

Моделирование процесса рассылки комплектов конструкторской документации

В. Д. Черватюк✉, С. С. Чекрыгин

АО «Научно-производственный центр "Полус"», Томск, Россия
vedrus@mail.ru✉

Аннотация. Проведен анализ задачи определения параметров детерминированной модели рассылки комплектов конструкторской документации в учетные точки научно-производственной организации. Изложены основные требования и общесистемные функции порядка рассылки электронных технических документов. Разработаны алгоритмы, позволяющие по конкретным значениям факторных показателей однозначно определить значение результативного показателя (создание zip-архива версии электронного технического документа для определенной учетной точки) в данной модели. Поставленная задача реализована в виде разработки программного обеспечения отдельной подсистемы АСУ: Предприятие АО «НПЦ "Полус"». Приведены результаты постановки комплектов конструкторской документации на рассылку в учетные точки организации.

Ключевые слова: архив технической документации, спецификация, электронный документ, электронный подлинник, автоматизированная система управления, рассылка электронного документа

Для цитирования: Черватюк В. Д., Чекрыгин С. С. Моделирование процесса рассылки комплектов конструкторской документации // Изв. СПбГЭТУ «ЛЭТИ». 2022. Т. 15, № 1. С. 40–47. doi: 10.32603/2071-8985-2022-15-1-40-47.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов

Original article

Modelling the distribution of technical documentation sets

V. D. Chervatyuk✉, S. S. Chekrigin

JSC «SIC "Polus"», Tomsk, Russia
vedrus@mail.ru✉

Abstract. The analysis of the problem of definition the parameters of the determined model for the distribution complete sets of the design documentation to registration points of the organization is carried out. The basic requirements and the general system functions of the organization of dispatch of electronic technical documentation are stated. The algorithms are developed, allowing on concrete values of factorial indicators unequivocally to define value of a productive indicator (creation of zip-archive of the version of electronic technical documentation for a certain registration point) in the given model. Task in view realization is executed in the form of working out of the software of a separate subsystem of the MANAGEMENT information system the Enterprise of joint-stock company JSC «SIC "Polus"». Results of statement on dispatch in registration points of the organization of complete sets of the design

Keywords: archive of technical documentation, the design documentation, the electronic document, the electronic original, the automated control system, electronic document circulation, electronic dispatch

For citation: Chervatyuk V. D., Chekrigin S. S. Modelling the distribution of technical documentation sets // LETI Transactions on Electrical Engineering & Computer Science. 2022. Vol. 15, no. 1. P. 40–47. doi: 10.32603/2071-8985-2022-15-1-40-47.

Conflict of interest. The authors declare no conflicts of interest

Введение. В данной статье исследуются процессы управления проектной документацией, которое находится на стыке областей проектного менеджмента, производства, системы менеджмента качества и автоматизированных процессов формирования проектных решений (рис. 1). Вся разрабатываемая в научно-производственной организации (НПО) проектная документация проходит стадии от технического задания на изделие до его выпуска.

Разрабатываемая в НПО проектная документация регистрируется в ее архивной системе и после согласования и утверждения сдается в архив. Все зарегистрированные документы уникальны. В общем виде множество данных электронного хранилища технической документации AD организации u определяется множествами O, P, K, S, T :

$$AD^u = F(\{O_i\}, \{K_{ij}\}, \{S_{il}\}, \{T_{ijlm}\}, \{V_{ijlmr}\}),$$

где $\{O_i\}$ ($i = 1, I$) – множество организаций, документы которых находятся в архиве организации u ; $\{K_{ij}\}$ ($j = 1, J$) – множество классификаторов организации i , по которым созданы документы в организации u ; $\{S_{il}\}$ ($l = 1, L$) – множество исполнений по каждому классификационному номеру организации i в архиве организации u ; $\{T_{ijlm}\}$ ($m = 1, M$) – множество типов документов по каждому исполнению классификационного номера организации i в архиве организации u ; $\{V_{ijlmr}\}$ ($r = 1, R$) – множество версий (изменений) документа организации i в архиве организации u .

