

# Алгоритмы поиска информации в библиотеках УГО и проектирования принципиальной схемы с размещением ЭРЭ на печатной плате

С. М. Зейналова, С. М. Ахмедова, Н. И. Юсифова

В статье на примере автоматизированного проектирования электронного интерфейса гибких производственных систем рассмотрены вопросы разработки алгоритма поиска нужной информации в библиотеках условных графических обозначений при проектировании электрической принципиальной схемы и размещения радиоэлектронных элементов схемы на печатной плате с использованием инструмента автоматизированного проектирования, функционирующего в среде графических редакторов САПР P-CAD и Spectra. В целях эффективного поиска нужной информации в библиотеках среды многофункциональных САПР электронных схем и устройств и базах знаний инструментов автоматизированного проектирования предложено использование ассоциативного поиска, который осуществляет поиск информации по важному признаку в запоминающем массиве. На примере схемы электронного интерфейса приведена реализация алгоритма проектирования принципиально электрической схемы и размещения радиоэлектронных элементов схем на печатной плате с использованием инструментов автоматизированного проектирования.

*САПР, ГПС, ИАП, среда САПР, CAD framework, УГО, ЭРЭ, P-CAD, Spectra.*

## ВВЕДЕНИЕ

В работах [Али10, Маг19] была обоснована целесообразность создания корпоративных инструментов автоматизированного проектирования (ИАП) нестандартных специализированных устройств в технических системах, особенно в гибких производственных системах (ГПС), в частности, на этапах испытания и внедрения. Показано целесообразность проектирования таких специальных нестандартных устройств в зависимости от специфических требований объекта и возможность реализации непосредственно в производственных условиях. Эффективность такого подхода заключается в том, что ИАП функционирует в многофункциональной среде САПР электронных схем и устройств. Приведены примеры разработанных архитектур ИАП.

Начиная с двухтысячных годов в области автоматизированного проектирования электронных схем и устройств разработано множество многофункциональных программных комплексов различного назначения [Раз04, Сте05, Сав07]. Сравнительный анализ, проведенный в [Маг16], показал, что практически во всех САПР электронных схем и устройств основная цель заключалась в эффективном проектировании всего цикла узлов многоузловой печатной платы радиоэлектронных элементов (РЭЭ) с помощью САПР P-CAD различных версий. Различие между этими программными комплексами заключается лишь в областях применения, функциональном назначении, объеме библиотек условных графических обозначений (УГО) РЭЭ. Кроме того, отметим, что все эти САПР P-CAD электронных схем и устройств ориентированы

Зейналова С. М., Ахмедова С. М., Юсифова Н. И. Алгоритмы поиска информации в библиотеках УГО и проектирования принципиальной схемы с размещением ЭРЭ на печатной плате // СИИТ. 2025. Т. 7, № 5 (24). С. 31-39. DOI: 10.54708/2658-5014-SIIT-2025-no5-p31. EDN: CVNIFH.

Zeynalova S. M., Akhmedova S. M., Yusifova N. I. "Algorithms for searching information in libraries of conventional graphic symbols and designing a circuit diagram with the placement of electronic elements on a printed circuit board" // SIIT. 2025. V. 7, no. 5 (24), pp. 31-39. EDN CVNIFH. EDN: CVNIFH. (In Russian).

в основном на использование высококлассными специалистами научно-исследовательских и проектных предприятий.

В работе [Пер90] предложена обобщенная структурно-функциональная схема ИАП электронного интерфейса ГПС, функционирующая в среде многочисленных САПР ЭРЭ. На примере программного комплекса рассмотрены графические редакторы САПР P-CAD и Specstra [Мак16]. С использованием графических редакторов P-CAD Schematic и P-CAD PCB показаны этапы создания базы знаний УГО ЭРЭ, представлены фрагменты автоматизированного проектирования электрической принципиальной схемы электронного интерфейса и размещения ЭРЭ схемы на печатной плате.

Опыт использования ИАП при проектировании специальных электронных интерфейсов показал, что во время функционирования ИАП в среде многофункциональных САПР электронных схем и устройств [Пер90] одной из основных задач является поиск нужной информации в среде многочисленных программных комплексов, в частности в библиотеках УГО ЭРЭ, а также созданных баз данных и знаний в составе ИАП [Ахм25].

В этой статье рассматриваются один из подходов решения данной задачи – разработка алгоритма проектирования электрической принципиальной схемы и размещения ЭРЭ схемы на печатной плате с использованием ИАП.

