

DOI 10.23859/1994-0637-2017-2-77-2
УДК 004.4

© Гурьянов А.В., Шукалов А.В., Жаринов И.О.,
Костишин М.О., Леоновец С.А., 2017

Гурьянов Андрей Владимирович

Генеральный директор АО «ОКБ
«Электроавтоматика»
(Санкт Петербург, Россия)
E-mail: postmaster@elavt.spb.ru

Guryanov Andrey Vladimirovich

CEO, Design Bureau "Electroavtomatika"
(Saint-Petersburg, Russia)
E-mail: postmaster@elavt.spb.ru

Шукалов Анатолий Владимирович

Кандидат технических наук, доцент,
Санкт-Петербургский национальный
исследовательский университет
информационных технологий, механики и
оптики (Санкт Петербург, Россия)
E-mail: aviation78@mail.ru

Shukalov Anatoly Vladimirovich

PhD (Technology), associate professor,
Saint Petersburg National Research
University of Information Technologies,
Mechanics and Optics (ITMO University)
(Saint-Petersburg, Russia)
E-mail: aviation78@mail.ru

Жаринов Игорь Олегович

Доктор технических наук, доцент,
Санкт-Петербургский национальный
исследовательский университет
информационных технологий, механики и
оптики (Санкт Петербург, Россия)
E-mail: igor_rabota@pisem.net

Zharinov Igor Olegovich

Dr.Sci.Tech, Associate Professor, Saint
Petersburg National Research University of
Information Technologies, Mechanics and
Optics (ITMO University)
(Saint-Petersburg, Russia)
E-mail: igor_rabota@pisem.net

Костишин Максим Олегович

Кандидат технических наук, доцент,
Санкт-Петербургский национальный
исследовательский университет
информационных технологий, механики и
оптики (Санкт Петербург, Россия)
E-mail: maksim@kostishin.com

Kostishin Maksim Olegovich

PhD (Technology), associate professor,
Saint Petersburg National Research
University of Information Technologies,
Mechanics and Optics (ITMO University)
(Saint-Petersburg, Russia)
E-mail: maksim@kostishin.com

Леоновец Сергей Александрович

Аспирант, Санкт-Петербургский
национальный исследовательский
университет информационных технологий,
механики и оптики (Санкт Петербург,
Россия)
E-mail: ser2694@ya.ru

Leonovets Sergey Aleksandrovich

Post graduate student, Saint Petersburg
National Research University of Information
Technologies, Mechanics and Optics (ITMO
University) (Saint-Petersburg, Russia)
E-mail: ser2694@ya.ru

**ПРОГРАММНЫЕ ШАБЛОНЫ
ДЛЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО
ОФОРМЛЕНИЯ ТЕКСТОВЫХ
КОНСТРУКТОРСКИХ
ДОКУМЕНТОВ НА ИЗДЕЛИЯ
АВИАЦИОННОЙ
ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

**PROGRAM TEMPLATES
FOR AUTOMATED DESIGNS
OF TEXT DESIGN
DOCUMENTS ON PRODUCTS
OF THE AVIATION
INDUSTRY**

Аннотация. Рассматривается научная за-
дача оформления конструкторских докумен-
тов на примере автоматизированной подго-

Abstract. The scientific task of develop-
ment of design documents, using the example
of automated preparation of the list of pur-

товки ведомости покупных изделий. Ведомость покупных изделий представляет собой текстовый документ, входящий в состав конструкторской документации на программно-управляемое изделие, необходимый на приборостроительном предприятии для организации закупочной деятельности отдела снабжения. Ведомость покупных изделий оформляется в соответствии с требованиями отраслевых стандартов и содержит исчерпывающий перечень комплектующих, необходимых для обеспечения производства при изготовлении изделия. Ведомость покупных изделий оформляется, как правило, в текстовом процессоре Word по заранее подготовленным программным шаблонам и хранится на предприятии в бумажном или электронном виде в файловых форматах *doc* или *pdf*. Автоматизированная подготовка конструкторского документа реализуется при помощи специального программного продукта, осуществляющего обработку инженерных данных разрабатываемого проекта на приборостроительном предприятии.