В соответствии с ЕСКД единицей архивного хранения версии документа V_{ijlmr} является zip-контейнер Z_{ijlmr} :

$$Z_{ijlmr} = F(P_{ijlmr}, SIG_{ijlmr}, M_{ijlmr}, \{O_{ijlmr}\}, U_{ijlmr}),$$

где P_{ijlmr} – электронный подлинник документа; SIG_{ijlmr} – файл электронной цифровой подписи (ЭЦП) данной версии документа; M_{ijlmr} – файл метаданных; $\{O_{ijlmr}\}$ ($g = 1, G$) – множество САД-файлов оригиналов данной версии документа; U_{ijlmr} – файл удостоверяющего листа данной версии документа.

В любой момент времени комплект конструкторской документации (КД) любого изделия, находящегося в архиве, однозначно определяется электронным составом изделия (ЭСИ), полученным на основе актуальных версий документов (в состоянии «Архив») – спецификаций данного изделия [1], [2]:

- в соответствии с ЕСКД основным конструкторским документом на изделие является спецификация;

- по каждой версии головной спецификации изделия строится ЭСИ. В общем случае в состав ЭСИ входят как отдельные электронные документы, так и целые сборочные единицы (сборки). Каждая из сборок, в свою очередь, имеет спецификацию и, следовательно, свой электронный

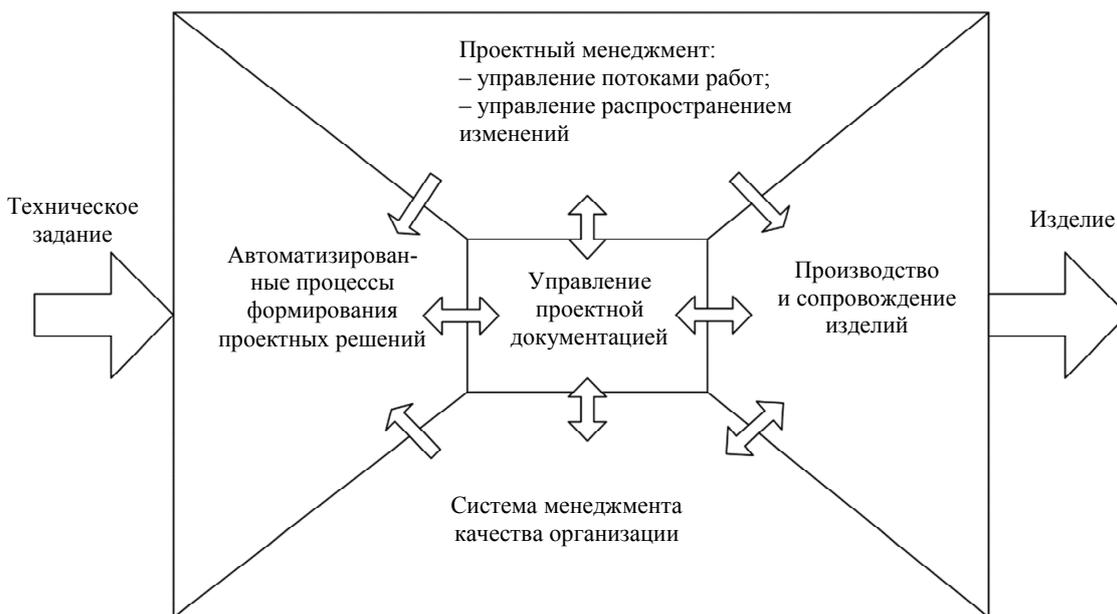


Рис. 1. Место исследуемых процессов в автоматизации проектирования
 Fig. 1. Place of investigated processes in designing automation

состав. Количество уровней вложения сборок друг в друга теоретически не ограничено.

В общем случае все множество документов в архиве НПО AD^y может быть разбито на две составляющие: AD_1^y – множество документов, входящих в состав спецификаций, и AD_2^y – множество документов, не входящих в состав спецификаций. Следовательно, функция множества документов AD_1^y будет зависеть от $\{Sk_i\}$ ($i = 1, I$) – множеств головных спецификаций на изделия, находящихся в архиве организации y ; $\{D1_{ij}\}$ ($j = 1, J$) – множеств документов, входящих в состав головных спецификаций Sk_i ; $\{V1_{ijn}\}$ ($n = 1, N$) – множеств версий данных документов $D1_{ij}$.

Для изготовления изделия в производственных подразделениях НПО определенные комплекты документов на изделие должны быть отправлены в соответствующие подразделения (учетные точки). Для удобства передачи документов на изделие в подразделения они группируются в альбомы, собранные по ведомостям спецификаций (ВС). Состав альбома КД по ВС определяется, прежде всего, ЭСИ соответствующей спецификации.