### АЛГОРИТМ АССОЦИАТИВНОГО ПОИСКА ИНФОРМАЦИИ В БАЗАХ ДАННЫХ И ЗНАНИЙ ИАП В СРЕДЕ САПР ЭЛЕКТРОННЫХ СХЕМ И УСТРОЙСТВ

Рассмотрим один из подходов к решению данной задачи. Суть данного подхода заключается в реализации алгоритме поиска нужных электронных компонентов методом ассоциативного поиска.

Как известно [Зей20], ассоциативный поиск нужной информации в запоминающем массиве (ЗМ) осуществляется не по адресу, а по ее содержанию (ассоциативному, т. е. наиболее важному признаку). Например, при поиске нужного электронного элемента необходим поиск не по всем справочным характеристикам, а по наиболее важным, которые определяются экспертами. При этом неважные справочные характеристики в каждой конкретной ситуации маскируются и не участвуют в процессе ассоциативного поиска.

Структура поиска нужной информации в базах данных и знаний по ассоциативному признаку показана на рис. 1. Поиск нужного электронного элемента из библиотеки электронных элементов осуществляется по следующему алгоритму.

#### Алгоритм:

1. Считывается информация из библиотеки выбранной системы САПР и записывается в рабочую базу данных или знаний ИАП электронных интерфейсов ГПС.

2. Незасекреченная информация об ассоциативном поиске (НИАП) и засекреченная маской информация АП (ЗМИАП) соответствующих электронных элементов последовательно заполняются в память стекового типа, функционирующего по принципу «первым поступил – первым обслуживается».

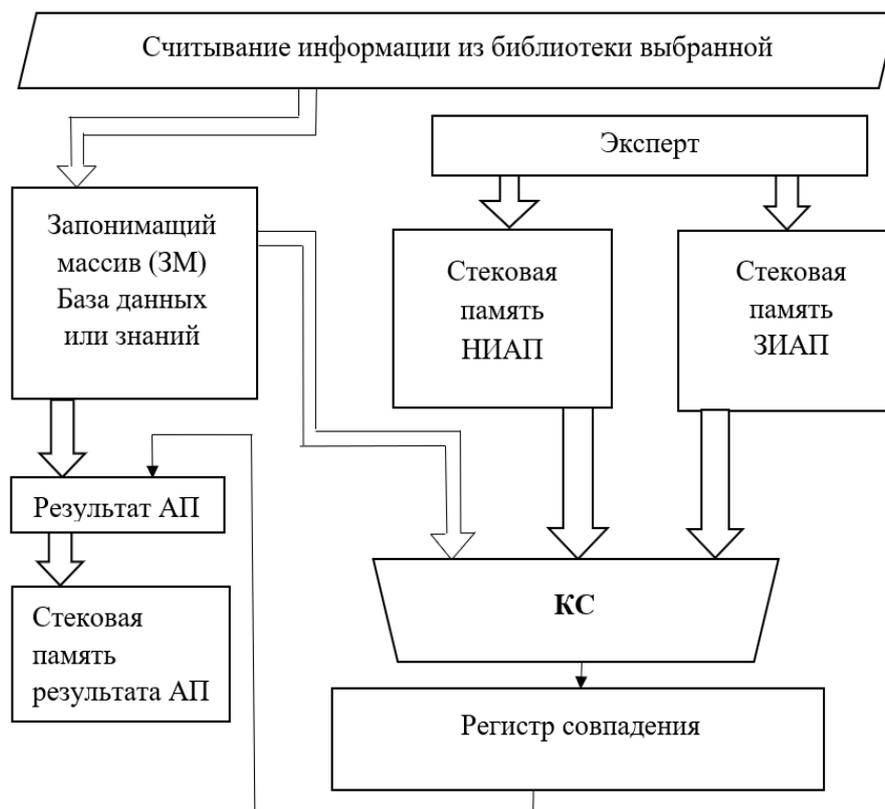
3. Комбинационной схеме (КС) последовательно выполняются следующие логические операции:

$$P_{\text{еч.св}}(i) = \bigwedge_{i=0}^{n-1} \{ \overline{\text{НИАП}[i]} \oplus \overline{\text{ЗМ}[i, j]} \vee \overline{\text{ЗМИАП}[i]} \}.$$

При этом ассоциативный поиск производится лишь для совокупности разрядов ИАП, которым соответствуют значения 1 в ЗМИАП.

4. При совпадении НИАП и информации запоминающего массива в базе данных с выхода регистра совпадения разрешается запись результата АП в выходную стековую память.

5. Ассоциативный поиск продолжают до тех пор пока не будут проверены все НИАП в стековой памяти.



