

**РАЗРАБОТКА САПР ПРИНЦИПИАЛЬНЫХ  
ГИДРАВЛИЧЕСКИХ И ПНЕМАТИЧЕСКИХ СХЕМ**

**DEVELOPMENT OF CAD OF PRINCIPAL HYDRAULIC  
AND PNEUMATIC SCHEMES**

**Лешкевич А. Ю.**<sup>1</sup>, канд. техн. наук, доц.,

**Клоков Д. В.**<sup>1</sup>, канд. техн. наук, доц.,

**Леонов Е. А.**<sup>2</sup>, канд. техн. наук, доц.,

**Гарабажу А. А.**<sup>2</sup>, канд. техн. наук, доц.,

<sup>1</sup>Белорусский национальный технический университет,  
г. Минск, Республика Беларусь

<sup>2</sup>Белорусский государственный технологический университет,  
г. Минск, Республика Беларусь

A. Leshkevich<sup>1</sup>, Ph. D. in Engineering, Associate Professor,

D. Klokov<sup>1</sup>, Ph. D. in Engineering, Associate professor,

E. Leonov<sup>2</sup>, Ph. D. in Engineering, Associate professor,

A. Harabazhyu<sup>2</sup>, Ph. D. in Engineering, Associate professor,

<sup>1</sup>Belarusian national technical University, Minsk, Republic of Belarus

<sup>2</sup>Belarusian state technological University, Minsk, Republic of Belarus

*Рассмотрены преимущества параметризации компьютерного программирования изображений конструктивных элементов встроенными в графический пакет средствами. В статье представлены примеры описания функциональных элементов принципиальных гидрорепневматических схем на языке AutoLISP системы AutoCAD и мето-дика синтеза принципиальных схем.*

*The advantages of parameterization of a computer programming images are structural elements build-in graphic tool package. The article presents examples of description of functional elements of principal hydraulic and pneumatic schemes in the language AutoLISP of the system AutoCAD and technique of synthesis of principle schemes.*

**Ключевые слова:** функциональный конструктивный элемент, синтез изображений, язык геометрического моделирования.

**Keywords:** functional structural elements, image synthesis, geometric modeling language.

## ВВЕДЕНИЕ

Современные графические компьютерные пакеты, значительно облегчающие и ускоряющие процесс проектирования, позволяют уже на стадии проектирования на компьютерной модели исследовать работоспособность разрабатываемого объекта. Появление и развитие методик синтеза графических изображений привело к созданию библиотек или компьютерных баз данных, имеющих параметризованные унифицированные функциональные графические фрагменты (конструктивные элементы – КЭ), вызываемые по размерам, хранящимся в базе. Программирование этих КЭ в текстовом варианте в безразмерном виде, вызываемые при синтезе изображений уже в конкретных размерах, обладает широкими возможностями и удобством пользования. Такое программирование может осуществляться на базе параметризации – приданию размерам символьных выражений при помощи встроенного в графическую систему языка текстового программирования.

## ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Общим недостатком методик компьютерного выполнения чертежей является значительная доля репродуктивной, рутинной, нетворческой работы. Применение же современных графических пакетов значительно упрощают построение изображений. Встроенные языки программирования (к примеру, AutoLISP) позволяют перевести или представить графические построения в текстовую форму, в которой удобно создавать и программировать функциональные элементы, полученные в результате анализа аналогов проектируемого объекта или разбивать изображение на простейшие геометрические фигуры для дальнейшего синтезирования устройства по заданным тактико-техническим характеристикам [1–3].

В технике существует весьма обширная группа специфических изображений – принципиальные схемы, состоящих из условно изображаемых стандартных элементов с постоянными размерами, которые применяются на начальной стадии проектирования и имеют очень важную особенность – логическое определение составляющих будущего устройства на макроуровне, подбирая характеристики КЭ, и конкретные типоразмеры. При этом широко применяется параметризация – безразмерное кодирование геометрического объекта в символьном (буквенном) выражении.

Проведенный анализ принципиальных пневматических и гидравлических схем на базе ответствующих стандартов позволил сформировать унифицированные конструктивные элементы, представляющие реальные аппараты проектируемых систем. Представление их в принципиальном схематическом виде позволяет рассчитать и перебрать варианты для получения самой эффективной системы с точки зрения быстродействия, энергоемкости, стоимости и качества. Умение конструктора мыслить схематично значительно ускоряет процесс проектирования, экономит ресурсы.