Ключевые слова. Проектирование, конструкторская документация, шаблон, ведомость покупных изделий, автоматизация, программное обеспечение.

chased products, is considered. The list of purchased products represents the text document which is a part of design documentation on a program-driven product necessary at the instrument-making enterprise for the organization of purchasing activities of department of supply. The list of purchased products is made up according to the requirement of industry standards and contains an exhaustive list of the accessories necessary for support of production in case of manufacture of a product. The list of purchased products, as a rule, is made up in the Word word-processor on previously prepared program templates, and stored at the enterprise in paper form or in electronic form in the file in *doc* or *pdf* formats. Automated preparation of the design document is implemented by means of the special software product which realizes processing of engineering data of the developed project at the instrument-making enterprise.

Key words. Design, design documentation, template, list of purchased products, automation, software.

Введение

Подготовка конструкторской документации является составным этапом выполнения опытно-конструкторской работы на приборостроительном предприятии по разработке нового вида изделия. Комплект конструкторской документации (КД) включает в себя чертежную, текстовую, схемотехническую и иные виды документации. Оформление документации осуществляется с использованием специализированных программных продуктов [1], [3], [4], [8], [10] – систем автоматизации проектирования (САПР), автоматизирующих процесс разработки отдельных видов КД.

Подготовка КД является для разработчика трудоемким процессом, а автоматизация разработки имеет целью [2], [6], [7], [9], [11], [12] снижение трудоемкости разработки изделия с одновременным решением задач снижения временных сроков проектирования изделия и снижения числа ошибок, содержащихся в результирующем проекте, обусловленных влиянием человеческого фактора.

Решение задачи автоматизации подготовки КД в значительной степени зависит от программных инструментов, имеющихся в распоряжении разработчика. Одним из таких инструментов являются программные шаблоны оформления текстовых конструкторских документов, разрабатываемые в соответствии с требованиями отраслевых стандартов. Отраслевые стандарты предполагают наличие в конструкторских документах штампа основной надписи чертежа (как правило, это колонтитул), наличие специальных разделов в конструкторском документе, например: распределение электрорадиоизделий по группам компонентов (сопротивления, конденсаторы, микросхемы и т.д.), документация, сборочные единицы, детали, прочие изделия и пр.

Шаблоны оформления отдельных видов КД представляют собой электронные файлы универсального назначения, представленные в распространенных файловых форматах хранения данных *doc* или *pdf*, структура которых определяется отраслевыми стандартами и предполагает заполнение автоматизированным способом определенных полей документа, предназначенных для хранения инженерных данных проекта. Такими полями могут быть: сведения о цветных и драгоценных металлах, содержащихся в изделии; тактико-технические характеристики изделия, содержащиеся в требованиях технического задания на разработку изделия; перечень электроизделий, примененных разработчиком в изделии и т.д.

Цель настоящей статьи заключается в представлении широкому кругу читателей результатов исследований по разработке электронных программных шаблонов для автоматизированного способа подготовки текстовых конструкторских документов в САПР на примере оформления специального вида текстового конструкторского документа – ведомости покупных изделий.

Основная часть

1. Программные шаблоны для оформления текстового конструкторского документа

В целях повышения эффективности взаимодействия разработчика при работе с САПР элементы оформления конструкторского документа формируются автоматически с использованием программных шаблонов. Программные шаблоны позволяют создавать конструкторские документы в соответствии с требованиями отраслевых стандартов.