**Рис. 1** Схема поиска нужной информации в базах данных и знаний по ассоциативному признаку

Преимущество ассоциативного поиска заключается в том, что поиск происходит параллельно во времени для всех ячеек запоминающего массива базы данных.

### ОБОБЩЕННАЯ СТРУКТУРНО-ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ СХЕМА ИАП ЭЛЕКТРОННЫХ УСТРОЙСТВ И СХЕМ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРОГРАММНЫХ ПАКЕТОВ САПР P-CAD и SPECSTRA

ИАП работает во взаимодействии с модулями выбранного САПР P-CAD и Specstra (рис. 2). ИАП состоит из следующих основных функциональных блоков: пользовательского интерфейса ИАП, который осуществляет взаимодействие между средой САПР и ИАП; библиотеки ЭРЭ, созданной через пользовательский интерфейс ИАП; ЭРЭ, которые будут использоваться в конкретном проектируемом электронном устройстве; библиотека ЭРЭ конкретной проектируемой схемы; блока текущего рабочего программного модуля P-CAD; блока исполнения текущего рабочего программного модуля P-CAD и монитора графических редакторов программных модулей P-CAD, который отображает последовательность процедур.

Работа электронных устройств и схем в среде программных модулей P-CAD осуществляется по следующему алгоритму.

#### Алгоритм:

**Шаг 1.** В соответствии с исходной задачей пользовательский интерфейс ИАП создает конкретную текущую схему ЭРЭ УГО из библиотек ЭРЭ УГО БЗ.

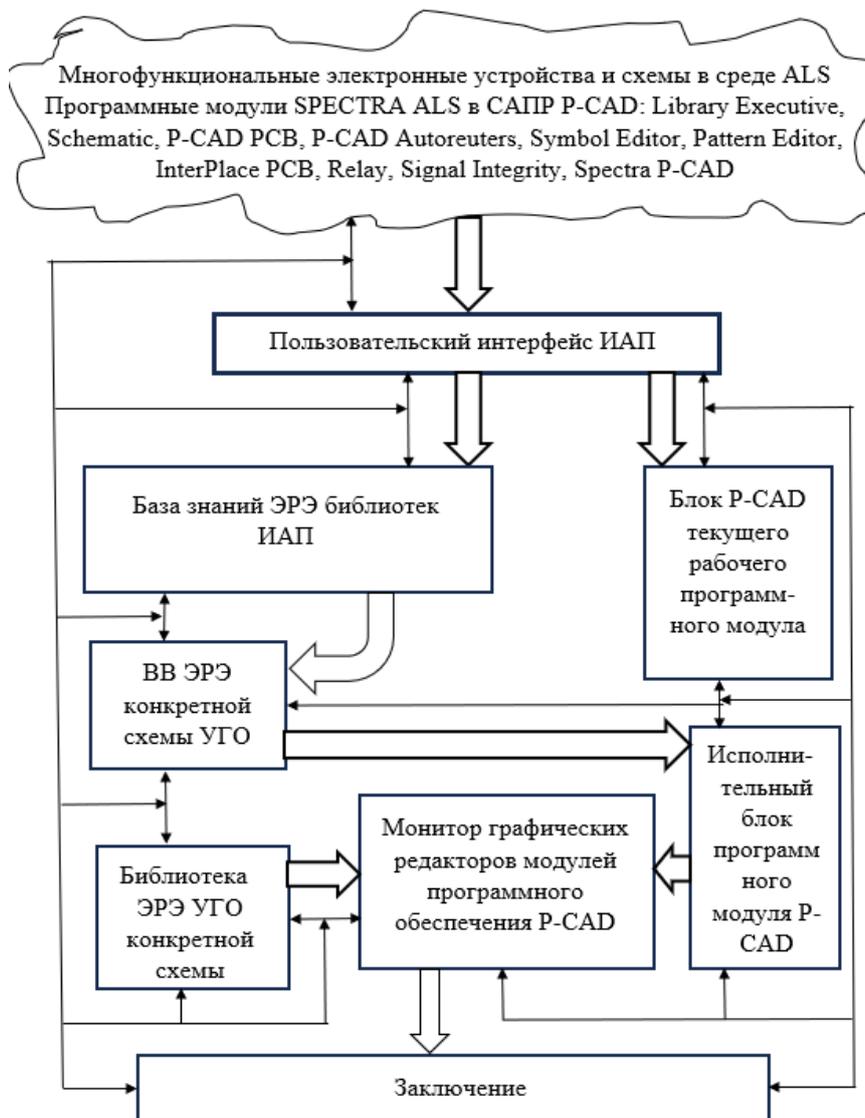
**Шаг 2.** Библиотека УГО выбранных ЭРЭ загружаются в блок библиотек УГО.