В общем случае документы на изделие с номером (обозначением) N собираются в несколько альбомов, $\{BC_i^N\}$ ($i = 1, I$) – множество альбомов по ВС на изделие. Каждый альбом BC_i^N на изделие N содержит множество документов $\{D_{ij}^N\}$ ($j = 1, J$), входящих в состав альбома BC_i^N . Документы из множества AD_2^y также могут быть включены в альбомы $\{BC_i^N\}$ ($i = 1, I$) и рассылаться в учетные точки.

Общая постановка задачи. В НПО для обеспечения изготовления изделия альбома BC_i^N со всеми входящими в них документами должны быть отправлены (разосланы) в определенные подразделения (учетные точки) $\{U_{iz}^N\}$ ($z = 1, Z$), где Z_i^N – количество учетных точек рассылки альбома КД i изделия N .

При разработке и реализации алгоритма рассылки альбомов КД в учетные точки НПО необходимо учесть, что в соответствии с политикой безопасности и исходя из решаемых в учетной точке задач (например, изготовление печатных плат) не все документы, входящие в рассылаемый на определенную учетную точку альбом, имеют разрешение на отправку. Допуск на отправку конкретного документа в необходимую учетную точку определяется в соответствии со стандартом организации «Документация техническая. Порядок приема, учета, хранения и обращения» матрицей разрешения M , имеющей следующий вид:

$$M^y = \left\{ \begin{array}{l} r_{11}, r_{12}, \dots, r_{1l-1}, r_{1l} \\ r_{21}, r_{22}, \dots, r_{2l-1}, r_{2l} \\ \dots \\ r_{k-11}, r_{k-12}, \dots, r_{k-1l-1}, r_{k-1l} \\ r_{k1}, r_{k2}, \dots, r_{kl-1}, r_{kl} \end{array} \right\},$$

где $r_{ij} = (0,1)$ – коэффициент рассылки типов документов i $\{T_i\}$ ($i = 1, K$) в a учетных точках НПО $\{U_a\}$ ($a = 1, L$).

Схема формирования и отправки пакета E zip-контейнеров версий документов V , входящих в альбом КД архива организации y , в учетную точку U_a приведена на рис. 2.

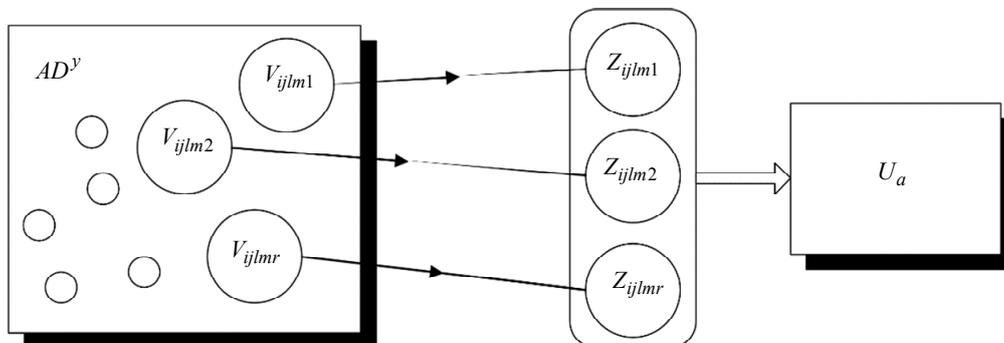


Рис. 2. Схема распространения пакетов версий документов
 Fig. 2. The scheme of distribution of packages of versions of documents

РАСПЕЧАТАНО С ЭЛЕКТРОННОГО
 ПОДПИСИВАЮЩИЙ ДАТА 21.10.14

141153 100 3-4
 603601 КВАРТАЛ 69-42

21.10.14	Устройство контроля тока УКТ-1			ЗАКАЗ 363144
6				ЕИЖА. 468213.651
ОТДЕЛ				
Дата выдачи	Абонент (фамилия, роспись)	Отдел, цех	Кол-во	Отметка о возврате/Дата
28.10.14	Хукова	3 БТД	1	
29.10.14	Хукова	6	1	Сл. з. № 70 от 20.03.19. 9
20.10.14	Ванилова	12	1	
18.10.14	Масляков	ОТК 0/3	1	
29.10.14	Калесин	ТД-Цех	1	
29.10.14	Завабаска	Настр.	1	
28.10.14	Соколова	ППД	1	
		Архив 0/3	1	
		Малар.	1	
		4 Цех	1	
28.10.14	Ванилова	2 Цех	2	
29.10.14	Ванилова	8 Цех	1	
25.6.15	1. ВНИИ, ОПС - 14 шт. (или печатать) (с 20.10.14 от 9.6.15)			
19.12.15	2. Буров. БМЗ - 1 шт или АСУИДИ			

