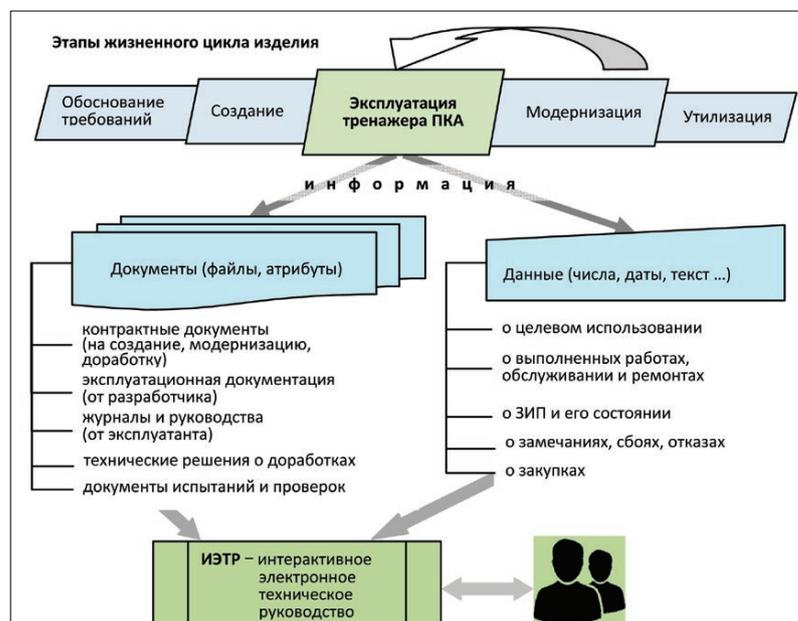


Рис. 1. Информация, необходимая для эксплуатации тренажера ПКА

CALS-технологии, назначение ИЭТР

Технология ИЭТР (русскоязычное название термина IETM – Interactive Electronic Technical Manuals) является частью CALS-технологии (Continuous Acquisition and Life cycle Support – непрерывная информационная поддержка поставок и жизненного цикла). CALS-технология – это современный подход к проектированию и производству высокотехнологичной и наукоемкой продукции, заключающийся в использовании компьютерной техники и современных информационных технологий на всех стадиях жизненного цикла изделия, обеспечивающий единообразные способы управления процессами и взаимодействия всех участников этого цикла: заказчиков

продукции, поставщиков/производителей продукции, эксплуатационного и ремонтного персонала, реализованные в соответствии с требованиями системы международных стандартов, регламентирующих правила указанного взаимодействия преимущественно посредством электронного обмена данными [3]. Основной идеей этого подхода можно считать стандартизацию описания процессов и данных об изделии на всех этапах его жизненного цикла и требований к обмену техническими данными между различными информационными системами.

На рис. 2 показано место ИЭТР (IETM) в структуре информационной поддержки жизненного цикла изделия в соответствии с CALS [4].

В соответствии с ГОСТ Р 54088 [3] ИЭТР – это совокупность электронных документов, технических данных и программно-технических средств, предназначенных для информационного обеспечения процессов использования по назначению и технической эксплуатации изделия и (или) его составных частей и предоставляющих пользователям возможность прямой и обратной связи между пользователем и руководством в режиме реального времени с помощью интерфейса электронной системы отображения.