**Шаг 3.** Для выполнения процедуры согласно заданию проекта из среды P-CAD и Specstra посредством пользовательского интерфейса ИАП выбирается необходимый программный модуль, загружается в текущий рабочий блок P-CAD, и управление передается этому модулю.

**Шаг 4.** Процедуры в соответствии с заданием проекта последовательно выполняют процесс проектирования с использованием необходимой информации в интерактивном или автоматическом режимах.

**Шаг 5.** После выполнения всех предполагаемых процедур проектирования результаты отображаются на мониторе.

**Конец.**



**Рис. 2** Структурно-функциональная схема ИАП на базе программного комплекса P-CAD и Spectra

#### АЛГОРИТМ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ПРИНЦИПАЛЬНОЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СХЕМЫ ЭЛЕКТРОННОГО ИНТЕРФЕЙСА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИАП

В процессе проектирования использованы элементы программного комплекса САПР P-CAD и Spectra, который в последнее время нашел широкое применение в автоматизированном проектировании электронных устройств и схем с использованием ИАП.

Графический редактор P-CAD Schematic предназначен для проектирования принципиальных электрических схем с использованием УГО элементов. В этом случае УГО ЭРЭ, исполь-

зуемых в электронных схемах, считываются из соответствующих библиотек БЗ. При необходимости УГО ЭРЭ можно создавать с помощью программного модуля P-CAD Symbol Editor программного комплекса P-CAD.

Поскольку в представленном случае вопрос создания печатной платы не рассматривается, только требуется разработка принципиальной электрической схемы, используется символьная подбиблиотека элементов УГО (.lib). Если рассматривать проектирование других узлов печатной платы, то помимо символьной (.lib) используются также подбиблиотеки технологической и конструктивной информации [Mam25].

Обобщенный алгоритм проектирования принципиальной электрической схемы электронного интерфейса с использованием ИАП осуществляется по следующему алгоритму.

#### Алгоритм:

**Шаг 1.** Загрузка и запуск программного модуля P-CAD Schematic в блок рабочего программного модуля ИАП.

Результат: на мониторе отображается экран графического редактора и пиктограммы меню инструмента блока рабочего программного модуля.

**Шаг 2.** Настройка конфигураций графического редактора.

Результат: открывается диалоговое окно, выбирается формат А3 или размеры 297×420 мм.

Выбираются в качестве основной единицы измерения миллиметры.

Задается новая ценовая сетка графического редактора с требуемым шагом.

Размещаются элементы и описание электрических линий на одной строке.

**Шаг 3.** Настройка основных образов скрипта.

Результат: основной файл скрипта загружается в стандартное диалоговое окно Windows.

**Шаг 4.** Размещение элементов.

Результат:

- в одноименном окне открываются компоненты электронного интерфейса: D1.DST-1RBP-N; R1-R8.9A110J; D2.CY74FST823T; R9-R16.9A110J; ON-KS-10; электрический разъем; элемент заземления (корпус);

- в окне библиотеки загружаются библиотеки УГО элементов;

- в стандартном окне Windows выбираются библиотеки ЭРЭ (.lib).

**Шаг 5.** Размещение элементов электронного интерфейса в диалоговом окне (рис. 2).

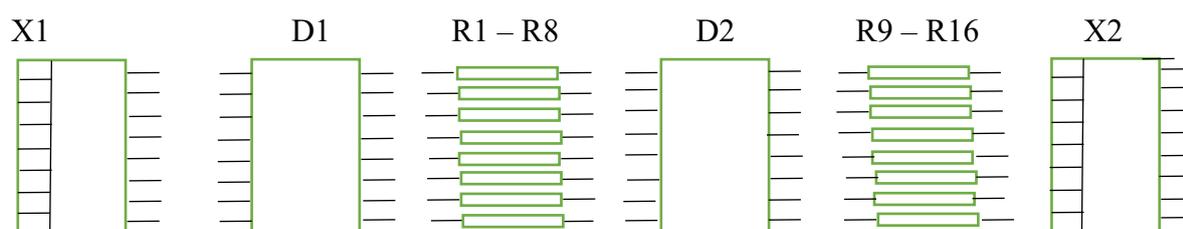


Рис. 2 Размещение элементов электронного интерфейса в диалоговом окне

Результат:

- выбирается элемент D1, курсором задаются координаты его размещения в рабочем окне и выбранный элемент размещается в рабочем окне;