149
Т.1.3.14

Рис. 3. Карточка альбома конструкторской документации
 Fig. 3. Card of an album of the design documentation

Частные особенности решения задачи. При разработке алгоритмов решения данной задачи в АО «Научно-производственный центр „Полус“» (далее НПЦ «Полус») возникли некоторые частные особенности, следующие из дополнительных данных при постановке задачи.

1. Разрабатываемая в НПО КД регистрируется в электронной архивной системе [3]–[7].

2. В электронный архив КД сдается версия электронного подлинника технического документа (ЭТД), которая приобретает статус «Архив». Предыдущая версия данного ЭТД аннулируется.

3. Каждый ЭТД и каждый альбом КД имеют бумажную карточку (рис. 3), в которой определена его внутренняя рассылка (учетные точки НПО).

4. Подразделения НПО, имеющие онлайн-доступ к электронному архиву НПО, должны перейти на использование электронных версий документов и выполнять автоматизированную печать бумажных копий документов КД в своих учетных точках только при возникновении необходимости работы с бумажной копией документов (получение уведомления). Разработана программа, позволяющая формировать соответствующие задания на печать (в необходимом количестве и на требуемом формате листов).

5. Территориально распределенные филиалы НПО, доставка КД в которые осуществляется в бумажном виде, должны перейти на автоматический прием zip-контейнеров архивных версий документов, стоящих на рассылке.

6. Обеспечивается непрерывность производства при переходе на электронную систему внутренней рассылки ЭТД.

7. Обеспечивается перевод на электронную систему внутренней рассылки ЭТД всего задела КД (более 100 тыс. документов) НПЦ «Полус».

Реализация задачи. В НПЦ «Полус» в промышленной эксплуатации находится автоматизированная система (АСУ:Предприятие), позволяющая принимать в архив ЭТД [3]. Поставленная задача реализована в виде разработки отдельной подсистемы для АСУ:Предприятие.

Общая схема работы подсистемы, обеспечивающей рассылку в учетные точки НПО документов, входящих в альбомы КД, созданные по ВС:

1. После постановки комплектов КД на рассылку по электронным структурам спецификаций, входящих в головную ВС комплекта определяется сводный ЭСИ (далее *ListDE*) из архивных версий документов альбома КД.

2. Из электронной карточки ВС в АСУ:Предприятие определяется список учетных точек (*ListU*) рассылки (рис. 4).

3. Для каждого элемента из списка *ListU* выполняются приведенные далее действия (пп. 4–6).

4. В соответствии с матрицей M^V корректируется список *ListDE*, трансформируемый в список *ListDE-M*.

Для каждого элемента ЭТД из списка *ListDE-M* формируется zip-контейнер архивной версии документа (рис. 5).

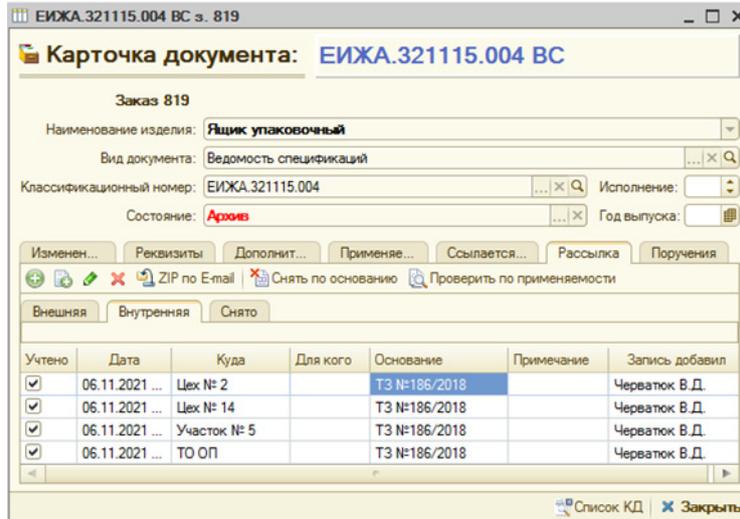


Рис. 4. Экранная форма карточки документа
Fig. 4. The screen form of a card of the document



