



УДК 004.4

## УПРАВЛЕНИЕ ИНЖЕНЕРНЫМИ ДАННЫМИ ПРОЕКТА ПРИ АВТОМАТИЗАЦИИ ПОДГОТОВКИ КОНСТРУКТОРСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ

А.В. Гурьянов<sup>a</sup>, А.В. Шукалов<sup>a,b</sup>, И.О. Жаринов<sup>a,b</sup>, С.А. Леоновец<sup>a,b</sup>, Е.Ю. Диденко<sup>a,b</sup>

<sup>a</sup> АО «ОКБ «Электроавтоматика», Санкт-Петербург, 198095, Российская Федерация

<sup>b</sup> Университет ИТМО, Санкт-Петербург, 197101, Российская Федерация

Адрес для переписки: igor\_rabota@pisem.net

### Информация о статье

Поступила в редакцию 14.11.16, принята к печати 07.12.16

doi: 10.17586/2226-1494-2017-17-1-182-186

Язык статьи – русский

**Ссылка для цитирования:** Гурьянов А.В., Шукалов А.В., Жаринов И.О., Леоновец С.А., Диденко Е.Ю. Управление инженерными данными проекта при автоматизации подготовки конструкторской документации // Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики. 2017. Т. 17. № 1. С. 182–186. doi: 10.17586/2226-1494-2017-17-1-182-186

### Аннотация

Разработано и реализовано на программном уровне инструментальное средство для автоматизированной поддержки процесса сквозного проектирования конструкторской документации на изделие. Предложенное решение основано на обработке инженерных данных проекта, содержащихся во взаимосвязанных конструкторских документах: тактико-технические характеристики изделий, сведения о содержащихся в них ценных металлах, перечень примененных в изделии компонентов и другие. Обработка инженерных данных основана на их преобразовании к виду, предусмотренному требованиями отраслевых стандартов на оформление конструкторской документации. Представлен общий граф конструкторской документации, разрабатываемой на изделие. Дано описание разработанного программного продукта. Автоматизированный процесс подготовки взаимосвязанных конструкторских документов продемонстрирован на примере подготовки ведомости покупных изделий. Результаты работы могут быть использованы при выполнении научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ по созданию перспективных образцов вычислительной техники.

### Ключевые слова

конструкторская документация, разработка, автоматизация, программные средства

## PROJECT ENGINEERING DATA MANAGEMENT AT AUTOMATED PREPARATION OF DESIGN DOCUMENTATION

A.V. Guryanov<sup>a</sup>, A.V. Shukalov<sup>a,b</sup>, I.O. Zharinov<sup>a,b</sup>, S.A. Leonovets<sup>a,b</sup>, E.Yu. Didenko<sup>a,b</sup>

<sup>a</sup> Design Bureau «Electroavtomatika», Saint Petersburg, 198095, Russian Federation

<sup>b</sup> ITMO University, Saint Petersburg, 197101, Russian Federation

Corresponding author: igor\_rabota@pisem.net

### Article info

Received 14.11.16, accepted 07.12.16

doi: 10.17586/2226-1494-2017-17-1-182-186

Article in Russian

**For citation:** Guryanov A.V., Shukalov A.V., Zharinov I.O., Leonovets S.A., Didenko E.Yu. Project engineering data management at automated preparation of design documentation. *Scientific and Technical Journal of Information Technologies, Mechanics and Optics*, 2017, vol. 17, no. 1, pp. 182–186. doi: 10.17586/2226-1494-2017-17-1-182-186

### Abstract

We have developed and realized instrumental means for automated support of end-to-end design process for design documentation on a product at the programming level. The proposed decision is based on processing of the engineering project data that are contained in interdependent design documents: tactical technical characteristics of products, data on the valuable metals contained in them, the list of components applied in a product and others. Processing of engineering data is based on their conversion to the form provided by requirements of industry standards for design documentation preparation. The general graph of the design documentation developed on a product is provided. The description of the developed software product is given. Automated preparation process of interdependent design documents is shown on the example of preparation of purchased products list. Results of work can be used in case of research and development activities on creation of perspective samples of ADP equipment.

### Keywords

design documentation, development, automation, software

Процесс разработки изделий сопровождается подготовкой конструкторской документации (КД) на различных этапах проектирования: эскизное проектирование; технический проект; технические предложения; рабочее конструкторское проектирование. Номенклатура разрабатываемых документов регламентируется соответствующими государственными стандартами, в частности, ГОСТ 2.102-68, и зависит от сложности изделия (системы, комплекса) и его практической области применения.