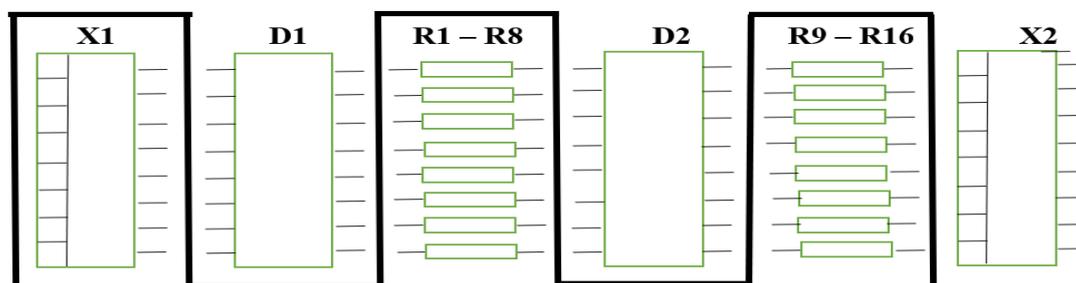
- в диалоговом окне выбирается резистор 9A110J, в рабочем окне размещается 16 штук по выбранным координатам;

- выбирается элемент D2, задаются курсором координаты его размещения в рабочем окне и выбранный элемент размещается в рабочем окне;

- выбирается электрический разъем и курсором размещаются 2 электрических разъема (входной и выходной), состоящие из 8 элементов каждый, в рабочем окне в соответствующих координатах – 10-кc-10.

- выбирается элемент корпуса и курсором размещаются 3 элемента корпуса в рабочем окне в заданных координатах.

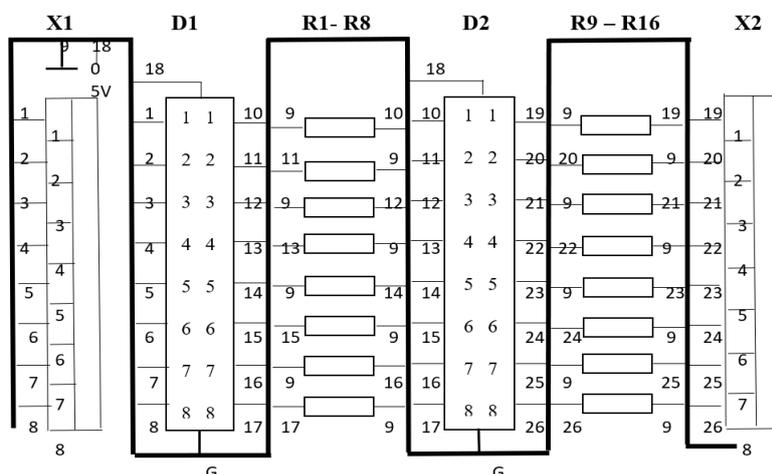
**Шаг 6.** Рисование линии группового соединения (шинного соединения) (рис. 3).



**Рис. 3** Рисование линии группового соединения (шинное соединение)

### Результат:

- шинное соединение объединяет все элементы электронного интерфейса с их входами на одной шине;
- электрическое соединение осуществляется между выходами элементов, расположенных рядом в рабочем окне;
- выходы всех элементов электронного интерфейса подключаются к шине;
- присвоение номеров электрическим соединениям с помощью специальных портов;
- написание названий выходов на соединительных элементах (разъемах);
- проверка на наличие ошибок при создании схемы, поиск ошибок программой и помещение их в текстовый файл;
- сохранение сформированной схемы в специальную папку и подготовка ее к использованию на следующих этапах, а именно, при проектировании печатной платы (рис. 4).



**Рис. 4** Подключение входов и выходов элементов принципиальной электрической схемы к групповой шине

### РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА РАЗМЕЩЕНИЯ ЭРЭ СХЕМЫ ЭЛЕКТРОННОГО ИНТЕРФЕЙСА НА ПЕЧАТНОЙ ПЛАТЕ

Размещение ЭРЭ схемы на печатной плате выполняется с помощью графического редактора P-CAD PCB и состоит из следующих этапов: размещения элементов схемы на печатной плате; задания размеров печатной платы, размеров токопроводящих линий, размеров контактных площадок, диаметров линий связи и уровней экрана. Графический редактор позволяет

также выполнить маркировку элементов, их размещение и ручную трассировку токопроводящих линий.

После запуска графического редактора на экране отображаются его окно и меню инструментов.

Размещение ЭРЭ на печатной плате выполняется в следующей последовательности.

#### **Алгоритм:**

##### **Шаг 1.** Настройка системы.

Результат:

- в качестве системы измерения выбраны миллиметры;
- указаны размеры рабочей области печатной платы.