Рис. 5. Блок-схема алгоритма формирования zip-контейнера версии документа
Fig. 5. The scheme of formation of the zip-container of the version of the document

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<Корневой РеквизитыДокумента="Значение">
  <!--Выгрузка реквизитов документа-->
  <Организация>АО "НПЦ "Полус"</Организация>
  <Заказ>3Е-71.051</Заказ>
  <ОбозначениеДокумента>ЕИЖА.301172.031
  СБ</ОбозначениеДокумента>
  <Ref>3da32688-8504-11e4-b287-3085a9a8415a</Ref>
  <КарточкаДокумента>
    <Альбом>ПК-1</Альбом>
    ...
  </КарточкаДокумента>
  <КарточкаВерсииДокумента>
    <Наименование>ЕИЖА.301172.031 СБ изм. 31</Наименование>
    <Автор>Шершнева Т.Ю.</Автор>
    <Подразделение>КБ62</Подразделение>
    <ДатаВыпуска>28.01.2019 9:36:21</ДатаВыпуска>
    <Литера>Литера 01</Литера>
    <Состояние>Архив</Состояние>
    ...
  </КарточкаВерсииДокумента>
  ...
  <файлы>
    <Элементфайл>
      <Типфайла>Подлинник</Типфайла>
      <Имяфайла>ЕИЖА.301172.031СБ31.tif</Имяфайла>
      <Размер>3 129 426</Размер>
      <Дата>31.10.2018 9:28:16</Дата>
      <MD5>3456e49f723a7a84b50125605e8176ae</MD5>
    </Элементфайл>
  </файлы>
</Корневой>
```

Рис. 6. Фрагмент файла метаданных документа
Fig. 6. Fragment of a file of metadata of the document

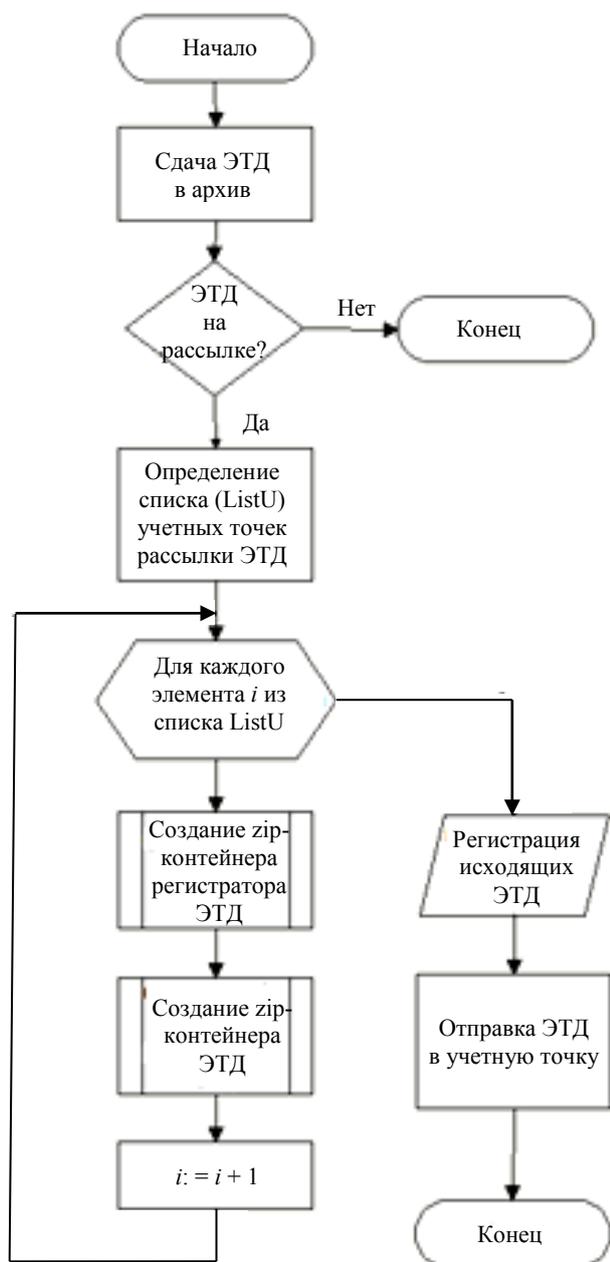


Рис. 7. Блок-схема алгоритма формирования данных для рассылки документа

Fig. 7. The Block diagramme of algorithm of formation of data for document dispatch

Примерная структура файла метаданных ЭТД в формате XML4 представлена на рис. 6.

5. Набор файлов zip-контейнеров, созданных по списку $ListDE-M$, отправить или в электронный адрес доставки элемента из списка $ListU$, или на автоматизированную печать бумажных копий.

После проведения изменений в КД и сдачи в архив технической документации НПО новых версий ВС и спецификаций, входящих в альбом КД, необходимо переформировать ЭСИ спецификаций, входящих в головную ВС комплекта. По-

сле этого необходимо поставить на рассылку в учетные точки недостающие ЭТД альбома.

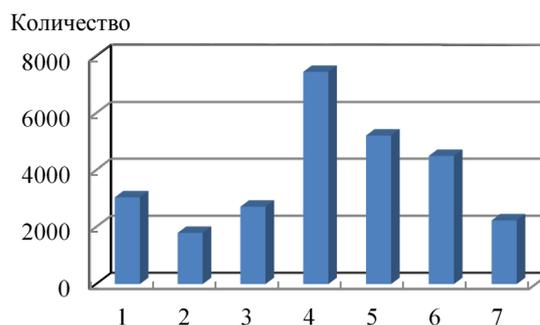
При сдаче ЭТД в архив технической документации по извещению об изменении должен запускаться алгоритм проверки наличия рассылки данных документов и при ее наличии должны создаваться zip-контейнеры документов с последующей отправкой адресату. На рис. 7 приведена укрупненная блок-схема данного алгоритма.

Результаты.

1. Проведен анализ задачи определения параметров детерминированной модели рассылки комплектов конструкторской документации в учетные точки НПО.

2. Разработаны алгоритмы, позволяющие по конкретным значениям факторных показателей однозначно определить значение результативного показателя (создание zip-архива версии ЭТД для определенной учетной точки или печати бумажной копии) в данной модели.

