

ПОИСКОВАЯ СИСТЕМА ПРОТОТИПОВ КОРПУСОВ ДЛЯ ЭЛЕКТРОННОЙ АППАРАТУРЫ

Д.В. Мельников

Г.Д. Шарафутдинов

М.С. Блохин

И.С. Регуш

Г.Д. Габелая

melnikovdv@student.bmstu.ru

georg_ufa@mail.ru

bms20u170@student.bmstu.ru

vanearegush2@gmail.ru

gabelaya.eg@gmail.com

МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, Российская Федерация

Аннотация

Проанализированы причины, приведшие к необходимости разработки поисковых систем прототипов корпусов для электронной аппаратуры и существующих шаблонов поисковых систем, в частности шаблонов навигационных систем последовательного и комбинированного типа. Для разработки поисковых систем применены визуализация и структурирование исходной информации с использованием различных средств представления информации. Для применения предложенной навигационной системы в учебном процессе разработано программное обеспечение, представленное алгоритмом поиска и хранения информации. Необходимость использования подобного обусловлено широким многообразием корпусов для электронной аппаратуры, а также сложностью поиска данной информации.

Ключевые слова

Поисковая система, навигационная система, прототипы корпусов, визуализация информации, структурирование, поисковая система, электронная аппаратура, категоризация

Поступила в редакцию 26.12.2022

© МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2022

Введение. Изделия электронной техники требуют защиты от механических воздействий, радиации, воздействий окружающей среды. Для этого используются приборные корпуса различных конструкций, основное назначение которых — обеспечивать работоспособность электронных устройств, защищать от таких дестабилизирующих факторов, как вибрация, механические воздействия, пыль, влага, радиация, перепады температур.

Способность корпусов выполнять свои функции характеризуется показателями качества, которые могут не всегда соответствовать требованиям технического задания. При конструировании корпусов электронной аппаратуры в техническом задании могут быть оговорены требования, которые нельзя оценить численно, поэтому необходима индивидуальная разработка корпусов с использованием теории нечетких множеств. В результате разрабатываемые электронные средства имеют неоправданно высокую стоимость.

Выбор типа и формы корпусов и корпусных деталей зависит от их функционального назначения, места установки, условий эксплуатации, серийности,

предъявляемых к корпусам эстетических и эргономических требований, а также от технологических возможностей производства, рационального разбиения на сборочные единицы, способов крепления деталей корпусов.

По конструктивным признакам и условиям сборки корпуса приборов подразделяют на цельные, разъемные и сборные. Цельные корпуса изготавливают, как правило, литьем и механической обработкой. Разъемные корпуса часто представляют собой две части, плоскость разъема которых параллельна плоскости размещенных внутри модулей. Сборные корпуса состоят из отдельных деталей (пластин, угольников, крышек, плат, стоек), соединяемых винтами, штифтами или сваркой. Корпуса всех типов характеризуются наличием базовых поверхностей, посадочных мест, установочных и присоединительных отверстий, точно координированных относительно друг друга и базовых поверхностей.

Разнообразие изделий электронной техники, специализированной радиоэлектронной аппаратуры (РЭА), изделий частного применения расширяет требования к конструкциям корпусов. Универсальные корпуса уже не могут удовлетворять спрос на конструкции корпусов для изделий опытного многономенклатурного производства. При этом большое разнообразие типовых конструкций корпусов, для которых нужна адаптация к требованиям для определенных изделий электронной аппаратуры, затрудняет поиск соответствующих корпусов.

Задача усложняется многокритериальностью поиска, поскольку при выборе корпуса для конкретного изделия необходима информация о массе и габаритах корпуса, материале, допустимой температуре эксплуатации, эффективности теплоотвода, степени герметичности и др. Кроме того, дополнительными данными служат наличие специальных креплений к вертикальным и горизонтальным поверхностям, отверстий для монтажа, выводов.

Система поиска должна также обладать функцией сравнения схожих по техническим характеристикам корпусов различных производителей для оптимизации стоимости разрабатываемого устройства [1].

Целью работы является решение проблемы поиска соответствующих типовых конструкций корпусов для оптимизации процесса разработки электронной аппаратуры, снижения трудоемкости и материальных затрат и сокращения времени на разработку изделий электронной техники при использовании сложных технологических процессов на современном производстве [2].