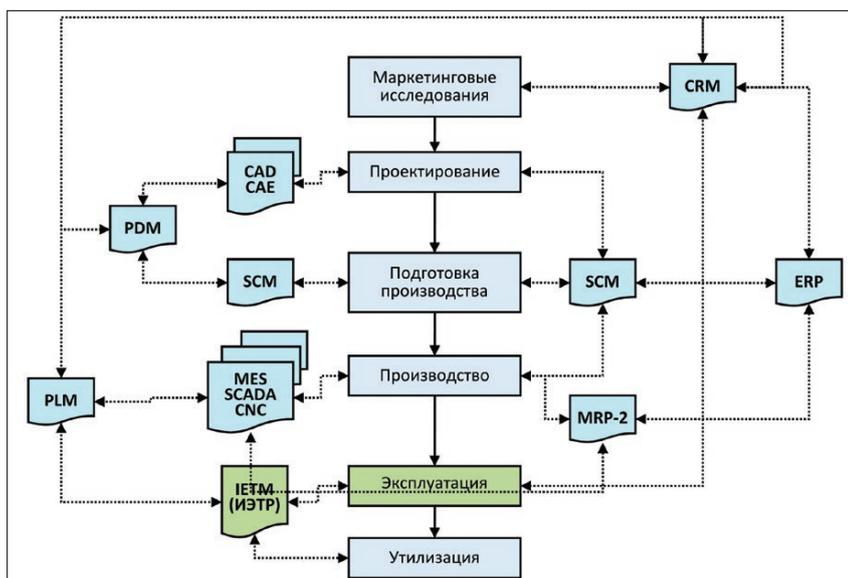


Рис. 2. Место ИЭТР в информационной поддержке жизненного цикла промышленной продукции:

PLM – система управления жизненным циклом изделия; PDM – система управления данными об изделии; CAD, CAE – системы конструкторского проектирования, расчетов и инженерного анализа; SCM – система управления цепочками поставок; MES, SCADA, CNC – системы управления производственными процессами; IETM – интерактивные технические руководства; CRM – система управления требованиями к изделию; ERP – система планирования ресурсов предприятия; MRP-2 – система планирования производства предприятия

ИЭТР конкретного изделия может решать следующие задачи:

- обеспечение пользователя справочным материалом об устройстве и принципах работы изделия;
- обучение пользователя правилам эксплуатации, обслуживания и ремонта изделия;
- обеспечение пользователя справочными материалами, необходимыми для эксплуатации изделия, выполнения регламентных работ и ремонта изделия;
- обеспечение пользователя информацией о технологии выполнения операций с изделием, потребности в необходимых инструментах и материалах, о количестве и квалификации персонала;
- диагностика состояния оборудования и помощь в поиске неисправностей;
- подготовка и реализация автоматизированного заказа материалов и запасных частей;
- планирование и учет проведения регламентных работ;
- обмен данными между потребителем и поставщиком.

Нормативная база ИЭТР

Нормативная база ИЭТР представляет собой совокупность стандартов, спецификаций и рекомендаций по стандартизации. Основные документы схематично изображены на рис. 3.