##### **Шаг 2.** Определение структуры печатной платы.

Результат:

- определение размеров верхней и нижней сторон печатной платы;
- контур платы;
- маскировка предполагаемых проходов на верхней и нижней сторонах платы;
- определение уровней маскировки на верхней и нижней сторонах печатной платы (шелкография).

##### **Шаг 3.** Настройка параметров отображения.

##### **Шаг 4.** Настройка размера проводящих линий.

##### **Шаг 5.** Выбор шрифтов.

##### **Шаг 6.** Подключение библиотек ЭРЭ схемы.

##### **Шаг 7.** Загрузка библиотек ЭРЭ схемы.

Результат:

- открывается одноименное окно со списком библиотек;
- в стандартном окне Windows выбирается нужная библиотека.

##### **Шаг 8.** Загружается список соединений элементов принципиальной электрической схемы.

Результат:

- в открывшемся стандартном окне Windows в списке ранее созданных соединений выбирается файл Schema.net;
- в рабочей области открывается контур ЭРЭ и соединения между ними;
- текстовый файл отражает ошибки и предупреждения, возникшие в процессе перевода;
- при обнаружении ошибок файл слияния не загружается;
- список ошибок и предупреждений проверяется и исправляется.

##### **Шаг 9.** Вставка прямоугольного контура печатной платы.

##### **Шаг 10.** Размещение ЭРЭ на печатной плате.

**Шаг 11.** После завершения размещения ЭРЭ на печатной плате целесообразно минимизировать длины соединений, изменив расположение логически эквивалентных участков и выходов на печатной плате.

Результат:

- путем автоматической оптимизации;
- путем ручного (курсором) размещения эквивалентных разделов и элементов;
- путем ручного размещения эквивалентных выходов элементов.

**Шаг 12.** Сохраните результаты размещения ЭРЭ на печатной плате в папке project для дальнейших процедур.

**Конец.**

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

В статье рассмотрены вопросы проектирования электронного интерфейса связи ГПС с использованием ИАП, функционирующего в среде многофункциональных электронных

устройств и схем САПР (среда САПР). Показано, что на этапах испытаний и эксплуатации различных технических систем, особенно электронных систем управления, возникает необходимость проектирования специализированных нестандартных электронных устройств с учетом особенностей конкретного объекта, и их проектирование на месте эксплуатации посредством предлагаемой корпоративной ИАП является обоснованным. Рассмотрен пример автоматизированного проектирования ГПС, приведены результаты разработки алгоритмы реализации поиска нужной информации в библиотеках УГО ЭРЭ, проектирование электрической принципиальной схемы и размещения ЭРЭ схемы на печатной плате.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ | REFERENCES