Для достижения поставленной цели были решены задачи выбора методов и средств визуализации, структурирования и группирования информации, проведен анализ и выбор поисковой системы по различным шаблонам. Системный подход к ее обработке значительно ускоряет способности анализировать, принимать решения и обучаться. Поэтому были систематизированы данные для упрощения поиска информации, ускорения работы, облегчения восприятия и запоминания материала.

В работе использованы системный подход и общенаучные методы. Для категоризации и группировки на первый взгляд похожих друг на друга объектов выделены значимые особенности. В качестве основы для поисковой системы использованы существующие прототипы корпусов для модулей электронной аппаратуры.

Задача поиска нужного прототипа усложняется из-за большого количества неструктурированных прототипов различного назначения. Поэтому необходимо не только объединять существующие варианты прототипов корпусов в общую систему, но и обеспечивать возможность быстрого поиска нужного прототипа и адресного доступа к нему. Для создания такой системы была формализована и структурирована информация о существующих видах корпусов. Виды корпусов сгруппированы по определенным признакам, группы структурированы, и информация визуализирована внутри каждой группы одним из существующих способов с применением таких методов представления информации, как ментальные карты и концепт-карты [3–5]. В качестве поисковой системы выбран шаблон навигационной системы комбинированного типа, а также составлен алгоритм программы, выполняющей поиск пользователем нужных корпусов [6].

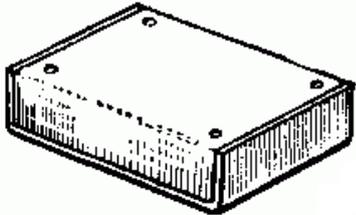
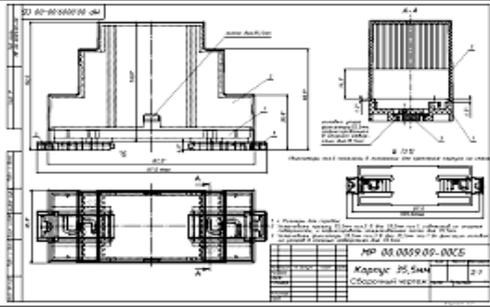
Способы визуализации информации о корпусах для электронной аппаратуры. Визуализацией информации называется процесс создания визуальных образов. С помощью визуального ряда легче усвоить сложные понятия, а также увеличивает навигационные возможности, что помогает увеличить эффективность работы с данными. В процессе проектирования визуальная оболочка состоит из различных элементов, как графических, так и текстовых.

Способы визуализации прототипов корпусов для электронной аппаратуры представлены в табл. 1. В него входят: фотография прототипа корпуса, его эскиз, 3D-модель, а также чертеж для упрощения документооборота [7].

Таблица 1

Способы визуализации графического представления прототипов корпусов

Ключевое слово (понятие)	Графический образ	Описание
Фотография		Фотография пластмассового корпуса для РЭА

Ключевое слово (понятие)	Графический образ	Описание
Эскиз		Упрощенное графическое представление корпуса
Чертеж		Графическое изображение корпуса в соответствии с требованиями ЕСКД
3D- модель корпуса для электронной аппаратуры		Снимок экрана с оборудованием или обрабатываемой детали, смоделированными в программном обеспечении

Стоит упомянуть, что чертеж и размеры корпуса, представленные в шаблоне, являются частным случаем, действительные габариты должны быть выбраны на этапе проектирования печатной платы устройства [8, 9].

Поскольку процесс обучения включает в себя моделирование корпуса прототипа в программном обеспечении, лучшим выбором для визуализации прототипа в шаблоне является просмотр 3D-модели прототипа оснастки в виде сборки. Также изображение модели не перегружено лишней информацией, отражает все конструктивные особенности прототипа корпуса и хорошо воспринимается пользователем.

Структурирование информации о прототипах корпусов с использованием шаблона навигационной системы. Шаблон навигационной системы последовательного типа. Одним из типов шаблона навигационной системы для

выбора прототипа корпуса является шаблон последовательного типа. В шаблоне последовательного типа на верхнем уровне декомпозиции представлены изображения и 3D-модели всех прототипов корпусов из выбранных категорий. Картирование данного шаблона на примере прототипов корпусов показывает вложенность групп рассматриваемых объектов, а также структурную организацию данных о них (рис. 1).