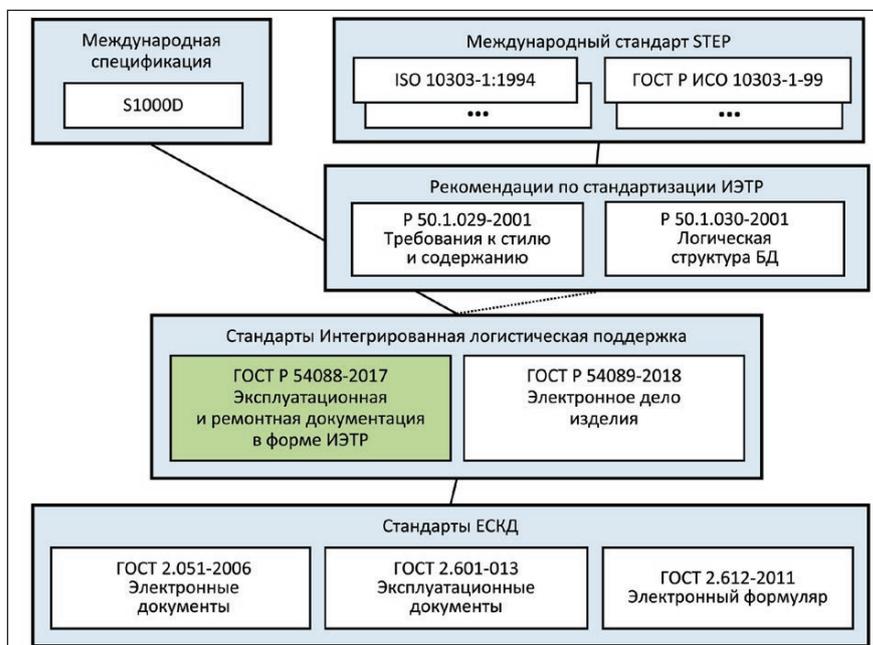


Рис. 3. Нормативная база ИЭТР

Базовый стандарт, реализующий CALS-технологии, называют сокращенно STEP (STandard for the Exchange of Product Model Data), он описан в ISO 10303 [6, 7] – это международный стандарт для компьютерного представления и обмена данными о продукте (изделии). Цель стандарта – дать нейтральный механизм описания данных о продукте на всех стадиях его жизненного цикла, не зависящий от конкретной автоматизированной системы.

S1000D [8] – международная спецификация на технические публикации, выполняемые на основе общей базы данных, она описывает технические данные и публикации для создания стандартизированной документации на любые гражданские и военные изделия.

На основе этих стандартов и спецификации разработаны рекомендации по стандартизации: Р 50.1.029-2001 [9] – по содержанию, стилю и оформлению ИЭТР, Р 50.1.030-2001 [10] – по логической структуре базы данных для ИЭТР.

Собственно ИЭТР посвящен ГОСТ Р 54088-2017 Интегрированная логистическая поддержка. Эксплуатационная и ремонтная документация в форме интерактивных электронных технических руководств [5], введенный в действие с 01.06.2018 г. В нем определяются два способа выполнения эксплуатационных документов (ЭД): в форме взаимосвязанной совокупности электронных ЭД по ГОСТ 2.051 [11] и в форме ИЭТР. Приводятся общие требования к функциональности, содержанию и оформлению ИЭТР, требования к его электронной системе отображения. ИЭТР может интегрироваться с электронным делом изделия (по ГОСТ Р 54089 [12]), обеспечивая возможность использования ИЭТР для передачи информации во внешние БД для учета изменений в комплектации, выполненных работах по техническому обслуживанию и т.п.

Система стандартов ЕСКД также вводит термин ИЭТР [13] как обобщенное название для взаимосвязанной совокупности эксплуатационных документов, выполненных в форме интерактивного электронного документа (ИЭД) по ГОСТ 2.051 и, как правило, содержащихся в одной общей базе данных эксплуатационной документации. В [13] ЭД в виде интерактивного электронного документа подразделяется на типы: структурированные, модульные, интегрированные, Интернет-ориентированные.

Вместе с возможностью исполнения эксплуатационной документации в виде ИЭТР, ЕСКД предусматривает и возможность выполнения формуляра изделия также в электронном виде [14].

Области и примеры эффективного внедрения ИЭТР

Существует несколько объективных факторов, способствующих эффективному внедрению ИЭТР.

1. Стоимость разработки ЭД.

Эксплуатационная документация на сложные наукоемкие изделия машиностроения (изделия военно-промышленного комплекса, авиастроения,

судостроения и т.д.) достигает десятков тысяч страниц и стоимость ее разработки для большого количества модификаций и исполнений изделия составляет значительные денежные суммы. При определенных объемах документации использование БД с модулями данных для формирования ЭД как в бумажном, так и в электронном виде, становится экономически оправданным [15, 16].

2. Большое количество эксплуатируемых однотипных изделий, длительное время их эксплуатации с широкой «географией».

В этом случае значимой становится задача поддержания в актуальном виде ЭД, планирование производства и заказ запчастей, модернизация изделий по данным текущей эксплуатации. Эти задачи решаются на основе интеграции ИЭТР пользователя каждого изделия с информационными системами разработчика и изготовителя изделия.

3. Требования иностранных заказчиков.

Общей тенденцией становится требование инозаказчиков, чтобы вся экспортная продукция сопровождалась электронной версией документации. При этом электронная документация должна быть выполнена в соответствии с международными стандартами на подготовку электронной технической документации.