- [Mam25] Mammadov, J., Nikolov, N., et al. (2025). Research and application of information-energy indicators of analog type electromagnetic transmitters in the different industry fields // *EUREKA: Physics and Engineering*, (3), 62-75. DOI: [10.21303/2461-4262.2025.003745](https://doi.org/10.21303/2461-4262.2025.003745).
- [Али10] Алиев Р. А., Ахмедов М. А., Мамедов Д. Ф., Гусейнов А. Г. Создание инструмента автоматизированного проектирования нестандартных элементов гибкой производственной системы // *Автоматизация и современные технологии*. 2010. № 1. С. 28–32. EDN: [KYVNVK](https://www.edn.ru/KYVNVK).
- [Ахм25] Ахмедова С. М., Зейналова С. М., Юсифова Н. И. Проектирование принципиальной электрической схемы и размещение её элементов на печатной плате с использованием ИАП в среде САПР ЭРЭ // *СИИТ*. 2025. Т. 7, № 2(21). С. 118-125. DOI: [10.54708/2658-5014-SIIT-2025-no2-p118](https://doi.org/10.54708/2658-5014-SIIT-2025-no2-p118). EDN: [DWZWGH](https://www.edn.ru/DWZWGH).
- [Зей20] Зейналова С. М. Алгоритм ассоциативного поиска информации в базах данных и знаний ИАП специализированных электронных интерфейсов // *САПР и моделирование в современной электронике: материалы IV Международной конференции*. Сб. науч. тр. (Брянск, 22-23 октября 2020 г.). DOI: [10.51932/9785907271739\\_377](https://doi.org/10.51932/9785907271739_377). EDN: [SSQLAU](https://www.edn.ru/SSQLAU).
- [Mar16] Магомедли Х. М., Расулов Р. З. Сравнительный анализ систем автоматизированного проектирования электронных устройств и определение перспективы их развития // *Научные известия / Сумгайтск. гос. ун-т*. 2016. Т. 16, № 3. С. 59–64.
- [Mar19] Магомедли Х. М., Зейналова С. М. Разработка инструмента автоматизированного проектирования специализированных электронных устройств гибкой производственной системы // *Инженерные системы – 2019: Тр. науч.-практ. конф., Москва, 3–5 апреля 2019 года*. М.: РУДН, 2019. С. 504–513. EDN: [ETUYLX](https://www.edn.ru/ETUYLX).
- [Мак16] Мактас М. Я. Уроки по САПР P-CAD и SPECCTRA. М.: СОЛОН-ПРЕСС, 2016. 224 с. ISBN 978-5-91359-093-0.
- [Пер90] Перспективы автоматизированного проектирования. ТИИЭИР – Труды института инженеров по электротехнике и радиоэлектронике: пер. с англ. 1990. Т. 78, № 2.
- [Раз04] Разевиг В. Д. Проектирование печатных плат в VP-CAD 2001. М.: Солон-Р, 2004. 560 с. ISBN: 5-93455-116-7.
- [Сав07] Саврушев Э. Ц. P-CAD 2006. Руководство схемотехника, администратора библиотек, конструктора. М.: Бином пресс, 2007. 768 с. EDN: [QMRAKT](https://www.edn.ru/QMRAKT).
- [Сте05] Штешенко В. Б. P-CAD. Технология проектирования печатных плат. СПб.: БХВ-Петербург, 2005. 720 с. EDN: [QMMSUB](https://www.edn.ru/QMMSUB).
- Mammadov, J., Nikolov, N., et al. (2025). “Research and application of information-energy indicators of analog type electromagnetic transmitters in the different industry fields” // *EUREKA: Physics and Engineering*, (3), 62-75. DOI: [10.21303/2461-4262.2025.003745](https://doi.org/10.21303/2461-4262.2025.003745).
- Aliyev R. A., Akhmedov M. A., Mamedov D. F., Guseinov A. G. “Creation of a tool for automated design of non-standard elements of a flexible manufacturing system” // *Automation and Modern Technologies*. 2010. No. 1, pp. 28–32. EDN: [KYVNVK](https://www.edn.ru/KYVNVK). (In Russian).
- Akhmedova S. M., Zeynalova S. M., Yusifova N. I. Design of a basic electrical circuit and placement of its elements on a printed circuit board using IAP in the CAD environment of ERE // *SIIT*. 2025. Vol. 7, No. 2(21). P. 118-125. DOI: [10.54708/2658-5014-SIIT-2025-no2-p118](https://doi.org/10.54708/2658-5014-SIIT-2025-no2-p118). EDN: [DWZWGH](https://www.edn.ru/DWZWGH). (In Russian).
- Zeynalova S. M. “Algorithm for associative search of information in databases and knowledge of IAP specialized electronic interfaces” // *CAD and modeling in modern electronics: Proceedings of the IV International Conference*. Collected Scientific Papers. (Bryansk, October 22-23, 2020). DOI: [10.51932/9785907271739\\_377](https://doi.org/10.51932/9785907271739_377). EDN: [SSQLAU](https://www.edn.ru/SSQLAU). (In Russian).
- Magomedli H. M., Rasulov R. Z. “Comparative analysis of automated design systems for electronic devices and determination of their development prospects” // *Scientific News / Sumgait State University*. 2016. Vol. 16, No. 3, pp. 59–64. (In Russian).
- Magomedli H. M., Zeynalova S. M. “Development of a tool for automated design of specialized electronic devices of a flexible manufacturing system” // *Engineering Systems – 2019: Proceedings of the scientific and practical conference, Moscow, April 3-5, 2019*. Moscow: RUDN University, 2019. Pp. 504-513. EDN: [ETUYLX](https://www.edn.ru/ETUYLX). (In Russian).
- Maktas M. Ya. Lessons on CAD P-CAD and SPECCTRA. M.: SOLON-PRESS, 2016. ISBN 978-5-91359-093-0. (In Russian).
- Prospects of Automated Design. TIEEIR – Proceedings of the Institute of Electrical and Electronics Engineers: Trans. from English. 1990. Vol. 78, No. 2. (In Russian).
- Razevig V. D. Design of Printed Circuit Boards in VR-CAD 2001. M.: Solon-R, 2004. ISBN: 5-93455-116-7. (In Russian).
- Savrushev E. Ts. P-CAD 2006. Guide for Circuit Designer, Library Administrator, Designer. Moscow: Binom Press, 2007. EDN: [QMRAKT](https://www.edn.ru/QMRAKT). (In Russian).
- Steshenko V. B. R-CAD. Printed Circuit Board Design Technology. St. Petersburg: BHV-Petersburg, 2005. EDN: [QMMSUB](https://www.edn.ru/QMMSUB). (In Russian).