3. Доставка КД в территориально распределенные филиалы НПО реализована в виде разработки программного обеспечения отдельной подсистемы АСУ:Предприятие НПЦ «Полус». Реализована программа для автоматизированной печати бумажных копий комплектов КД на принтеры разных форматов. Продолжаются работы по реализации алгоритмов оповещения подразделений, имеющих онлайн-доступ к электронному архиву, и формирование списка рассылки бумажных копий со стороны отдела технической документации.



- 1 – производство;
- 2 – военная приемка;
- 3 – планово-производственный отдел;
- 4 – отдел технической документации;
- 5 – конструкторы;
- 6 – технологи;
- 7 – прочее

Рис. 8. Количество отправленных документов в учетные точки

Fig. 8. Quantity of the sent documents in registration points

4. Статистика распределения документов по учетным точкам НПЦ «Полус» приведена на рис. 8.

5. Разработанные модель и алгоритмы позволяют в перспективе полностью отказаться от рассылки бумажных копий документов в учетные точки НПО.

Список литературы

1. ГОСТ 2.102–2013. Единая система конструкторской документации. Виды и комплектность конструкторских документов. М.: Стандартиформ, 2013.

2. ГОСТ 2.053–2013. Единая система конструкторской документации. Электронная структура изделия. Общие положения. М.: Стандартиформ, 2013.

3. Черватюк В. Д., Коблов Н. Н. Архив электронных подлинников технической документации научно-производственного предприятия // Автоматизация процессов управления. 2018, № 1 (54). С. 27–35.

4. Коблов Н. Н., Чекрыгин С. С., Черватюк В. Д. Электронный документооборот конструкторской и технологической документации на приборостроительном предприятии // Ракетно-космическая техника: тез. докл. VII науч.-техн. конф. молодых специалистов. Екатеринбург, 2015. С. 103–106.

5. Коблов Н. Н., Чекрыгин С. С., Черватюк В. Д. Разработка и внедрение автоматизированной системы управления инженерными данными в машино-

строении и приборостроении. Концепция, реализация и перспективы // Разработка, производство, испытания и эксплуатация космических аппаратов и систем: сб. материалов науч.-техн. конф. молодых специалистов ОАО «Информационные спутниковые системы» им. академика М. Ф. Решетнева. Железногорск, 2014. С. 257–259.

6. Черватюк В. Д., Коблов Н. Н. Организация работ подразделений предприятия с электронной технической документацией // Инженерия для освоения космоса: сб. науч. тр. IV Всерос. молодежного форума с междунар. участием. Томск: Изд-во Том. политех. ун-та, 2016. С. 215–218.