Для создания программного шаблона используется стандартная библиотека Microsoft.Office.Interop.Word 12.0.0.0, поставляемая одновременно с пакетом программ Microsoft Visual Studio 2010. Ниже представлен фрагмент программного кода, реализующий генерацию автоматизированным способом колонтитулов текстового конструкторского документа.

```
using Word = Microsoft.Office.Interop.Word;
    private void addDoc() {
        //Start Word and create a new document.
        Word._Application oWord;
        Word._Document oDoc;
        oWord = new Word.Application();
        oDoc = oWord.Documents.Add();
        Word.Border[] bordersHF = new Word.Border[2];
        //Create top footer
        oDoc.Sections[1].Headers[Word.WdHeaderFooterIndex.wdHeaderFooterPrimary].Range.Text = "ОКБ Электроавтоматика";
        oDoc.Sections[1].Headers[Word.WdHeaderFooterIndex.wdHeaderFooterPrimary].Range.Font.Size = 12;
        oDoc.Sections[1].Headers[Word.WdHeaderFooterIndex.wdHeaderFooterPrimary].Range.Font.Name = "Times New Roman";
        oDoc.Sections[1].Headers[Word.WdHeaderFooterIndex.wdHeaderFooterPrimary].Range.ParagraphFormat.LineSpacing = (float)18;
        oDoc.Sections[1].Headers[Word.WdHeaderFooterIndex.wdHeaderFooterPrimary].Range.ParagraphFormat.Alignment = Word.WdParagraphAlignment.wdAlignParagraphCenter;
```

```

bordersHF[0] =
oDoc.Sections[1].Headers[Word.WdHeaderFooterIndex.wdHeaderFooterPrimary].Range.
Borders[Word.WdBorderType.wdBorderBottom];
//Create bottom footer
oDoc.Sections[1].Footers[Word.WdHeaderFooterIndex.wdHeaderFooterPrimary].Range.T
ext = "АО ОКБ \"Электроавтоматика\" ЭОС.XXXX.02501.001" + "    " + "стр.";
oDoc.Sections[1].Footers[Word.WdHeaderFooterIndex.wdHeaderFooterPrimary].Range.F
ont.Size = 12;
oDoc.Sections[1].Footers[Word.WdHeaderFooterIndex.wdHeaderFooterPrimary].Range.F
ont.Name = "Times New Roman";
oDoc.Sections[1].Footers[Word.WdHeaderFooterIndex.wdHeaderFooterPrimary].Ran
ge.ParagraphFormat.LineSpacing = (float)18;
oDoc.Sections[1].Footers[Word.WdHeaderFooterIndex.wdHeaderFooterPrimary].Range.P
aragraphFormat.Alignment = Word.WdParagraphAlignment.wdAlignParagraphLeft;
bordersHF[1] =
oDoc.Sections[1].Footers[Word.WdHeaderFooterIndex.wdHeaderFooterPrimary].Range.B
orders[Word.WdBorderType.wdBorderTop];
    foreach (Word.Border brd in bordersHF)    {
        //ставим стиль границы
        brd.LineStyle = Word.WdLineStyle.wdLineStyleSingle;
        //задаем цвет границы
        brd.Color = Word.WdColor.wdColorBlack;
    }
}

```

Фрагмент кода содержит записи о наименовании предприятия, в частности, АО «ОКБ «Электроавтоматика», на котором разработан текстовый конструкторский документ, коде предприятия (в представленном примере XXXX), а также нумерацию страниц в документе. Верхний колонтитул, формируемый с использованием представленного фрагмента кода, показан на рис. 1.

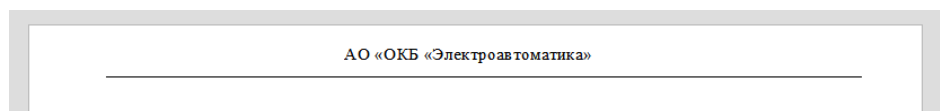


Рис. 1. Верхний колонтитул текстового конструкторского документа (пример)

Децимальный номер XXXX предприятия и нумерация страницы конструкторского документа в соответствии с представленным шаблоном располагается в нижнем колонтитуле страницы документа. Нижний колонтитул, формируемый с использованием представленного фрагмента кода, показан на рис. 2.

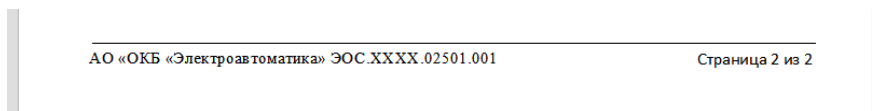


Рис. 2. Нижний колонтитул текстового конструкторского документа (пример)

Для сохранения и последующего использования программных шаблонов используются функции библиотеки Microsoft.Office.Interop.Word 12.0.0.0:

```
object fileName = PathDoc;  
object FileFormat = Word.WdSaveFormat.wdFormatPDF;  
object oMissing = System.Reflection.Missing.Value;  
  
oWord.ActiveDocument.SaveAs(ref fileName,  
    ref FileFormat, ref oMissing, ref oMissing, ref oMissing,  
    ref oMissing, ref oMissing, ref oMissing, ref oMissing,  
    ref oMissing, ref oMissing, ref oMissing, ref oMissing);
```

Представленные фрагменты кода позволяют разработчику КД в программе САПР сохранять шаблон в распространенных форматах представления текстовых документов: *pdf, doc, docx, html, rtf, xps* и др. Модифицируется только значение переменной *FileFormat*, в которой задается полный путь к файлу в файловой системе на жестком диске инструментальной ЭВМ автоматизированного рабочего места разработчика. Аналогично создаются другие компоненты программного шаблона для оформления КД в соответствии с требованиями отраслевых стандартов к оформлению и содержанию конструкторских документов.