## ОБ АВТОРАХ | ABOUT THE AUTHORS

**АХМЕДОВА Светлана Магеррам**

Сумгаитский государственный университет, Азербайджан.  
Доцент кафедры информационных технологий.  
[axmedova60@mail.ru](mailto:axmedova60@mail.ru). ORCID: 0000-0002-3454-3404

**ЗЕЙНАЛОВА Солмаз Магеррам**

Сумгаитский государственный университет, Азербайджан.  
Преподаватель кафедры информационных технологий.  
[solmaz.zeynalova.2017@mail.ru](mailto:solmaz.zeynalova.2017@mail.ru). ORCID: 0000-0002-4284-9454

**ЮСИФОВА Нигяр Илхам**

Сумгаитский государственный университет, Азербайджан.  
Лаборант кафедры информационных технологий.  
[yusifova.nigar@sdu.edu.az](mailto:yusifova.nigar@sdu.edu.az). ORCID: 0009-0006-1197-8727

**AKHMEDOVA Svetlana Magerram**

Sumgait State University, Azerbaijan.  
Assoc. Prof. of the Department of Information Technology.  
[axmedova60@mail.ru](mailto:axmedova60@mail.ru). ORCID: 0000-0002-3454-3404

**ZEYNALOVA Solmaz Magerram**

Sumgait State University, Azerbaijan.  
Lecturer at the Department of Information Technology.  
[solmaz.zeynalova.2017@mail.ru](mailto:solmaz.zeynalova.2017@mail.ru). ORCID: 0000-0002-4284-9454

**YUSIFOVA Nigar Ilham**

Sumgait State University, Azerbaijan.  
Lab assistant at the Department of Information Technology.  
[yusifova.nigar@sdu.edu.az](mailto:yusifova.nigar@sdu.edu.az). ORCID: 0009-0006-1197-8727

## МЕТАДААННЫЕ | METADATA

**Заглавие:** Алгоритмы поиска информации в библиотеках УГО и проектирования принципиальной схемы с размещением ЭРЭ на печатной плате.

**Авторы:** Зейналова С. М., Ахмедова С. М., Юсифова Н. И.

**Аннотация:** В статье на примере автоматизированного проектирования электронного интерфейса гибких производственных систем рассмотрены вопросы разработки алгоритма поиска нужной информации в библиотеках условных графических обозначений при проектировании электрической принципиальной схемы и размещения радиоэлектронных элементов схемы на печатной плате с использованием инструмента автоматизированного проектирования, функционирующего в среде графических редакторов САПР P-CAD и Specctra. В целях эффективного поиска нужной информации в библиотеках среды многофункциональных САПР электронных схем и устройств и базах знаний инструментов автоматизированного проектирования предложено использование ассоциативного поиска, который осуществляет поиск информации по важному признаку в запоминающем массиве. На примере схемы электронного интерфейса приведена реализация алгоритма проектирования принципиально электрической схемы и размещения радиоэлектронных элементов схем на печатной плате с использованием инструментов автоматизированного проектирования.

**Ключевые слова:** САПР, ГПС, ИАП, среда САПР, CAD framework, УГО, ЭРЭ, P-CAD, Specctra.

**Language:** Русский.

Статья поступила в редакцию 11 июля 2025 г.

**Title:** Algorithms for searching information in libraries of conventional graphic symbols and designing a circuit diagram with the placement of electronic elements on a printed circuit board.

**Authors:** Zeynalova S. M., Akhmedova S. M., Yusifova N. I.

**Abstract:** In the article, using the example of automated design of the electronic interface of the FMS, the issues of development of algorithms for the implementation of searching for the necessary information in the libraries of the CGS CGS, designing an electrical schematic diagram and placing the ERE circuit on a printed circuit board using the automated design tool operating in the environment of graphic editors CAD P-CAD and SPECCTRA are presented. To effectively search for the necessary information in the libraries of the environment of multifunctional CAD of electronic circuits and devices and knowledge bases of the ADT, the use of associative search is proposed, which carries out information not by address and by an important feature in the memorizing array. Using the example of a specific electronic interface circuit, the implementation of algorithms for designing a fundamentally electrical circuit and placing ERC circuits on a printed circuit board using the ADT are presented.

**Key words:** CAD, FMS, ADT, CAD environment, CAD framework, CGS, CGS, R-CAD and Specctra.

**Language:** Russian.

The article was received by the editors on 11 July 2025.