

Для цитирования: Лоскутов И.А. Нормирование сборочно-монтажных работ на предприятиях, разрабатывающих радиоэлектронное оборудование для АЭС. Вестник Дагестанского государственного технического университета. Технические науки. 2019; 46 (2): 89-97. DOI:10.21822/2073-6185-2019-46-2-89-97

For citation: Loskutov I. A. Rationing assembly-mounting works at the developing electronic equipment for nuclear power plants. Herald of Daghestan State Technical University. Technical Sciences. 2019; 46 (2): 89-97. (In Russ.) DOI:10.21822/2073-6185-2019-46-2-89-97

ИНФОРМАТИКА, ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА И УПРАВЛЕНИЕ

УДК.658.531.1

DOI: 10.21822/2073-6185-2019-46-2-89-97

НОРМИРОВАНИЕ СБОРОЧНО-МОНТАЖНЫХ РАБОТ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ, РАЗРАБАТЫВАЮЩИХ РАДИОЭЛЕКТРОННОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ АЭС

Лоскутов И. А.

Космические системы мониторинга, информационно-управляющие и электромеханические комплексы имени А.Г. Иосифьяна (АО «Корпорация «ВНИИЭМ»), 107078, г. Москва, ул. Вольная, 30, стр. 10, Россия, Политехнический колледж им. Н.Н. Годовикова, 125130, г. Москва, ул. Зои и Александра Космодемьянских, 19, Россия, МИРЭА - Российский технологический университет, 119454, г. Москва, проспект Вернадского, д. 78, Россия, e-mail: faxvex@ya.ru

Резюме. Цель. Целью исследования является моделирование сборочно-монтажных работ при создании оборудования для АЭС на основе радиоэлектроники **Метод.** Исследование основано на методах математического моделирования технологических процессов. **Результат.** В работе проводится структуризация знаний по теме сборки и монтажа радиоэлектронного оборудования для атомных электростанций. Описаны известные методы производства печатных плат. Поскольку нанесение паяльной пасты один из наиболее ответственных технологических приемов, то для минимизации возникновения дефектных отпечатков необходимо точно подобрать компоненты и изготовить соответствующий химический состав. Для модели системы «Вход-Выход» показаны параметры входного и возмущающего массива. **Вывод.** С учетом параметрических зависимостей и влияния усталости при последовательной работе, получено уравнение, позволяющее в первом приближении проводить нормировку сборочно-монтажных работ. В уравнении не учитывается навесной монтаж, т.к. данный технологический процесс рациональнее осуществлять во время непосредственной сборки оборудования или его компонентов.

Ключевые слова: моделирование, технологический процесс, нормирование, сборка, монтаж

COMPUTER SCIENCE, COMPUTER ENGINEERING AND MANAGEMENT
RATIONING ASSEMBLY-MOUNTING WORKS AT THE DEVELOPING
ELECTRONIC EQUIPMENT FOR NUCLEAR POWER PLANTS

Ivan A. Loskutov

A.G. Iosifyana Space monitoring systems, information management and electromechanical complexes (JSC "Corporation" VNIEM"),

30 Volnaya Str., p. 10, Moscow 107078, Russia,

N.N. Godovikova Polytechnic College,

19 Zoe and Alexandra Kosmodemyanskikh Str., Moscow 125130, Russia,

MIREA - Russian Technological University,

78 Vernadsky Ave., Moscow 119454, Russia,

e- mail: faxvex@ya.ru

Abstract. Objectives The aim of the study is to simulate assembly and installation work when creating equipment for nuclear power plants based on radio electronics **Method** The study is based on methods of mathematical modeling of technological processes. **Result** This work is the structuring of knowledge on the assembly and installation of electronic equipment for nuclear power plants. Known methods for the production of printed circuit boards are described. Since the application of solder paste is one of the most responsible technological methods, to minimize the occurrence of defective prints, it is necessary to precisely select the components and make the appropriate chemical composition. For the model of the "Entry-Exit" system, the parameters of the input and disturbing array are shown. **Conclusion** Taking into account the parametric dependences and the effect of fatigue during sequential operation, an equation is obtained that allows, as a first approximation, to normalize assembly and installation works. Mounted mounting is not taken into account in the equation, as This process is more rational to carry out during the direct assembly of equipment or its components.