7. Коблов Н. Н., Черватюк В. Д. Электронный архив подлинников технической документации. Что это дает? // Электронные и электромеханические системы и устройства: сб. науч. тр. Томск: Изд-во Томского политех. ун-та, 2016. С. 365–370.

Информация об авторах

Черватюк Василий Демьянович – канд. техн. наук, ведущий инженер-программист АО «НПЦ „Полус“» (г. Томск).
E-mail: vedrus@mail.ru

Чекрыгин Сергей Сергеевич – начальник отдела АСУ АО «НПЦ „Полус“» (г. Томск).
E-mail: css@t-sk.ru

References

1. GOST 2.102–2013. Edinaja sistema konstruktorskoj dokumentacii. Vidy i komplektnost' konstruktorskih dokumentov. M.: Standartinform, 2013. (In Russ.).

2. GOST 2.053–2013. Edinaja sistema konstruktorskoj dokumentacii. Jelektronnaja struktura izdelija. Obshhie polozhenija. M.: Standartinform, 2013. (In Russ.).

3. Chervatjuk V. D., Koblov N. N. Arhiv jelektronnyh podlinnikov tehnicheckoj dokumentacii nauchno-proizvodstvennogo predprijatija // Avtomatizacija processov upravlenija. 2018, № 1 (54). S. 27–35. (In Russ.).

4. Koblov N. N., Cherkrygin S. S., Chervatjuk V. D. Jelektronnyj dokumentooborot konstruktorskoj i tehnologiceskoj dokumentacii na priborostroitel'nom predprijatii // Raketno-kosmiceskaja tehnika: tez. dokl. VII nauch.-tehn. konf. molodyh specialistov. Ekaterinburg, 2015. S. 103–106. (In Russ.).

5. Koblov N. N., Cherkrygin S. S., Chervatjuk V. D. Razrabotka i vnedrenie avtomatizirovannoj sistemy upravlenija inzhenernymi dannymi v mashinostroenii i priborostroenii. Koncepcija, realizacija i perspektivy // Raz-

rabotka, proizvodstvo, ispytaniya i jekspluatacija kosmiceskih apparatov i sistem: sb. materialov nauch.-tehn. konf. molodyh specialistov ОАО «Informacionnye sputnikovye sistemy» im. akademika M. F. Reshetneva. Zheleznogorsk, 2014. S. 257–259. (In Russ.).

6. Chervatjuk V. D., Koblov N. N. Organizacija rabot podrazdelenij predprijatija s jelektronnoj tehnicheckoj dokumentaciej // Inzhenerija dlja osvoenija kosmosa: sb. nauch. tr. IV Vseros. molodezhnogo foruma s mezhdunar. uchastiem. Tomsk: Izd-vo Tomskogo politehn. un-ta, 2016. S. 215–218. (In Russ.).

7. Koblov N. N., Chervatjuk V. D. Jelektronnyj arhiv podlinnikov tehnicheckoj dokumentacii. Chto jeto daet? // Jelektronnye i jelektromehaniceskie sistemy i ustrojstva: sb. nauch. tr. Tomsk: Izd-vo Tom. politehn. un-ta, 2016. S. 365–370. (In Russ.).

Information about the authors

Vasiliy D. Chervatyuk, Cand. Sci. (Tech.) Leading engineer-programmer, JSC «SIC "Polus"». E-mail: vedrus@mail.ru

Sergey S. Chekrygin, Head of automated control systems department, JSC «SIC "Polus"». E-mail: css@t-sk.ru

Статья поступила в редакцию 12.12.2021; принята к публикации после рецензирования 14.12.2021; опубликована онлайн 30.01.2022.

Submitted 12.12.2021; accepted 14.12.2021; published online 30.01.2022.