2. Пример автоматизированной подготовки конструкторского документа «Ведомость покупных изделий»

В качестве примера практической реализации подготовки автоматизированным способом конструкторских документов на рис. 3 показано диалоговое окно пользовательского интерфейса программы [2] для подготовки конструкторского документа «Ведомость покупных изделий», код документа ВП, на бортовую графическую систему БГС-945. На рис. 3 приняты следующие аббревиатуры: модуль вычислительный (МВ), модуль напряжений (МН), модуль графический (МГ), модуль коммутации (МК), модуль сопряжения (МС), корпус К.

Исходными данными для программы оформления документации являются: наименования и количества радиоэлементов, а также номера технических условий, по которым серийный завод осуществляет выпуск этих радиоэлементов, примененных в сборочных единицах. Оформление конструкторского документа «Ведомость покупных изделий» предполагает наличие на проектном предприятии централизованной схемы обработки инженерных данных о содержащихся в проектируемых изделиях компонентах.

Сведения о примененных радиоэлементах располагаются в SQL (Structured Query Language)-совместимой реляционной базе данных, формируемой на проектном предприятии в соответствии с перечнями элементов, код документа ПЭЗ, и схемой деления изделия на составные части, код документа Е1. Записи базы данных радиоэлектронных компонентов позволяют осуществлять автоматизированную подготовку текстового конструкторского документа «Ведомость покупных изделий», используемого для обеспечения закупок комплектации отделом снабжения предприятия по каждому изделию.

Оформление документа «Ведомость покупных изделий» производится автоматизированным способом за счет обработки записей таблиц SQL-базы данных радиоэлементов. Конструкторский документ «Ведомость покупных изделий» подготавливается в формате текстового процессора Microsoft Word версии 2013 по шаблонам, разработанным на проектном предприятии в соответствии с ГОСТ 2.106-96 и проиллюстрированным на примере.

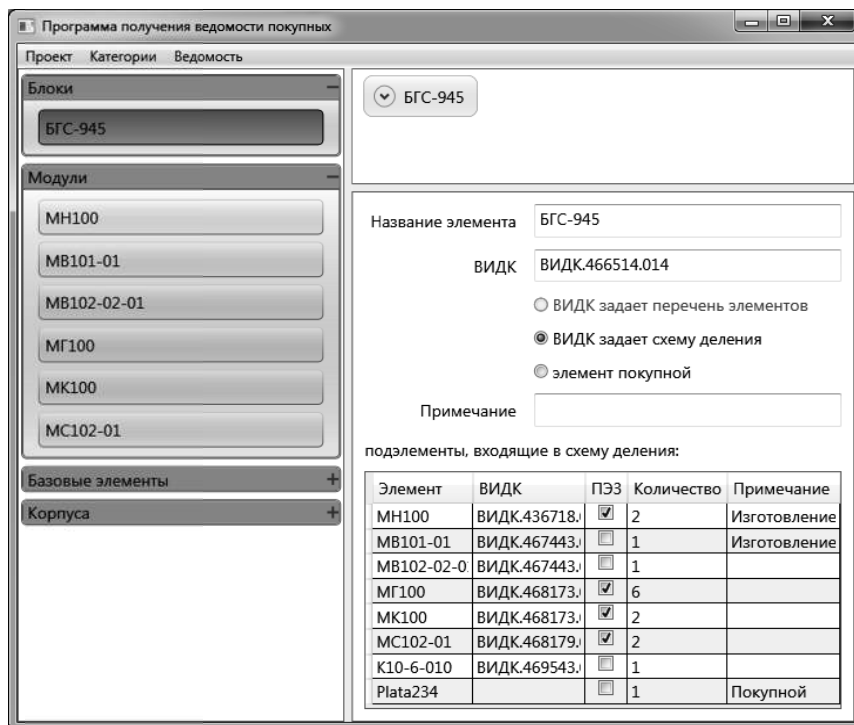


Рис. 3. Диалоговое окно пользовательского интерфейса программы для подготовки текстового конструкторского документа «Ведомость покупных изделий»

Заключение

Качественное и быстрое проектирование сложного изделия, инжиниринг сложных технических систем — это процессы, в которых каждая часть выполняемого проекта может рассматриваться индивидуально, разрабатываться с помощью различных инструментальных средств, но с возможностью подготовки единого пакета конструкторской документации.