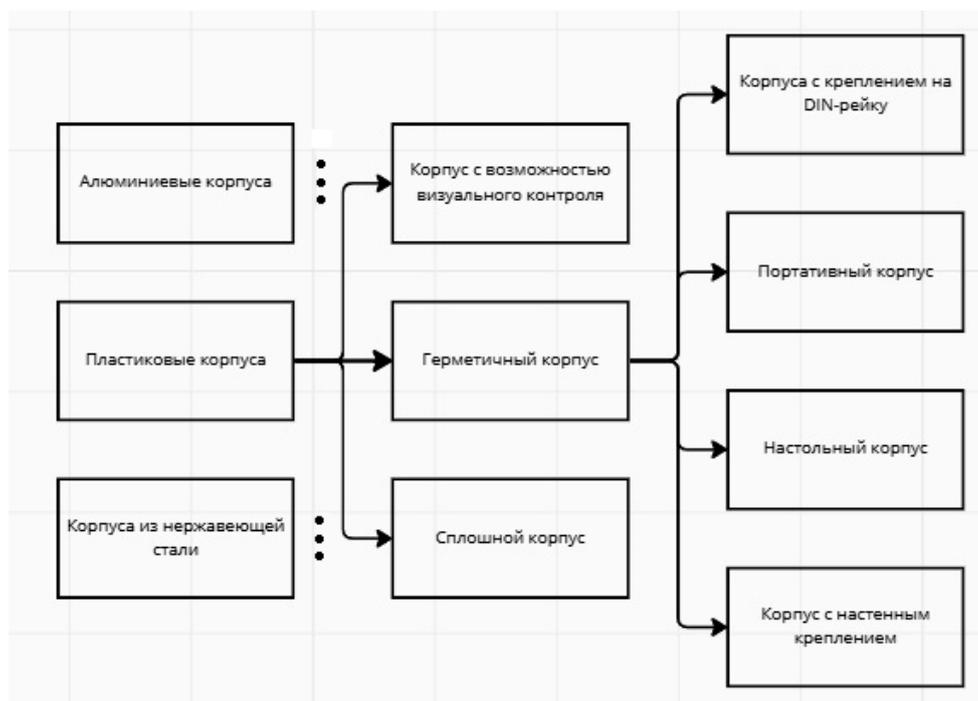


Рис. 1. Пример выбора прототипа корпуса по шаблону навигационной системы последовательного типа

К преимуществам данного шаблона навигационной системы можно отнести четкую структуру хранимой в системе информации для всех прототипов корпуса, удобство перехода с одного уровня декомпозиции на другой, уникальный адрес для каждого прототипа. В то же время большое число переходов требует от пользователей тратить больше времени на поиск и выбор интересующих их прототипов. В этом примере стрелки указывают порядок, в котором выбирают корпуса прототипов.

Шаблон навигационной системы прямого типа. При использовании шаблона навигационной системы прямого типа с минимальными дополнительными переходами в шаблон включаются все имеющиеся в системе прототипы корпусов. Пользователям предоставляется возможность получить доступ к интересующим корпусам без дополнительных переходов. Пример структурирования

исходной информации о прототипах корпусов с использованием шаблона прямого типа представлен на рис. 2.