В распоряжении разработчиков проектных организаций сегодня имеются различные программные средства, автоматизирующие процесс подготовки КД. Широкое практическое применение получили системы автоматизации проектирования (САПР) [1–4]: AutoCAD, Solidworks, UniGraphics, предназначенные для оформления чертежной документации; Cadence Design, Mentor Graphics, XILINX Foundation, ALTERA, предназначенные для подготовки схемной документации и данных проекта; текстовый процессор Word, используемый для оформления текстовой документации, и т.д.

Основной особенностью применения таких САПР является их узкая специализация, обеспечивающая разработчику возможность автоматизировать процесс подготовки ограниченного числа видов КД в отрыве от общего числа документов, разрабатываемых на проект в целом. Таким образом, разработчики вынуждены устанавливать на инструментальную ЭВМ автоматизированного рабочего места (АРМ) различные виды САПР и оформлять техническую документацию проекта поочередно – сначала одну группу КД с использованием одного вида САПР, затем другую группу КД с использованием другого вида САПР, и т.д. При этом эффект автоматизации процесса разработки КД от применения САПР резко снижается, и в ряде случаев взаимосвязь между инженерными данными, являющимися составной частью различных конструкторских документов, оказывается сосредоточенной только в памяти разработчика, что создает предпосылки для возникновения ошибок проектирования.

В этой связи актуальной является задача разработки отраслевых САПР, позволяющих разработчикам осуществлять автоматизированную поддержку процесса сквозного проектирования КД на изделие. Основные методологические аспекты построения отраслевой САПР в области авиаприборостроения приведены в [5–12]. Цель настоящей работы заключается в представлении широкому кругу читателей результатов исследований, направленных на разработку инструментального средства, реализуемого программным способом, для автоматизированного формирования взаимосвязанных конструкторских документов на основе обработки инженерных данных проекта на примере подготовки ведомости покупных изделий.

Основополагающим общетехническим документом, регулирующим на предприятии отношения заказчика (военного представителя) и разработчика в части объема и видов конструкторских документов, разрабатываемых на изделие на определенном этапе проектирования, является протокол номенклатуры КД. В нем указывается: исчерпывающий перечень КД, подготавливаемой на изделие и на его сборочные единицы; используемые при этом САПР, включая версии программного обеспечения, установленные на инструментальной ЭВМ АРМ; подразделения – ответственные исполнители по разработке и согласованию (метрология, нормоконтроль, технологический контроль и т.д.) КД; способ (электронный, на бумажных носителях) и сроки хранения документации в архиве предприятия.

На рис. 1 приведен пример графа КД, разрабатываемой на изделие. Стрелками схематично показаны взаимосвязи между документами – инженерные данные, являющиеся исходными для подготовки пошагово разрабатываемых видов конструкторских документов.

На рис. 1 используются обозначения (аббревиатуры), принятые в отечественной промышленности для обозначения различных кодов конструкторских документов: УЧ – упаковочный чертеж; ГЧ – габаритный чертеж; МЧ – монтажный чертеж; МЭ – электромонтажный чертеж; ПФ – патентный формуляр; ТУ – технические условия; РПП – руководство по применению и программированию (общетехнический документ); ВО – чертеж общего вида; СБ – сборочный чертеж; Т10М – данные о результатах проектирования платы; Д12 – данные контроля; Д11 – данные программирования; Д13 – данные проекта; ФПО – функциональное программное обеспечение; ТЗ – техническое задание; Е1 – схема деления изделия на составные части; Э1 – схема электрическая структурная; Э2 – схема электрическая функциональная; Э3 – схема электрическая принципиальная; Э4 – схема электрическая соединений; Э5 – схема электрическая подключения; И5 – инструкция по занесению данных и контролю; ПС1 – Паспорт. Приложение. Контрольные суммы; ЭД – ведомость эксплуатационных документов; ОП – описание папки; ВС – ведомость спецификаций; И1 – инструкция по проверке, настройке, регулировке; И4 – инструкция по проверке; ПЭ3 – перечень элементов; ВП – ведомость покупных изделий; РР1 – расчет драгоценных металлов; РР2 – расчет цветных металлов; Д20 – карта рабочих режимов; РР – расчет показателей уровня стандартизации и унификации; ПС – паспорт; РО – руководство по обслуживанию; РЭ – руководство по технической эксплуатации; ЭТ – этикетка; ЛУ – лист утверждения; ЗИП – запасные изделия прилагаемые; ПД – программная документация.