Keywords: modeling, technological process, rationing, assembly, installation

Введение. Про этапы изготовления радиоэлектронной аппаратуры подробно описано в литературе [1-5]. При этом за основу берется жизненный цикл продукции, работы, носящие описательный характер, и главное не ставятся жесткие временные рамки. О необходимости нормирования этапов сборочно-монтажных работ информации крайне мало, особенно когда речь заходит о продукции, произведенной для атомной промышленности. Ранее уже проводились исследования по созданию математической модели сборочных работ каркаса силового и управляющего шкафов [6-10]. Также были показаны особенности производства оборудования для АЭС [11] и дана краткая характеристика процесса работы по созданию радиоэлектроники [12].

В [12] показано, что наиболее оправдана ручная сборка компонентов радиоэлектронного оборудования для АЭС. Разумно предположить, что технологический процесс будет осуществляться на одном рабочем месте в полном объеме, однако это не совсем верно. Во-первых, как правило, на производствах все еще существует жесткое разделение рабочих по критериям сборщик и монтажник, хотя в подобных работах это неоправданно. Во-вторых, существует ряд изделий, которые устанавливаются напрямую на нестандартные панели путем навесного монтажа. Такое, например, встречается в шкафах, обеспечивающих дополнительное или резервное питание при сбоях.

Постановка задачи. Нами установлено, что в большинстве случаев применяются первое и второе поколение оборудования. Третье поколение зачастую изготавливать неоправданно, во-первых, из-за высоких требований к получаемым на выходе изделиям (в отличие от второго поколения, сопротивление на дорожках сложнее проверить при изготовлении и увеличивается число брака), во-вторых – проблемы с оборудованием на предприятиях, несущих угрозу огромному количеству населения и природе необходимо решать в кратчайшие сроки. Хотя

имеются дополнительные контуры, обеспечивающие безопасность, перепайка платы, сделанной путем комбинации радиоэлементов в свободном доступе, значительно упрощает аварийные работы, поскольку уменьшается время эксплуатации на дополнительных средствах обеспечения, в редких случаях даже, требующих отключения реактора.

Методы исследования. На основании полученных выводов математически опишем работы по созданию оборудования для АЭС на основе радиоэлектроники. Заметим, что в уравнении не будет учитываться навесной монтаж, т.к. данный технологический процесс рациональнее осуществлять во время непосредственной сборки шкафа или его компонентов.

Операции сборочно-монтажного цикла работ покажем, основываясь на правилах, описанных в [13, с.3-4], используя классическое описание системы «Вход-выход», рис.1.



Рис.1. Сборка и монтаж радиоэлектроники
Fig. 1. Assembly and installation of radio electronics

Для этого разделим процесс на массивы входных параметров “ Y_2 ” и параметров возмущения “ R_2 ”.

Входными параметрами “ Y_2 ” являются:

1) Формирование печатной платы

Как правило, данный этап отсутствует, поскольку зачастую печатную плату уже в подготовленном состоянии доставляют рабочему. Сама плата в этом случае изготавливается на смежном предприятии-изготовителе. Однако в некоторых случаях, при использовании полного цикла сборочно-монтажных работ, данную операцию необходимо учитывать. Обозначим ее “ A_2 ”.

Опустим пояснения по поводу требований к выходным характеристическим параметрам печатных плат и конструктивным особенностям. Подробнее о них написано в [14-16] и т.п.

Отметим, что во время изготовления печатных плат, возможны дефекты, которые можно исправить с помощью ремонта. В этом случае предприятия пользуются [17].