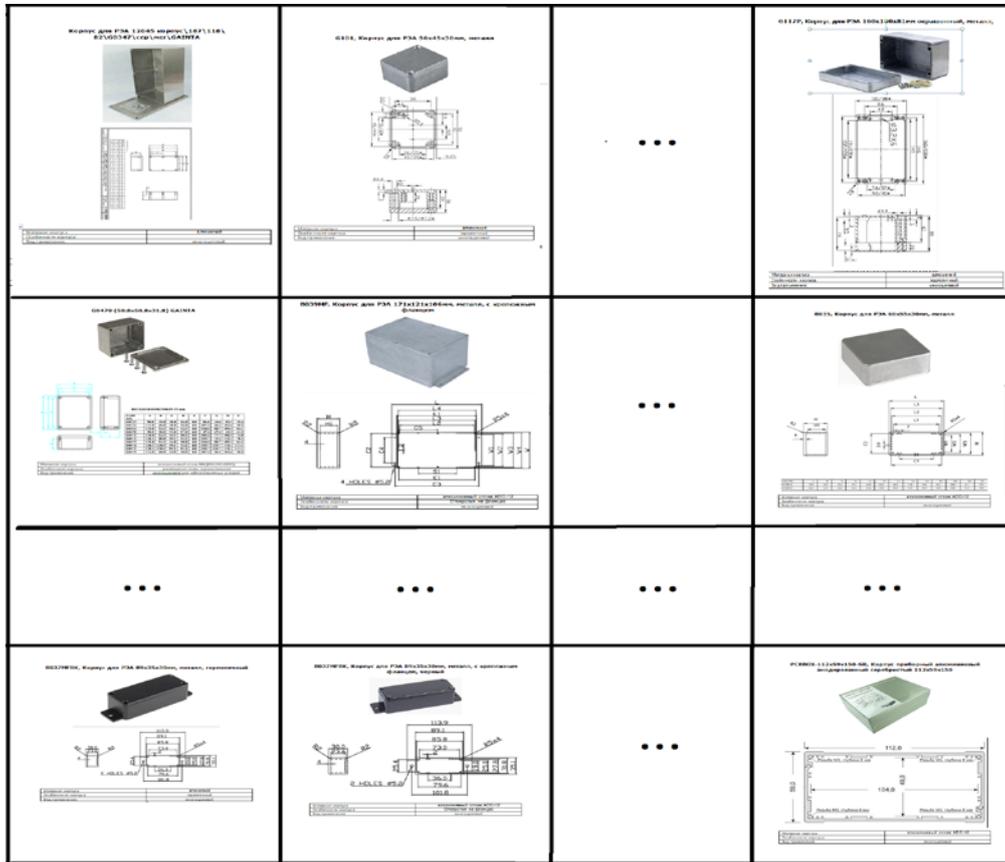


Рис. 2. Пример структурирования исходной информации о прототипах корпусов с использованием шаблона прямого типа

По мере того как в системе накапливается большое число прототипов корпусов, затрудняется возможность распознавать большой объем информации, которая отображается на одной странице за одно действие.

Шаблон навигационной системы комбинированного типа. Навигационная система комбинированного типа состоит из двух страниц [10]. На первой странице прототипы корпусов выбираются в соответствии с их функциональным назначением и представляется типовое изображение прототипа корпуса данного типа для общего представления пользователя. Направление стрелок на рис. 3 указывает порядок выбора инструментов-прототипов.

Выбрав один из видов корпусов, можно перейти на вторую страницу шаблона (рис. 4), на которой представлена форма, аналогичная шаблону навигационной системы прямого типа с корпусами только определенного типа.

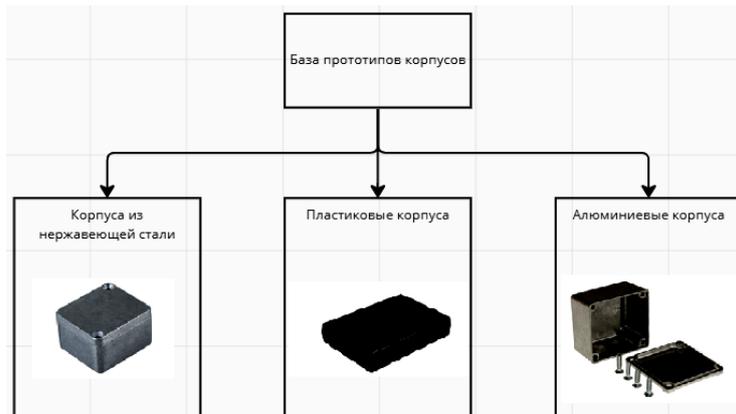


Рис. 3. Пример выбора прототипа корпуса на первой странице шаблона навигационной системы комбинированного типа

<p>4440000000, корпус для PDA, 100x100x50мм, пластик, АБС, серый</p>	<p>4440000000, корпус для PDA, 100x100x50мм, пластик, АБС, серый</p>	...	<p>4440000000, корпус для PDA, 100x100x50мм, пластик, АБС, серый</p>
<p>4440000000, корпус для PDA, 100x100x50мм, пластик, АБС, серый</p>	<p>4440000000, корпус для PDA, 100x100x50мм, пластик, АБС, серый</p>	...	<p>4440000000, корпус для PDA, 100x100x50мм, пластик, АБС, серый</p>
...
<p>4440000000, корпус для PDA, 100x100x50мм, пластик, АБС, серый</p>	<p>4440000000, корпус для PDA, 100x100x50мм, пластик, АБС, серый</p>	...	<p>4440000000, корпус для PDA, 100x100x50мм, пластик, АБС, серый</p>

Рис. 4. Пример выбора прототипа корпусов на второй странице шаблона навигационной системы комбинированного типа

В системе комбинированного типа число переходов, которые пользователь должен сделать для доступа к информации о прототипах корпусов, минимально. При этом шаблон не перегружен большим объемом информации, представленной на одной странице. Это упрощает процесс поиска нужного прототипа.