Представленные фрагменты программных шаблонов для оформления текстового документа «Ведомость покупных изделий» могут быть доработаны для оформления иных видов текстовых конструкторских документов, например: спецификация, руководство по технической эксплуатации, ведомость эксплуатационных документов, паспорт и т.д., и создают предпосылки для разработки отраслевых систем автоматизации проектирования, автоматизирующих процесс разработки приборного оборудования различного назначения.

Автоматизация процесса подготовки конструкторской документации существенно сокращает трудоемкость (до 80 % по методике [7]) и время проектирования, что в конечном итоге снижает себестоимость этапа разработки КД в целом.

Программное средство функционирует на базе инструментальной ЭВМ с характеристиками: ASUS K56CB-X0391H, процессор Intel(R) Core(TM) i5-3337U, 4 ядра, тактовая частота 1,8 ГГц, оперативная память 6 Gb под управлением операционной системы Windows 8.1.

Литература

1. Авдеева М., Чиркин А. Перевод бумажной документации в электронный вид // САПР и графика. 2004. №1. С. 70–72.
2. Батова С.В. Программа генерации ведомости покупных. Свидетельство на программу для ЭВМ №2016614244 от 19.04.2016.
3. Брахутин А.Г. CALS выходит на федеральный уровень // Вестник авиации и космонавтики. 2001. №5. С. 26–27.
4. Бычков И., Ващук Ю. Конструкторская спецификация – информационная основа управления предприятием // САПР и графика. 2001. №9. С. 90–95.
5. Гатчин И.Ю., Жаринов И.О., Жаринов О.О., Косенков П.А. Реализация жизненного цикла «проектирование-производство-эксплуатация» бортового оборудования на предприятиях авиационной промышленности // Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики. 2012. №2. С. 141–143.
6. Гатчин Ю.А., Жаринов И.О., Жаринов О.О. Архитектура программного обеспечения автоматизированного рабочего места разработчика бортового авиационного оборудования // Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики. 2012. №2. С. 140–141.
7. Жаринов И.О., Жаринов О.О., Шек-Иовсепянц Р.А., Суслов В.Д. Оценка снижения трудоемкости подготовки конструкторской документации с использованием CALS-технологии в приборостроении // Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики. 2012. №4. С. 151–153.
8. Кукаренко Е., Молочко Д. Управление потоками знаний в техническом документообороте предприятия // САПР и графика. 2001. №10. С. 35–37.
9. Парамонов П.П., Гатчин Ю.А., Жаринов И.О., Жаринов О.О., Дейко М.С. Принципы построения отраслевой системы автоматизированного проектирования в авиационном приборостроении // Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики. 2012. №6. С. 111–117.
10. Садовников Д., Ноздрин А., Ширяев Н. Система управления технической и проектно-конструкторской документацией // САПР и графика. 2002. №5. С. 74–77.
11. Kostishin M.O., Shukalov A.V., Zharinov I.O., Zharinov O.O., Ershov A.N. Colorimetric features of design and production of aircraft display systems in the product lifecycle // Indian Journal of Science and Technology. 2016. Vol. 9. No. 29. Art. 99451.
12. Utkin S.B., Batova S.V., Blagonravov S.A., Konovalov P.V., Zharinov I.O. Automated construction of software configuration tables for real-time systems in avionics // Programming and Computer Software. 2015. Vol. 41. No. 4. Pp. 219–223.