Об изготовлении печатных плат при помощи часто применяемых методов подробно написано в [18, с.12-19]. Действительно, на практике передовых предприятий применяются описанные методы. Протицируем их: [12-15]

- Комбинированный позитивный метод (Субстраганат)
 - А. Сверление и очистка отверстий
 - В. Создание проводимости, удаление солей
 - С. Нанесение фоторезиста
 - Д. Металлизация рисунка
 - Е. Нанесение металлорезиста
 - Ф. Снятие фоторезиста
 - Г. Травление рисунка схемы
 - Н. Нанесение паяльной маски
 - І. Облуживание монтажных поверхностей
- Тентинг-метод
 - А. Сверление и очистка отверстий
 - В. Создание проводимости, удаление солей
 - С. Общая металлизация поверхности
 - Д. Нанесение фоторезистивной маски
 - Е. Травление меди на незащищенных фоторезистом участке
 - Ф. Удаление фоторезиста
 - Г. Нанесение паяльной маски
 - Н. Облуживание монтажных поверхностей

- Электрохимический (полуаддитивный) метод
 - A. Сверление и очистка
 - B. Создание проводимости
 - C. Общая гальваническая металлизация поверхности
 - D. Нанесение фоторезиста на пробельные участки
 - E. Гальваническая металлизация рисунка
 - F. Снятие фоторезиста
 - G. Дифференциальное травление рисунка проводников

Видно, что первые два этапа совпадают во всех методах, обозначим их $A1_2$ и $A2_2$ соответственно. Остальные этапы обозначим $A\alpha_2$, где α – порядковый номер этапа метода $\beta \in \{1...3\}$, т.е. цикл поиска затраченного времени на работы по созданию печатной платы будет описываться следующим уравнением:

$$A_2 = \sum_{i=1}^2 t_{\text{раб}_-A_i} + \sum_{j=3}^{\beta} t_{\text{раб}_-A_j} \quad (1)$$

где:

- $t_{\text{раб}_-A_i}, t_{\text{раб}_-A_j}$ – время работы соответствующего этапа создания печатной платы

Обратим внимание, что уравнение учитывает работу с одной поверхностью, т.е. оно описывает создание односторонней печатной платы. В случае с двусторонней или многослойной платой получим:

$$A_2 = \sum_{i=1}^2 t_{\text{раб}_-A_i} + n \sum_{j=3}^{\beta} t_{\text{раб}_-A_j} \quad (2)$$

где:

- n – количество обрабатываемых сторон

Отметим, что первая часть уравнения не изменилось. Связано это с тем, что заготовка всегда будет сверлиться по принципу «Обработать совместно» в соответствии с [19]. Процесс создания проводимости для всех слоев происходит одновременно.

2) Проверка печатной платы на паяемость в соответствии с [14]. Данный этап проводится обязательно вне зависимости от того сразу ли печатная плата была поставлена на сборочно-монтажный участок или находилась на хранении. Обозначим ее “B₂”

3) Маркировка печатной платы и гнезд под радиоэлектронные элементы “C₂”

4) Повторная проверка печатных плат на паяемость в областях, лежащих близ зон маркировок “D₂”

5) Проверка работоспособности устанавливаемых компонентов на наличие внутренних дефектов и соответствию паспортным данным “E₂”

6) Проверка типа металлического покрытия изделий под пайку “F₂”

Поскольку преимущественно применяются импортные радиоэлементы, вследствие некоторых расхождений стандартов и возможности использования материалов, не содержащих свинца, данное исследование поможет выявить необходимую температуру нагрева припоя или его продолжительность.

7) Приготовление необходимого состава паяльной пасты “G₂”

Поскольку нанесение паяльной пасты один из наиболее ответственных технологических приемов, то для минимизации возникновения дефектных отпечатков необходимо точно подобрать компоненты и изготовить соответствующий химический состав.