Краткое описание работы алгоритма программы. Начало работы алгоритма обусловлено выводом на экран списка предлагаемых пользователю действий:

- 1) переход в меню поиска;
- 2) просмотр базы всех корпусов.

Эта страница приложения загружается с определенными данными, на которые пользователь не может повлиять.

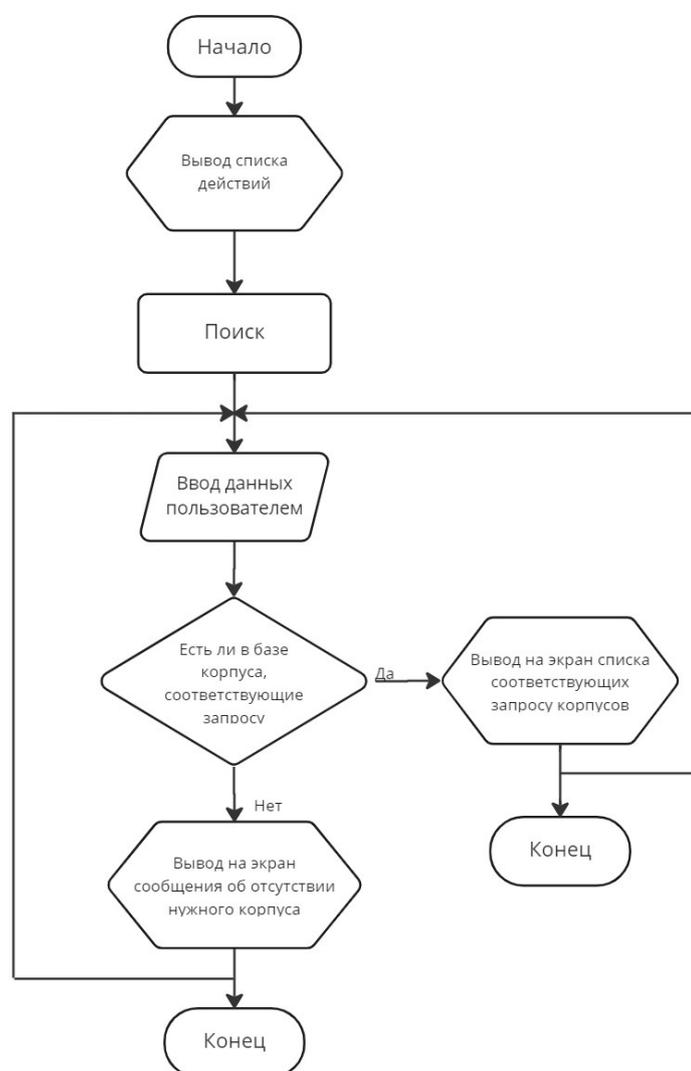


Рис. 5. Структурная схема алгоритма поисковой системы

В меню поиска происходит ввод искомых данных, далее в соответствии с результатами на экран будут выведены объекты, отвечающие параметрам запроса, если таких не было обнаружено, будет выведено сообщение об ошибке. После этого принимается решение о завершении работы приложения или возврата к поиску или к начальной странице (рис. 5).