Большое количество примеров создания ИЭТР можно найти по проектам, выполненным фирмами, обладающими собственными средствами разработки ИЭТР и оказывающими услуги по разработке ИЭТР или внедрению технологии их создания на предприятиях разработчика изделия, например:

– АО НИЦ «Прикладная Логистика» (<http://cals.ru>) – разработчик *Technical Guide Builder*, интегрированного комплекса программных средств для разработки, сопровождения, изменений и публикации эксплуатационной документации на сложные изделия, выполнило более 300 проектов по изделиям Су-30МКИ / МКМ / МКИ(А) / МКК / МК2, Ту-204/214, Су-27СК, SuperJet 100, Ми-17В5, Ми-38, АН-148, ЗРПК «Панцирь-С1», ЗРПК «Панцирь-С1», Як-130, Ка-32А11ВС, Ка-226Т, Ка-31, двигателям воздушных судов: ПС-90, ПД-14, ВК-2500, АЛ-41 и др., основное направление – авиастроение;

– ЗАО «Си Проект» (<http://www.seaproject.ru>) – разработчик программного комплекса *Seamatica*, предназначенного для разработки и представления различных видов эксплуатационной и ремонтной документации, в том числе каталогов, технических описаний, инструкций, руководств, перечней и др., в интерактивном электронном виде, выполнило более 300 проектов для 100 заказчиков, разработало более 5000 ИЭТР, основное направление – судостроение;

– АО «Инжиниринговая компания «НЕОТЕК МАРИН»» (<http://neotechmarine.ru>) – разработчик линейки программных продуктов *НЕО ЭКСПЕРТ*, с 2003 года разрабатывает и серийно поставляет на корабли ВМФ информационные системы и бортовые аппаратно-программные комплексы, предназначенные для решения задач интегрированной логистической поддержки

энергетического оборудования, информационного обеспечения борьбы за живучесть морских объектов, обучения и тренажа специалистов по эксплуатации и живучести.

Из примеров видно, что изделия, для которых создаются большинство ИЭТР и на которых распространяются большинство перечисленных выше факторов, также являются:

- изделиями машиностроения, состоящими из большого числа механических составных частей, в том числе подвижных и, следовательно, изнашивающихся, потому требуют нетривиального (высокие требования к обслуживающему персоналу и сложность процедур) затратного технического обслуживания, ремонта и обеспечения запчастями на протяжении длительного (десятилетия) срока эксплуатации;
- изделия изготавливаются серийно в течение достаточно длительного срока;
- заказчик изделия, как правило, государственный орган (большой располагаемый ресурс и жесткие требования минимизации стоимости всего жизненного цикла изделия).

Специфика тренажеров ПКА как объекта для ИЭТР.

Актуальность задачи исследования

Как на фоне этих примеров выглядят тренажеры ПКА?

Возьмем современный комплексный тренажер транспортного корабля или орбитального модуля, он, как правило:

- стационарный – сам не движется и у него нет подвижных частей;
- распределенный – конструктивные элементы связаны кабельными и иными сетями и располагаются на удалении от рабочего места оператора на расстоянии от единиц до десятков метров;
- электронный – каждая основная составная часть тренажера имеет свою электронную аппаратную (компьютерную, телевизионную и др.) и программную части, объединенные в локальную сеть тренажера;
- изготавливается в единственном экземпляре (даже когда по прошествии времени создается аналогичное изделие, технически оно значительно отличается от первого и имеет свою ЭД), не предлагается для рынка и не имеет на рынке конкурента;
- ЗИП тренажера в основном состоит из покупных серийных изделий широкого применения.

Кроме этого следует отметить, что финансирование потребностей в модернизации существующих тренажеров ПКА в последнее время осуществляется не в полной мере.

Вышеперечисленные особенности тренажеров ПКА и анализ области распространения технологии ИЭТР позволяют сделать предположение о том, что внедрение этой технологии в практику эксплуатации тренажеров ПКА не будет простым.

И первым шагом может быть исследование путей внедрения технологии ИЭТР в практику эксплуатации тренажеров ПКА.