8) Разделение радиоэлектронных элементов по категориям “H₂” на:

- A. Поверхностно монтируемое изделие

В. Изделие электронной техники

С. Изделие электротехники

Данная классификация необходима для определения порядка установки изделий на печатную плату. В соответствии с [20-24] изначально устанавливаются поверхностно монтируемые изделия, а только потом более точные

- 9) Пайка радиоэлектронных компонентов “I₂”
- 10) Очистка полученной на предыдущих этапах заготовки “J₂”
- 11) Покрытие лаком “K₂”
- 12) Установка лицевой панели “M₂”, показано на рис.2



Рис.2. Лицевая панель

Fig. 2. Front panel

- 13) Установка соединителя “N₂”, показан на рис.3



Рис.3. Соединитель

Fig. 3. Connector

- 14) Установка соединителей между печатной платой и лицевой панелью “O₂”, отображено на рис.4



Рис.4. Соединение лицевой панели и печатной платы

Fig. 4. Front panel and PCB connection

- 15) Регулировка и стопорение резьбовых соединений “P₂”
- 16) Покрытие мест установки 12-15 дополнительным слоем лака “S₂”
- 17) Прозвон платы “U₂”
- 18) Контроль “V₂”
- 19) Испытания “W₂”

Возмущающими параметрами “R₂” являются:

- 1) Выполнение другой, более важной на данный момент работы “A₂”
- 2) Потребности человека (физиологические, психологические) “B₂”
- 3) Ошибки “C₂”
 - 3.1) Простой из-за недодачи устанавливаемых компонентов “C1₂”
 - 3.2) Потеря крепежного материала “C2₂”
 - 3.3) Прочие “C3₂”

- 4) Усталость рабочего “ D ”
 $\frac{1}{2}$
- 5) Прочее “ E ”
 $\frac{1}{2}$

Обсуждение результатов. На основании рис.1. выходным параметром будет являться готовое изделие “ X_2 ”. Составим параметрические уравнения:

$$\bar{Y}_2 = \begin{cases} A1_2(t) \\ \dots \\ A\alpha_2^\beta(t) \\ B_2(t) \\ C_2(t) \\ D_2(t) \\ E_2(t) \\ F_2(t) \\ G_2(t) \\ H_2(t) \\ I_2(t) \\ J_2(t) \\ K_2(t) \\ M_2(t) \\ N_2(t) \\ O_2(t) \\ P_2(t) \\ S_2(t) \\ U_2(t) \\ V_2(t) \\ W_2(t) \end{cases}, \bar{R}_2 = \begin{cases} A_2'(t) \\ B_2'(t) \\ C1_2'(t) \\ C2_2'(t) \\ C3_2'(t) \\ D_2'(t) \\ E_2'(t) \end{cases}, \bar{X}_2 = X_2(t) \quad (3)$$

Поскольку в раскрытом варианте уравнение временных затрат будет весьма громоздким, «свернем» его. При учете возможных ошибок C_2 уравнение изменится. Конечный результат будет выглядеть следующим образом:

$$\begin{cases} k = \sum_{l=1}^{18+\alpha} x_l + 2C_2 \\ \bar{X}_2 = \sum_{l=1}^{18+\alpha} \sum_{v=k}^l t \prod_{\mu=1}^l L_{\mu}^{k-v} + \sum_{l=19+\alpha}^{22+\alpha} \sum_{\delta=\zeta}^l t \prod_{\xi=19+\alpha}^l L_{\xi}^{\zeta-\delta} \prod_{\psi=1}^{18+\alpha} L_{\psi}^{x_{\psi}-v} \end{cases} \quad (4)$$

где:

- x_l – количество операций работы с элементом из массива “Y”
- C_2 – количество ошибок, возникающих при работе с элементом массива “Y”
- t_l – время работы l -го элемента массива Y или R
- $\prod_{\mu=1}^l L_{\mu}^{k-v}$ – учет накопления усталости при операции с элементом из массива “Y”
- ζ_l – количество операций работы с элементом из массива “R”

- $\prod_{\xi=19+\alpha}^l L_{\beta}^{\xi} l^{-\delta}$ – учет накопления усталости при операции с элементом из массива

“R”

- $\prod_{\psi=1}^{18+\alpha} L_{\psi}^{\beta} x^{-\nu}$ – учет накопленной усталости после завершения массива “Y”

Вывод. Выведено уравнение сборочно-монтажных работ на предприятиях, занимающихся разработкой радиоэлектронного оборудования для АЭС в первом приближении. Однако полученный результат не окончательен. Данная модель требует дальнейшей доработки с целью получения более точного результата. Необходимо, например, учесть временные параметры сборочно-монтажных работ и возможности остановки работы вследствие необходимости локальной доработки изделия.