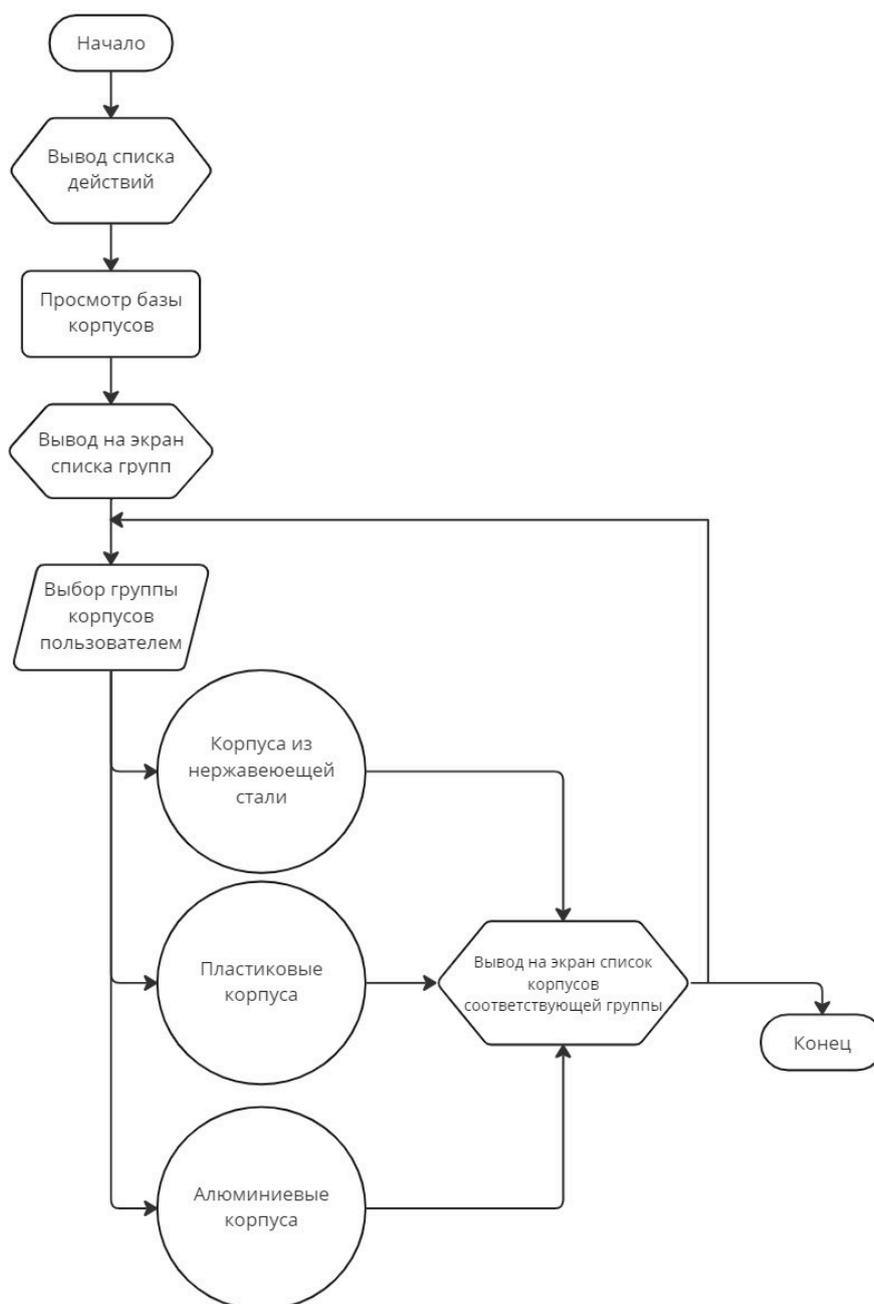


Рис. 6. Структурная схема алгоритма поисковой системы

В алгоритме также предусмотрен общий обзор базы корпусов (рис. 6). После выбора соответствующего меню пользователю будет представлено три группы объектов, категоризация происходит в соответствии с шаблоном навигационной системы комбинированного типа. Закончив с просмотром базы корпусов, пользователь имеет возможность либо завершить сессию использования приложения, либо вернуться к выбору группы корпусов.

Заключение. Предложенные инструменты выбора прототипов корпусов для электронной аппаратуры с помощью разработанных навигационных систем позволяют сокращать время выполнения учебных задач, связанных с освоением дисциплин по технологии производства электронной аппаратуры. Используемые средства структурирования и визуализации информации о прототипах корпусов обеспечивают быстрое распознавание образов и лучшее запоминание учебного материала.