Задачи исследования путей внедрения ИЭТР и ожидаемые результаты

В первую очередь целесообразно проанализировать:

- эксплуатационную конструкторскую документацию и другую информацию, используемую при эксплуатации тренажеров ПКА;
- рекомендации и требования нормативной базы по созданию ИЭТР;
- состояние развития и опыт использования технологии ИЭТР.

Предлагается:

- разработать прототип ИЭТР на основе свободно распространяемого программного обеспечения. На основе его исследования разработать общие требования к ИЭТР тренажеров ПКА;
- провести сравнительное исследование путей внедрения технологии ИЭТР в практику эксплуатации тренажеров ПКА. Варианты могут формироваться выбором комбинаций разработчика ИЭТР (разработчик тренажера ПКА, разработчик специального программного обеспечения (ПО) для создания ИЭТР и системы отображения, фирма, оказывающая соответствующую услугу, собственная разработка) и используемого для разработки ПО (покупное или свободно распространяемое ПО, собственная разработка);
- разработать и обосновать общие требования к составу информации, функциональности и пользовательскому интерфейсу ИЭТР тренажеров ПКА.

Ожидаемые результаты:

- исследовательский прототип ИЭТР тренажера ПКА;
- общие ТТТ к ИЭТР тренажера ПКА.

Выводы

От эффективного внедрения технологии ИЭТР в практику эксплуатации тренажеров ПКА можно ожидать:

- сокращения сроков обучения обслуживающего персонала;
- повышения оперативности получения требуемой информации, в том числе, и за счет помещения в один ИЭТР всех руководств по изделию и его составным частям;
- повышения сохранности документов;
- повышения оперативности и удобства обновления информации;
- оперативной поддержки при нештатном функционировании изделия, сбоях и отказах;
- возможности настройки содержания ИЭТР, его дополнения и редактирования пользователем;
- возможности интеграции ИЭТР тренажера с другими информационными системами, обрабатывающими информацию о тренажерах ПКА.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Жохов А.И. Опыт разработки и применения прототипов элементов системы информационного обеспечения создания, эксплуатации и целевого использования тренажеров ПКА // Пилотируемые полеты в космос. – 2017. – № 3(24). – С. 46–57.
- [2] ГОСТ 25866-83 Эксплуатация техники. Термины и определения. – М.: Издательство стандартов, 1983.
- [3] Концепция развития CALS-технологий в промышленности России / Е.В. Судов, А.И. Левин. – НИЦ CALS-технологий «Прикладная логистика», 2002.
- [4] Информационная поддержка изделия на всех этапах жизненного цикла (CALS-технологии). – URL: <https://infopedia.su/17x5927.html> (дата обращения: 29.11.2018).
- [5] ГОСТ Р 54088-2017 Интегрированная логистическая поддержка. Эксплуатационная и ремонтная документация в форме интерактивных электронных технических руководств. Основные положения и общие требования. – Стандартинформ, 2017.
- [6] ISO 10303-1:1994 Industrial automation systems and integration Product data representation and exchange – Overview and Fundamental Principles, International Standard, ISO TC184/SC4, 1994.
- [7] ГОСТ Р ИСО 10303-1-99 Системы автоматизации производства и их интеграция. Представление данных об изделии и обмен этими данными. Часть 1. Общие представления и основополагающие принципы. – ИПК Издательство стандартов, 1999.
- [8] S1000D, International specification for technical publications using a common source database. – URL: <http://public.s1000d.org/Pages/Home.aspx> (дата обращения: 29.11.2018).
- [9] Р 50.1.029-2001 Информационные технологии поддержки жизненного цикла изделия. Интерактивные электронные технические руководства. Общие требования к содержанию, стилю и оформлению. – Госстандарт России. М., 2001.
- [10] Р 50.1.030-2001 Информационные технологии поддержки жизненного цикла изделия. Интерактивные электронные технические руководства. Логическая структура базы данных. – Госстандарт России. М., 2001.
- [11] ГОСТ 2.051-2006 Единая система конструкторской документации. Электронные документы. Общие положения. – Стандартинформ, 2006.
- [12] ГОСТ Р 54089-2018 Интегрированная логистическая поддержка. Электронное дело изделия. Основные положения и общие требования. – Стандартинформ, 2018.
- [13] ГОСТ 2.601-2013 Единая система конструкторской документации. Эксплуатационные документы. – Стандартинформ, 2013.
- [14] ГОСТ 2.612-2011 Единая система конструкторской документации. Электронный формуляр. Общие положения. – Стандартинформ, 2011.
- [15] Методика разработки интерактивной электронной эксплуатационной документации для наукоемких изделий отрасли связи и информатизации. Тема дисс. и автореферата. Веретехина С.В. 2008. – URL: <https://dlib.rsl.ru/viewer/01003450895#?page=1> (дата обращения: 29.11.2018).
- [16] Веретехина С.В. Выявление области рационального применения технологии CALS на примере интерактивных электронных технических руководств. – URL: http://www.konspekt.biz/index.php?text=518_03 (дата обращения: 29.11.2018).