Библиографический список:

1. Валетов В.А. Основы производства радиоэлектронной аппаратуры / В.А. Валетов – СПб.: СПбГУ ИТМО, 2007, 112с.
2. Короткова Е.И. Основы конструирования и технологии производства РЭС / Е.И. Короткова – Ярославль, ЯрГУ, 2013, 192с.
3. Медведев А.М. Печатные платы. Конструкции и материалы / А.М. Медведев – М.: Техносфера, 2005, 302с.
4. Тулик В.А. Технология и организация производства радиоэлектронной аппаратуры – СПб.: СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 2005, 147с.
5. Hanke H.-J., Fabian H. Technologie elektronischer Baugruppen / H.-J. Hanke, H. Fabian – Berlin: Verlag Technik, 1975, 542р.
6. Лоскутов И. А. Определение нормы рабочего времени сборки каркаса силового и / или управляющего, включая радиоэлектронное оборудование на предприятиях, занимающихся разработкой изделий для АЭС // Журнал исследований по управлению. 2018. №.6. С.29-42. URL:<https://naukaru.ru/ru/nauka/article/21002/view>
7. Лоскутов И.А. Определение нормы рабочего времени сборки каркаса силового и / или управляющего, включая радиоэлектронное оборудования на предприятиях, занимающихся разработкой изделий для АЭС. Второе приближение / И.А. Лоскутов // Вестник КемРИПК – Кемерово, 2018, Т.2. с.12-19 URL: <https://yadi.sk/i/amUic6FU3Yi363>
8. Лоскутов И. А. Определение нормированного времени сборки устройств для АЭС с учетом временных особенностей рабочих смен / И.А. Лоскутов // Журнал исследований по управлению. 2018. №.8. С.24-32. URL: <https://naukaru.ru/ru/nauka/article/22688/view>
9. Лоскутов И.А. Учет обнуления усталости в уравнении нормирования времени сборки каркаса оборудования для АЭС / И.А. Лоскутов // Инновационные, информационные и коммуникационные технологии: сборник трудов XV Международной научно-практической конференции. / под.ред. С.У. Увайсова – М.: Ассоциация выпускников и сотрудников ВВИА им. проф. Жуковского, 2018, с.445-450
10. Лоскутов И.А. Выбор типа управления на производстве, занимающегося разработкой оборудования в области мирного атома / И.А. Лоскутов // Вестник КемРИПК – Кемерово, 2018, Т.3. с.18-26 URL: kemripk.ru/f/vestnik_2018_3.pdf
11. Loskutov I.A. Causes for protracted production of equipment for nuclear power plants / I.A. Loskutov // Information Innovative Technologies: Materials of the International scientific – practical conference – Prague, 2018, p. 392-396
12. Лоскутов И.А. Особенности сборки радиоэлектронного оборудования на предприятиях, работающих в атомной сфере / И.А. Лоскутов // Вестник КемРИПК – Кемерово, 2018, Т.3. с.26-31 URL: kemripk.ru/f/vestnik_2018_3.pdf
13. Trentelman H.L., Stoorvogel A.A., Malo H. Control theory for linear systems / H.L. Trentelman, A.A. Stoorvogel, H. Malo – Berlin, Springer, ISBN 978-1-4471-0339-4, 2001, 389р.
14. ГОСТ 23752-79. Платы печатные. Общие технические условия (с Изменениями N1-5)
15. ГОСТ Р 53429-2009. Платы печатные. Основные параметры конструкции
16. ОСТ 11 073.062-2001. Микросхемы интегральные и приборы полупроводниковые. Требования и методы защиты от статического электричества при разработке и применении
17. ГОСТ Р 55491-2013. Платы печатные Правила восстановления и ремонта
18. Крылов В.П. Технологии и подготовка производства печатных плат. Учебное пособие / В.П. Крылов – Владимир: ВлГУ, 2006, 64с.
19. ГОСТ 2.109-73. Единая система конструкторской документации (ЕСКД). Основные требования к чертежам
20. СТО ОАЮ.624.002-2007. Система менеджмента качества. Сборочные единицы радиоэлектронной аппаратуры с применением изделий электронной техники, монтируемых на поверхность печатных плат // ФГУП НИИЭМ, Истра, 4.05.2007, 43с.
21. ОСТ 45.010.030-92. Электронные модули первого уровня РЭС. Установка изделий электронной техники на печатные платы. Технические требования. Конструкция и размеры
22. ОСТ 16 0.684.032-92. Монтаж электрический внутренних электротехнических изделий. Общие технические требования