Литература

- [1] Власов А.И., Ганев Ю.М., Карпунин А.А. Картирование потока создания ценностей в концепции «бережливого производства». *Информационные технологии в проектировании и производстве*, 2016, № 2, с. 23–27.
- [2] Прудис А.А., Карпунин А.А., Власов А.И. и др. Анализ технологических трендов развития корпоративных информационных систем в условиях цифровизации производства. *Цифровая трансформация промышленности: тенденции, управление, стратегии. Мат. I Межд. науч.-практ. конф.* Екатеринбург, ИЭ УрО РАН, 2019, с. 490–501.
- [3] Журавлева Л.В., Власов А.И. Визуализация творческих стратегий с использованием ментальных карт. *Прикаспийский журнал: управление и высокие технологии*, 2013, № 1, с. 133–140.
- [4] Резчикова Е.В., Власов А.И. Перспективы применения концепт - карт для построения базы знаний ТРИЗ. *ТРИЗ. Практика применения методических инструментов. Сб. док. М., МА ТРИЗ*, 2011, с. 140–145.
- [5] Журавлева Л.В., Власов А.И., Тимофеев Г.Г. Методы генерационного визуального синтеза технических решений в области микро-/наносистем. *Научное обозрение*, 2013, № 1, с. 107–111.
- [6] Захарова А.С., Корчагин А.И., Фатхутдинов Т.М. и др. Формализация информации по прототипам эскизно-конструкторской документации изделий электронной техники для сборки электронной аппаратуры. *Информационные технологии в проектировании и производстве*, 2021, № 2, с. 44–48.
DOI: https://doi.org/10.52190/2073-2597_2021_2_44
- [7] Балинец В.Н., Башмакова Ю.В., Исабаева Ж. и др. Перспективные технологии в системах электронного конструкторско-технологического документооборота. *Информационные технологии в проектировании и производстве*, 2020, № 4, с. 30–37.
- [8] Гриднев В.Н., Емельянов Е.И., Власов А.И. и др. Методика автоматизированного проектирования электронных коммутационных структур в среде Altium Designer. *Датчики и системы*, 2016, № 5, с. 28–36.

- [9] Гриднев В.Н., Емельянов Е.И., Власов А.И. и др. Методика автоматизированного проектирования электронных коммутационных структур в среде Altium Designer: управление проектом. *Датчики и системы*, 2016, № 6, с. 46–52.
- [10] Журавлева Л.В., Лебедев А.С. Формализация информации по прототипам технологической оснастки для сборки электронной аппаратуры. *Информационные технологии в проектировании и производстве*, 2017, № 2, с. 67–72.

Мельников Дмитрий Вячеславович — студент кафедры «Проектирование и технология производства электронной аппаратуры», МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, Российская Федерация.

Габелая Георгий Давидович — студент кафедры «Проектирование и технология производства электронной аппаратуры», МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, Российская Федерация.

Шарафутдинов Георгий Дмитриевич — студент кафедры «Проектирование и технология производства электронной аппаратуры», МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, Российская Федерация.

Блохин Михаил Сергеевич — студент кафедры «Проектирование и технология производства электронной аппаратуры», МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, Российская Федерация.

Регуш Иван Степанович — студент кафедры «Проектирование и технология производства электронной аппаратуры», МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, Российская Федерация.

Научный руководитель — Журавлева Людмила Васильевна, кандидат технических наук, доцент кафедры «Проектирование и технология производства электронной аппаратуры», МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, Российская Федерация.

Ссылку на эту статью просим оформлять следующим образом:

Мельников Д.В., Габелая Г.Д., Шарафутдинов Г.Д., Блохин М.С., Регуш И.С. Поисковая система прототипов корпусов для электронной аппаратуры. *Политехнический молодежный журнал*, 2023, № 02(79). <http://dx.doi.org/10.18698/2541-8009-2023-02-861>

FORMALIZATION OF INFORMATION ABOUT PROTOTYPE BODY DEVICE FOR ASSEMBLY ELECTRONIC PRODUCTS

D.V. Melnikov

G.D. Sharafutdinov

M.S. Blohin

I.S. Regush

G.D. Gabelaya

melnikovdv@student.bmstu.ru

georg_ufa@mail.ru

bms20u170@student.bmstu.ru

vanearegush2@gmail.ru

gabelaya.eg@gmail.com

Bauman Moscow State Technical University, Moscow, Russian Federation

Abstract

This article presents an analysis of the reasons for the need to develop search systems for prototype housings for electronic equipment and existing search engine templates, in particular, templates for navigation systems of a sequential and combined type. For the development of search engines, visualization and structuring of the initial information were used using various means of presenting information. To use the proposed navigation system in the educational process, software was developed, represented by an algorithm for searching and storing information. The need to use this is due to the wide variety of cases for electronic equipment, as well as the complexity of finding this information.