Полутонами (в оттенках серого цвета) на рис. 1 заполнены элементы графа, соответствующие конструкторским документам, разрабатываемым на различных этапах проектирования изделия.

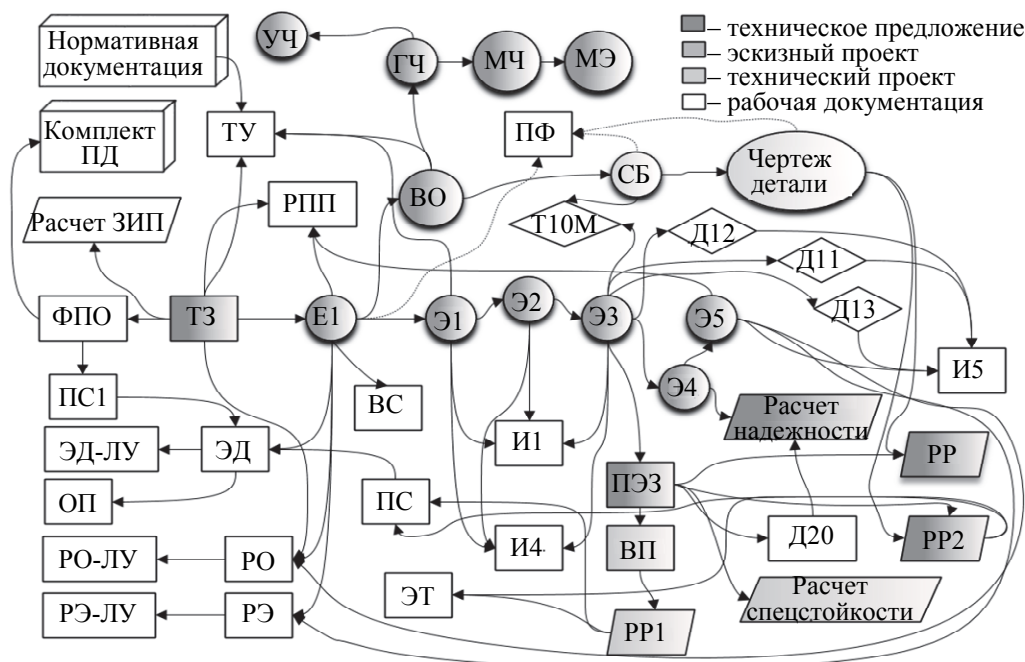


Рис. 1. Пример графа конструкторской документации, разрабатываемой на изделие

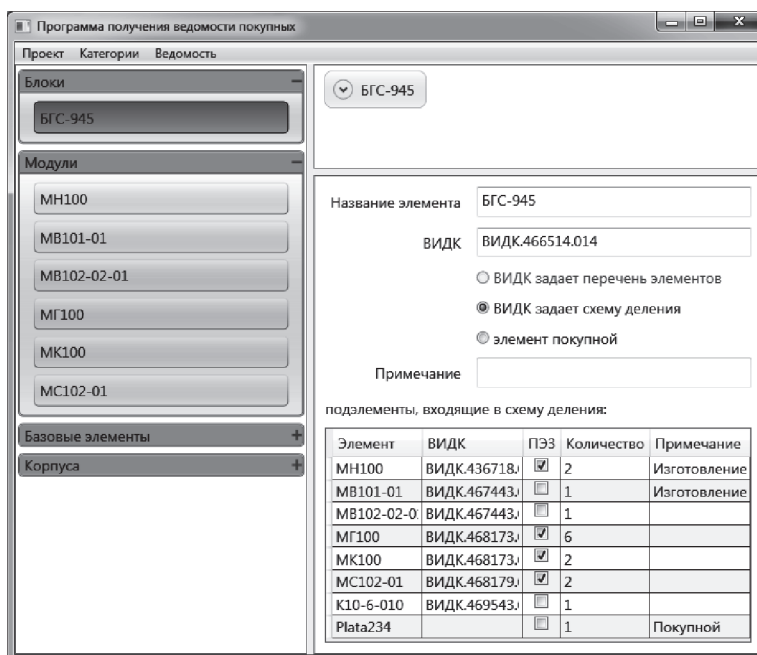


Рис. 2. Диалоговое окно пользовательского интерфейса программы для подготовки ведомости покупных изделий

В качестве примера практической реализации подготовки автоматизированным способом конструкторских документов в соответствии с ветвями графа на рис. 2 показано диалоговое окно пользовательского интерфейса программы [13] для подготовки ведомости покупных изделий (ВП) на бортовую графическую систему БГС-945. На рис. 2 приняты следующие аббревиатуры: модуль вычислительный (МВ), модуль напряжений (МН), модуль графический (МГ), модуль коммутации (МК), модуль сопряжения (МС), корпус (К).