23. ОСТ 4Г 0.054.267 Аппаратура радиоэлектронная. Сборочно-монтажное производство. Пайка электромонтажных соединений. Типовые технологические операции. (Ред.1-80)
24. ОСТ 11 073.062-2001. Микросхемы интегральные и приборы полупроводниковые. Требования и методы защиты от статического электричества при разработке, производстве и применении

References:

1. Valetov V.A. Osnovy proizvodstva radioelektronnoy apparatury / V.A. Valetov – SPb.: SPbGU ITMO, 2007, 112s. [Valetov V.A. Bases of production of the radio-electronic equipment / V.A. Valetov– SPb.: SPbSU ITMO, 2007, 112p. (In Russ)]
2. Korotkova Ye.I. Osnovy konstruirovaniya i tekhnologii proizvodstva RES / Ye.I. Korotkova – Yaroslavl', YarGU, 2013, 192s. [Korotkova E.I. design principles and technologies for the production of RES / E.I. Korotkova – Yaroslavl, Yaroslavl state University, 2013, 192p. (In Russ)]
3. Medvedev A.M. Pechatnyye platy. Konstruktsii i materialy / A.M. Medvedev – M.: Tekhnosfera, 2005, 302s. [Medvedev A.M. of the PCB. Designs and materials / A.M. Medvedev – M.: Technosphere, 2005, 302p. (In Russ)]
4. Tupik V.A. Tekhnologiya i organizatsiya proizvodstva radioelektronnoy apparatury – SPb.: SPbGETU «LETI», 2005, 147s. [Tupik V.A. Technology and organization of production of electronic equipment / V.A. Tupik – SPb.: SPbGETU "LETI", 2005, 147p. (In Russ)]
5. Hanke H.-J., Fabian H. Technologie elektronischer Baugruppen / H.-J. Hanke, H. Fabian – Berlin: Verlag Technik, 1975, 542p.
6. Loskutov I. A. Opredeleniye normy rabocheho vremeni sborki karkasa silovogo i / ili upravlyayushchego, vlyuchaya radioelektronnoye oborudovaniye na predpriyatiyakh, zanimayushchikhsya razrabotkoy izdeliy dlya AES // Zhurnal issledovaniy po upravleniyu. 2018. №.6. S.29-42. URL:<https://naukaru.ru/ru/nauka/article/21002/view> [Loskutov I.A. Definition of standard working time of assembly of the frame power and / or control, including radioelectronic equipment at the enterprises involved in the development of products for NPPs / I.A. Loskutov // Journal of Management Studies. 2018. no.6. pp. 29-42. URL:<https://naukaru.ru/en/nauka/article/21002/view> (In Russ)]
7. Loskutov I.A. Opredeleniye normy rabocheho vremeni sborki karkasa silovogo i / ili upravlyayushchego, vlyuchaya radioelektronnoye oborudovaniya na predpriyatiyakh, zanimayushchikhsya razrabotkoy izdeliy dlya AES. Vtoroye priblizheniye / I.A. Loskutov // Vestnik KemRIPK – Kemerovo, 2018, T.2. s.12-19 URL: <https://yadi.sk/i/amUic6FU3Yi363> [Loskutov I.A. Definition of standard working time of assembly of the frame power and / or control, including radioelectronic equipment at the enterprises involved in the development of products for NPPs. second approximation / I.A. Loskutov // Bulletin of KemRIPK – Kemerovo, 2018, V.2. p.12-19 URL: <https://yadi.sk/i/amUic6FU3Yi363> (In Russ)]
8. Loskutov I. A. Opredeleniye normirovannogo vremeni sborki ustroystv dlya AES s uchetoм vremennykh osobennostey rabochikh smen / I.A. Loskutov // Zhurnal issledovaniy po upravleniyu. 2018. №.8. S.24-32. URL: <https://naukaru.ru/ru/nauka/article/22688/view> [Loskutov I.A. Determination of the normalized assembly time for devices for NPPs, taking into account the temporary features of work shifts / I.A. Loskutov // Journal of Management Studies . 2018. no. 8. pp. 24-32. URL: <https://naukaru.ru/en/nauka/article/22688/view> (In Russ)]