Keywords

Template, navigation system, case prototypes, information visualization, structuring, search engine, electronic equipment, categorization

Received 26.12.2022

© Bauman Moscow State Technical University, 2022

References

- [1] Vlasov A.I., Ganev Yu.M., Karpunin A.A. The use of value stream mapping in lean manufacturing system. *Informatsionnye tekhnologii v proektirovanii i proizvodstve* [Information Technologies of CAD/CAM/CAE], 2016, no. 2, pp. 23–27 (in Russ.).
- [2] Prudius A.A., Karpunin A.A., Vlasov A.I. et al. [Analysis of technological trends of development of corporate information systems under conditions of digitalization of production]. *Tsifrovaya transformatsiya promyshlennosti: tendentsii, upravlenie, strategii. Mat. I Mezhd. nauch.-prakt. konf.* [Digital Transformation of Industry: Trends, Management, Strategies. Proc. I. Int. Sci.-Pract. Conf.]. Ekaterinburg, IE UrO RAN, 2019, pp. 490–501 (in Russ.).
- [3] Zhuravleva L.V., Vlasov A.I. Visualization of creative strategies: application of mental maps. *Prikaspiyskiy zhurnal: upravlenie i vysokie tekhnologii* [Caspian Journal: Management and High Technologies], 2013, no. 1, pp. 133–140 (in Russ.).
- [4] Rezhikova E.V., Vlasov A.I. Prospects for the use of concept maps to build the knowledge base of TRIZ. *TRIZ. Praktika primeneniya metodicheskikh instrumentov. Sb. dok.* [Proc. TRIZ. The Practice of Using Methodological Tools.]. Moscow, MA TRIZ Publ., 2011, pp. 140–145 (in Russ.).
- [5] Zhuravleva L.V., Vlasov A.I., Timofeev G.G. Methods of generation visual synthesis of technical solutions in the sphere of micro-/nano-electronic mechanic systems. *Nauchnoe obozrenie*, 2013, no. 1, pp. 107–111 (in Russ.).

- [6] Zakharova A.S., Korchagin A.I., Fatkhutdinov T.M. et al. Formalization of information on the component base for the assembly of electronic equipment. *Informatsionnye tekhnologii v proektirovanii i proizvodstve* [Information Technologies of CAD/CAM/CAE], 2021, no. 2, pp. 44–48.
DOI: https://doi.org/10.52190/2073-2597_2021_2_44 (in Russ.).
- [7] Balinets V.N., Bashmakova Yu.V., Isabaeva Zh. et al. Prospective technologies in electronic design and technological document management systems. *Informatsionnye tekhnologii v proektirovanii i proizvodstve* [Information Technologies of CAD/CAM/CAE], 2020, no. 4, pp. 30–37 (in Russ.).
- [8] Gridnev V.N., Emelyanov E.I., Vlasov A.I. et al. Techniques of electronic design automation of switching structures in Altium Designer environment. *Datchiki i sistemy* [Sensors & Systems], 2016, no. 5, pp. 28–36 (in Russ.).
- [9] Gridnev V.N., Emelyanov E.I., Vlasov A.I. et al. Technique of the automated design of electronic switching structures in the environment of Altium Designer: stage – management of the project. *Datchiki i sistemy* [Sensors & Systems], 2016, no. 6, pp. 46–52 (in Russ.).
- [10] Zhuravleva L.V., Lebedev A.S. Formalization of information about prototype tooling for assembly electronic products. *Informatsionnye tekhnologii v proektirovanii i proizvodstve* [Information Technologies of CAD/CAM/CAE], 2017, no. 2, pp. 67–72 (in Russ.).

Melnikov D.V. — Student, Department of Electronic Equipment Design and Technology, Bauman Moscow State Technical University, Moscow, Russian Federation.

Gabelaya G.D. — Student, Department of Electronic Equipment Design and Technology, Bauman Moscow State Technical University, Moscow, Russian Federation.

Sharafutdinov G.D. — Student, Department of Electronic Equipment Design and Technology, Bauman Moscow State Technical University, Moscow, Russian Federation.

Blokhin M.S. — Student, Department of Electronic Equipment Design and Technology, Bauman Moscow State Technical University, Moscow, Russian Federation.

Regush I.S. — Student, Department of Electronic Equipment Design and Technology, Bauman Moscow State Technical University, Moscow, Russian Federation.

Scientific advisor — **Zhuravleva L.V.**, Cand. Sc. (Eng.), Assoc. Professor, Department of Electronic Equipment Design and Technology, Bauman Moscow State Technical University, Moscow, Russian Federation.

Please cite this article in English as:

Melnikov D.V., Gabelaya G.D., Sharafutdinov G.D., Blokhin M.S., Regush I.S. Formalization of information about prototype body device for assembly electronic products. *Politekhnicheskii molodezhnyy zhurnal* [Politechnical student journal], 2023, no. 02(79).
<http://dx.doi.org/10.18698/2541-8009-2023-02-861.html> (in Russ.).