Исходными данными для программы являются наименования и количества радиоэлементов, а также номера технических условий, по которым серийный завод осуществляет выпуск этих радиоэлементов, примененных в сборочных единицах.

Сведения об элементах располагаются в SQL-совместимой реляционной базе данных, формируемой на проектом предприятии в соответствии с перечнями элементов ПЭЗ, и схемой деления изделия на составные части Е1. Записи базы данных радиоэлектронных компонентов позволяют осуществлять автоматизированную подготовку текстового конструкторского документа «Ведомость покупных изделий».

используемого для обеспечения закупок комплектации отделом снабжения предприятия.

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

Результатом применения инструментального программного средства является сокращение временных затрат на подготовку конструкторского документа ВП до 80% по методике [14]. 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. Садовников Д., Ноздрин А., Ширяев Н. Система управления технической и проектно-конструкторской документацией // САПР и графика. 2002. №5. С. 74–77.
3. Кукаренко Е., Молочко Д. Управление потоками знаний в техническом документообороте предприятия // САПР и графика. 2001. №10. С. 35–37.
4. Бычков И., Вашук Ю. Конструкторская спецификация – информационная основа управления предприятием // САПР и графика. 2001. №9. С. 90–95.
5. Брахутин А.Г. CALS выходит на федеральный уровень // Вестник авиации и космонавтики. 2001. №5. С. 26–27.
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. 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.
8. 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.
9. Уткин С.Б., Батова С.В., Благодрагов С.А., Коновалов П.В., Жаринов И.О. Автоматизация создания таблицы конфигурации программного обеспечения для систем реального времени в авионике // Программирование. 2015. № 4. С. 40–46.
10. 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. V. 9. N 29. Art. 99451. doi: 10.17485/ijst/2016/v9i29/99451
11. Korobeynikov A.G., Fedosovsky M.E., Maltseva N.K., Baranova O.V., Zharinov I.O., Gurjanov A.V., Zharinov O.O. Use of information technologies in design and production activities of instrument-making plants // Indian Journal of Science and Technology. 2016. V. 9. N 44. Art. 104708. doi: 10.17485/ijst/2016/v9i44/104708
12. Богатырев В.А. Надежность и эффективность резервирования компьютерных сетей // Информационные технологии. 2006. №9. С. 25–30.
13. Батова С.В. Программа генерации ведомости покупных. Свидетельство на программу для ЭВМ №2016614244 от 19.04.2016.
14. 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.