9. Loskutov I.A. Uchet obnuleniya ustalosti v uravnenii normirovaniya vremeni sborki kar-kasa oborudovaniya dlya AES / I.A. Loskutov // Innovatsionnyye, informatsionnyye i kommunikatsionnyye tekhnologii: sbornik trudov XV Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii. / pod.red. S.U. Uvay-sova – M.: Assotsiatsiya vypusnikov i sotrudnikov VVIA im. prof. Zhukovskogo, 2018, c.445-450 [Loskutov I.A. Accounting of zero fatigue in the equation of normalizing the time of Assembly of the frame of equipment for nuclear power plants / I.A. Loskutov // Innovative, information and communication technologies: proceedings of the XV International scientific and practical conference. / under edited by S.W. Uvaisov – M.: Association of alumni and staff vvvia im. prof. Zhukovsky, 2018, c.445-450 (In Russ)]
10. Loskutov I.A. Vybora tipa upravleniya na proizvodstve, zanimayushchegosya razrabotkoy obo-rudovaniya v oblasti mirnogo atoma / I.A. Loskutov // Vestnik KemRIPK – Kemerovo, 2018, T.3. s.18-26 URL: kemriprk.ru/f/vestnik_2018_3.pdf. [Loskutov I.A. Selection of management type on production developed by the development of equipment for a peaceful AT-OM / I.A. Loskutov // Bulletin of KemRIPK – Kemerovo, 2018, vol.3. p. 18-26 URL: kemriprk.ru/f/vestnik_2018_3.pdf (In Russ)]
11. Loskutov I.A. Causes for produced production of equipment for nuclear power plants / I.A. Loskutov // Information Innovative Technologies: Materials of the International scientific – practical conference – Prague, 2018, p. 11. 392-396
12. Loskutov I.A. Osobennosti sborki radioelektronnoy oborudovaniya na predpriyatiyakh, ra-botayushchikh v atomnoy sfere / I.A. Loskutov // Vestnik KemRIPK – Kemerovo, 2018, T.3. s.26-31 URL: kemriprk.ru/f/vestnik_2018_3.pdf [Loskutov I.A. Peculiarities of assembly of radioelectronic equipment at the enterprises working in the nuclear sector / I.A. Loskutov // Bulletin of KemRIPK – Kemerovo, 2018, vol.3. p. 26-31 URL: kemriprk.ru/f/vestnik_2018_3.pdf (In Russ)]
13. Trentelman H. L., Stoorvogel A. A., Malo H. Control theory for linear systems / H.L. Trentelman, A.A. Stoorvogel, H. Malo – Berlin, Springer, ISBN 978-1-4471-0339-4, 2001, 389p.
14. GOST 23752-79. Platy pechatnyye. Obshchiye tekhnicheskiye usloviya (s Izmeneniyami N1-5) [GOST 23752-79. Printed circuit boards. General specifications (as Amended by N1-5) (In Russ)]
15. GOST R 53429-2009. Platy pechatnyye. Osnovnyye parametry konstruktsii [GOST R 53429-2009. Printed circuit boards. Basic parameters of structure(In Russ)]
16. OST 11 073.062-2001. Mikroskhemy integral'nyye i pribory poluprovodnikovyye. Trebovaniya i metody zashchity ot staticheskogo elektrichestva pri razrabotke i primenenii [OST 11 073.062-2001. Integrated circuits and semiconductor devices. Requirements and methods of protection against static electricity in the development and application(In Russ)]
17. GOST R 55491-2013. Platy pechatnyye Pravila vosstanovleniya i remonta [GOST R 55491-2013. Printed circuit boards. Re-work, modification and repair of electronic assemblies. (In Russ)]