REFERENCES

- [1] Zhokhov A.I. Experience in Developing and Applying the Prototypes of Elements of the Informational Support System for Designing, Running, and Purpose-Oriented Use of Manned Spacecraft Simulators // Scientific Journal “Manned Spaceflight”. – 2017. – No 3(24). – pp. 46–57.
- [2] GOST 25866-83 [All-Union State Standard] Equipment operation. Terms and definitions – Moscow: “Izdatelstvo Standartov” Publishing House, 1983.
- [3] The concept of CALS-technologies development in the Russian industry / E.V. Sudov, A.I. Levin – CALS-technologies Research Center. Prikladnaya logistika [Applied Logistics], 2002.
- [4] Product data support at all stages of its operational life (CALS-technologies). – URL: <https://infopedia.su/17x5927.html> (accessed data: 29.11.2018).
- [5] GOST R 54088-2017 [all-Union State Standard] Integrated logistics support. Maintenance and repair documentation in the form of interactive electronic technical manuals. Main principles and general requirements – Standartinform, 2017.
- [6] ISO 10303-1:1994 Industrial automation systems and integration. Product data representation and exchange – Overview and Fundamental Principles, International Standard, ISO TC184/SC4, 1994.
- [7] GOST R ISO 10303-1-99 [All-Union State Standard] Factory automation systems and their integration. Product data representation and exchange. Part 1. Overview and fundamental principles – “Izdatelstvo Standartov” Publishing House, 1999.
- [8] S1000D, International specification for technical publications using a common source database. – URL: <http://public.s1000d.org/Pages/Home.aspx> (accessed data: 29.11.2018).
- [9] R 50.1.029-2001 Technologies for information support of a product’s operational life. Interactive electronic technical manuals. General requirements for content, style and design. – Gosstandart of Russia. Moscow, 2001.
- [10] R 50.1.030-2001 Technologies for information support of a product’s operational life. Interactive electronic technical manuals. Logical structure of the database. – Gosstandart of Russia. Moscow, 2001.
- [11] GOST 2.051-2006 [All-Union State Standard] Unified system for design documentation. E-document. Main principles. – Standartinform, 2006.
- [12] GOST R 54089-2018 Integrated logistic system. Product’s electronic dossier. Main principles and general requirements. – Standartinform, 2018.
- [13] GOST 2.601-2013 [All-Union State Standard] Unified system for design documentation. Operational documentation. – Standartinform, 2013.
- [14] GOST 2.612-2011 [All-Union State Standard] Unified system for design documentation. E-form. Main principles. – Standartinform, 2011.
- [15] Development methodology of interactive electronic operational documentation for high-tech products of communication and informatization industries. Subject of diss. and abstract. Veretekhina S.V. 2008. – URL: <https://dlib.rsl.ru/viewer/01003450895#?page=1> (accessed data: 29.11.2018).
- [16] Veretekhina S.V. Identifying the application range of CALS technology through the example of interactive electronic technical manuals. – URL: http://www.konspekt.biz/index.php?text=518_03 (accessed data: 29.11.2018).