## References

1. Avdeeva M., Chirkin A. Convert paper documents into electronic form. *SAPR i Grafika*, 2004, no. 1, pp. 70–72. (In Russian).
2. Sadovnikov D., Nozdrin A., Shiryaev N. The control system of technical and design documentation. *SAPR i Grafika*, 2002, no. 5, pp. 74–77 (In Russian).
3. Kukarenko E., Molochko D. Flow management knowledge in the technical document of the enterprise. *SAPR i Grafika*, 2001, no. 10, pp. 35–37. (In Russian).
4. Bychkov I., Vashuk Ju. The design specification – the basis of enterprise management information. *SAPR i Grafika*, 2001, no. 9, pp. 90–95 (In Russian).
5. Brahutin A.G. CALS goes to the federal level. *Vestnik Aviatsii i Kosmonavтики*, 2001, no. 5, pp. 26–27. (In Russian).
6. Gatchin Yu.A., Zharinov I.O., Zharinov O.O. Software architecture for the automated workplace of the onboard aviation equipment developer. *Scientific and Technical Journal of Information Technologies, Mechanics and Optics*, 2012, no. 2, pp. 140–141. (In Russian).
7. Gatchin I.Yu., Zharinov I.O., Zharinov O.O., Kosenkov P.A. Life cycle "design-manufacture-operation" realization for onboard equipment at the aviation industry enterprises. *Scientific and Technical Journal of Information Technologies, Mechanics and Optics*, 2012, no. 2, pp. 141–143. (In Russian).
8. Paramonov P.P., Gatchin Yu.A., Zharinov I.O., Zharinov O.O., Deiko M.S. Principles of branch system creation for the automated design in aviation instrumentation. *Scientific and Technical Journal of Information Technologies, Mechanics and Optics*, 2012, no. 6, pp. 111–117. (In Russian).
9. Utkin S.B., Batova S.V., Blagoravov 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. doi: 10.1134/S0361768815040076
10. 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. doi: 10.17485/ijst/2016/v9i29/99451
11. Korobeynikov A.G., Fedosovsky M.E., Maltseva N.K., Baranova O.V., Zharinov I.O., Gurjanov A.V., Zharinov O.O. Use of information technologies in design and production activities of instrument-making plants. *Indian Journal of Science and Technology*, 2016, vol. 9, no. 44, art. 104708. doi: 10.17485/ijst/2016/v9i44/104708
12. Bogatyrev V.A. Reliability and efficiency reservations of computer networks. *Informacionnye Tehnologii*, 2006, no. 9, pp. 25–30. (In Russian).
13. Batova S.V. *The Program of Generation Statement Finished Products*. Certificate of state registration of the computer program, no. 2016614244, filing 19.04.2016. (In Russian).
14. Zharinov I.O., Zharinov O.O., Shek-Iovsepyantz R.A., Suslov V.D. Robustness drop estimation of design documentation preparation by CALS-technologies in instrument making. *Scientific and Technical Journal of Information Technologies, Mechanics and Optics*, 2012, no. 4, pp. 151–153. (In Russian).

## Авторы

**Гурьянов Андрей Владимирович** – генеральный директор, АО «ОКБ «Электроавтоматика», Санкт-Петербург, 198095, Российская Федерация, postmaster@elavt.spb.ru

**Шукалов Анатолий Владимирович** – кандидат технических наук, доцент, Университет ИТМО, Санкт-Петербург, 197101, Российская Федерация; первый заместитель генерального директора – главный конструктор, АО «ОКБ «Электроавтоматика», Санкт-Петербург, 198095, Российская Федерация, aviation78@mail.ru

**Жаринов Игорь Олегович** – доктор технических наук, доцент, заведующий кафедрой, Университет ИТМО, Санкт-Петербург, 197101, Российская Федерация; руководитель учебно-научного центра, АО «ОКБ «Электроавтоматика», Санкт-Петербург, 198095, Российская Федерация, igor\_rabota@pisem.net

**Леоновец Сергей Александрович** – аспирант, Университет ИТМО, Санкт-Петербург, 197101, Российская Федерация; старший инженер, АО «ОКБ «Электроавтоматика», Санкт-Петербург, 198095, Российская Федерация, ser2694@ya.ru

**Диденко Екатерина Юрьевна** – студент, Университет ИТМО, Санкт-Петербург, 197101, Российская Федерация; инженер, АО «ОКБ «Электроавтоматика», Санкт-Петербург, 198095, Российская Федерация, didenko.dej@gmail.com

## Authors

**Andrey V. Guryanov** – General director, Design Bureau «Electroavtomatika», Saint Petersburg, 198095, Russian Federation, postmaster@elavt.spb.ru

**Anatoly V. Shukalov** – PhD, Associate professor, ITMO University, Saint Petersburg, 197101, Russian Federation; First Deputy General Director - Chief Constructor, Design Bureau «Electroavtomatika», Saint Petersburg, 198095, Russian Federation, aviation78@mail.ru

**Igor O. Zharinov** – D.Sc., Associate professor, Head of Chair, ITMO University, Saint Petersburg, 197101, Russian Federation; Chief of learning-scientists center, Design Bureau «Electroavtomatika», Saint Petersburg, 198095, Russian Federation, igor\_rabota@pisem.net

**Sergey A. Leonovets** – postgraduate, ITMO University, Saint Petersburg, 197101, Russian Federation; senior engineer, Design Bureau «Electroavtomatika», Saint Petersburg, 198095, Russian Federation, ser2694@ya.ru

**Ekaterina Yu. Didenko** – student, ITMO University, Saint Petersburg, 197101, Russian Federation; engineer, Design Bureau «Electroavtomatika», Saint Petersburg, 198095, Russian Federation, didenko.dej@gmail.com