18. Krylov V.P. Tekhnologii i podgotovka proizvodstva pechatnykh plat. Uchebnoye posobiye / V.P. Krylov – Vladimir: VIGU, 2006, 64s. [Krylov V.P. of Technology and preparation for the production of printed circuit boards. Tutorial / V.P. Krylov – Vladimir: Vladimir state University, 2006, 64p. (In Russ)]
19. GOST 2.109-73. Yedinaya sistema konstruktorskoy dokumentatsii (YESKD). Osnovnyye trebovaniya k chertezham [GOST 2.109-73. Unified system for design documentation. Basic requirements for drawings(In Russ)]
20. STO OAYU.624.002-2007. Sistema menedzhmenta kachestva. Sborochnyye yedinitsey radioelektronnoy apparatury s primeniyem izdeliy elektronnoy tekhniki, montiruyemykh na poverkhnost' pechatnykh plat // FGUP NIIEM, Istra, 4.05.2007, 43s. [STO OAU.624.002-2007. Quality management system. Assembly units of electronic equipment with the use of electronic products mounted on the surface of printed circuit boards // FSUE NIIEM, Istra, 4.05.2007, 43p. (In Russ)]
21. OST 45.010.030-92. Elektronnyye moduli pervogo urovnya RES. Ustanovka izdeliy elek-tronnoy tekhniki na pechatnyye platy. Tekhnicheskiye trebovaniya. Konstruktsiya i razmery [OST 45.010.030-92. Electronic modules of the first level of RES. Installation of electronic products on printed circuit boards. Specifications. Design and dimensions(In Russ)]
22. OST 16 0.684.032-92. Montazh elektricheskikh vnutrenniy elektrotekhnicheskikh izdeliy. Obshchiye tekhnicheskiye trebovaniya [OST 16 0.684.032-92. Installation of electrical internal electrical products. General technical requirements(In Russ)]
23. OST 4G 0.054.267 Apparatura radioelektronnaya. Sborочно-монтажное производство. Payka elektromontazhnykh soyedineniy. Tipovyye tekhnologicheskkiye operatsii. (Red.1-80) [OST 4G 0.054.267 radio-electronic Equipment. Assembly and Assembly production. Soldering of electrical connections. Typical technological operations. (Ed.1-80) (In Russ)]
24. OST 11 073.062-2001. Mikroskhemy integral'nyye i pribory poluprovodnikovyye. Trebovaniya i metody zashchity ot staticheskogo elektrichestva pri razrabotke, proizvodstve i primeneni. [OST 11 073.062-2001. Integrated circuits and semiconductor devices. Requirements and methods of protection against static electricity in the development, production and application(In Russ)]

Сведения об авторе:

Лоскутов Иван Андреевич - аспирант МИРЭА, инженер-конструктор «ВНИИЭМ», преподаватель колледжа.

Information about the author.

Ivan A. Loskutov - graduate student of MIREA, design engineer "VNIIEМ", a teacher of colleges.

Конфликт интересов.

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Поступила в редакцию 06.05.2019.

Принята в печать 29.06.2019.

Conflict of interest.

The author declare no conflict of interest.

Received 06.05.2019.

Accepted for publication 29.06.2019.