Reference

1. Avdeeva M., Chirkin A. Perevod bumazhnoi dokumentatsii v elektronnyi vid [Convert paper documents into electronic form]. *SAPR i grafika* [CAD and Graphics], 2004, no.1, pp. 70–72.
2. Batova S.V. *Programma generatsii vedomosti pokupnykh. Svidetel'stvo na pro-grammu dlia EVM №2016614244* ot 19.04.2016. [The program for generating the bill of purchase. The certificate for the computer program №2016614244 from 04/19/2016]
3. Brakhutin A.G. *CALS vykhodit na federal'nyi uroven'* [CALS goes to the federal level]. *Vestnik aviatsii i kos-monavtiki* [Bulletin of Aviation and Astronautics], 2001, no. 5, pp. 26–27.
4. Bychkov I., Vashchuk Iu. Konstruktorskaiia spetsifikatsiia – informatsionnaia osnova upravleniia predpriatiem [The design specification — the basis of enterprise management information]. *SAPR i grafika* [CAD and Graphics], 2001, no. 9, pp. 90–95.
5. Gatchin I.Iu., Zharinov I.O., Zharinov O.O., Kosenkov P.A. Realizatsiia zhiznennogo tsikla «proektirovanie-proizvodstvo-ekspluatatsiia» bortovogo oborudovaniia na predpriatiiakh aviatsionnoi promyshlennosti [Realization of the life cycle "design-production-operation" of on-board equipment at the enterprises of the aviation industry]. *Nauchno-tekhnicheskii vestnik informatsionnykh tekhnologii, mekhaniki i optiki* [Scientific and Technical Herald of Information Technologies, Mechanics and Optics], 2012, no. 2, pp. 141–143.

6. Gatchin Iu.A., Zharinov I.O., Zharinov O.O. Arkhitektura programmnogo obespeche-niia avtomatizirovannogo rabocheho mesta razrabotchika bortovogo aviatsionnogo oborudovaniia [The architecture of the software of the automated working place of the developer of airborne aircraft equipment]. *Nauchno-tekhnicheskii vestnik informatsionnykh tekhnologii, mekha-niki i optiki* [Scientific and Technical Herald of Information Technologies, Mechanics and Optics], 2012, no. 2, pp. 140–141.

7. Zharinov I.O., Zharinov O.O., Shek-Iovsepiants R.A., Suslov V.D. Otsenka snizheniia trudoemkosti podgotovki konstruktorskoï dokumentatsii s ispol'zovaniem CALS-tekhnologii v priborostroenii [Assessment of the reduction in the labor intensity of the preparation of design documentation using CALS-technology in instrument-making]. *Nauchno-tekhnicheskii vestnik informatsionnykh tekhnologii, mekhaniki i optiki* [Scientific and Technical Herald of Information Technologies, Mechanics and Optics], 2012, no. 4, pp. 151–153.

8. Kukarenko E., Molochko D. *Upravlenie potokami znanii v tekhnicheskoi dokumentatsii* [Flow management knowledge in the technical document of the enterprise]. *SAPR i grafika* [CAD and Graphics], 2001, no. 10, pp. 35–37.

9. Paramonov P.P., Gatchin Iu.A., Zharinov I.O., Zharinov O.O., Deiko M.S. Printsipy postroe-niia otraslevoi sistemy avtomatizirovannogo proektirovaniia v aviatsionnom priborostroenii [Principles of constructing a branch system of computer-aided design in aviation instrument engineering]. *Nauchno-tekhnicheskii vestnik informatsionnykh tekhnologii, mekhaniki i optiki* [Scientific and Technical Herald of Information Technologies, Mechanics and Optics], 2012, no. 6, pp. 111–117.

10. Sadovnikov D., Nozdrin A., Shiriaev N. Sistema upravleniia tekhnicheskoi i pro-ektno-konstruktorskoï dokumentatsiei [The control system of technical and design documentation]. *SAPR i grafika* [CAD and Graphics], 2002, no. 5, pp. 74–77.

11. Kostishin M.O., Shukalov A.V., Zharinov I.O., Zharinov O.O., Ershov A.N. Colorimetric features of design and production of aircraft display systems in the product lifecycle. *Indian Journal of Science and Technology*, 2016, vol. 9, no. 29, art. 99451.

12. Utkin S.B., Batova S.V., Blagonravov S.A., Kononov P.V., Zharinov I.O. Automated construction of software configuration tables for real-time systems in avionics. *Programming and Computer Software*, 2015, vol. 41, no. 4, pp. 219–223.

Гурьянов А.В., Шукалов А.В., Жаринов И.О., Костишин М.О., Леоновец С.А. Программные шаблоны для автоматизированного оформления текстовых конструкторских документов на изделия авиационной промышленности // Вестник Череповецкого государственного университета. 2017. №2(77). С. 15–22.

For citation: Guryanov A.V., Shukalov A.V., Zharinov I.O., Kostishin M.O., Leonovets S.A. Program templates for automated designs of text design documents on products of the aviation industry. *Bulletin of the Cherepovets State University*, 2017, no. 2 (77), pp. 15–22.