Разработаны кодировочные схемы основных элементов принципиальных схем с разбивкой на опорные точки для описания на языке геометрического моделирования (ЯГМ) (к примеру, Автолиспе (AutoLISP), встроенного в графический пакет AutoCAD). В качестве нескольких примеров приведем методику описания фрагментов кинематических схем на базе методического пособия [4].

При создании кодировочных схем объект анализировался на возможность применения операций симметричного отображения, параллельности, перпендикулярности, поворота, разворота и т. д.

При кодировке используется весьма удобная полярная система координат, в которой по соответствующей программе (dtr – degrees to radian – градусы в радианы) Функция позволяет пользоваться градусами, как наиболее удобными: dtr 0° – горизонтальное перемещение, dtr 90° – вертикальное и т. д.

Перед кодированием создадим подпрограмму (имя P) (defun P1 (t1)) / (setq / t1 (getpoint “ n Базовая точка :”) / t1 (polar T0 (dtr 270) 5).

Вычерчивание: (setq / (command t1 “Ш” t t “ТИПЛИН” “У” “CONTINUOUS” t2 “” / “ПЛИНИЯ” t2 (- 5 (dtr 180)) “” “ПЛИНИЯ” t2 (+ 5 (dtr 0))))).

Вводим исходные данные: (setq t (getreal “\n толщина линии связи <t>:”) a (getreal “\ <a>:”)).

Базовую точку T0 задаем в начале кодирования.

Кодировка: (defun E1 (t0 a) (setq / T0 (getpoint “ n Базовая точка :”) / t1 (polar T0 (dtr 180) (/ 2 a)) / t2 (polar t1 (dtr 0) a) / t3 (polar t1 (dtr 0) (/ 4 a)) / t4 (polar t2 (dtr 180) (/ 4 a)) / t5 (polar t1 (dtr 270) (/ 2 a)) / t6 (polar t2 (dtr 270) (/ 2 a)) ).

На рис. 1–2 представлены некоторые фрагменты условных обозначений с соответствующей кодировкой и вычерчиванием на ЯГМ AutoLISP.

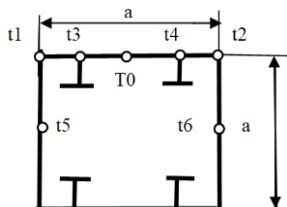


Рисунок 1 – Кодировочная схема нейтральной позиции распределителя E1 на ЯГМ AutoLISP

При вычерчивании используем опцию «симметричное отображение»: (setq / (command “ПЛИНИЯ” t5 “Ш” t t “ТИПЛИН” “У” “CONTINIOUS“ t1 t2 t6 ““(P1( t3))”” (P1( t4))”” “ЗЕРКАЛО” t5 t6 ).

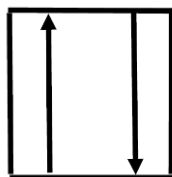
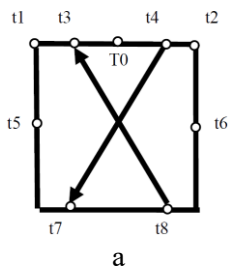


Рисунок 2 – Кодировочная схема распределительной позиции распределителя E2 – а и E3 – б на ЯГМ AutoLISP

Кодировка: (defun E2 (T0 a)).(setq / T0 (getpoint “ n Базовая точка :”) / t1 (polar T0 (dtr 180) (/ 2 a)) / t2 (polar t1 (dtr 0) a) / t3 (polar t1 (dtr 0) (/4 a)) / t4 (polar t2 (dtr 180) (/ 4 a)) / t5 (polar t1 (dtr 27 0) (/2 a)) / t6 (polar t2 (dtr 270) (/2 a)) / t7 (polar t3 (dtr 27 0) a) / t8 (polar t4 (dtr 270) a) ).

Вычерчивание: (setq (command “ПЛИНИЯ” t5 “Ш” t t “ТИПЛИН” “У” “CONTINIOUS“ t1 t2 t6 ““(P t3))”” (P t4))”” “ЗЕРКАЛО” t5 t6 “” “ПЛИНИЯ” t4 t7 “” “ПЛИНИЯ”t8 t3 ).

Кодировка: (defun E 3 (T0 a)).

Кодировка полностью идентична предыдущей. При вычерчивании вместо: “ПЛИНИЯ” t4 t7 “” “ПЛИНИЯ”t8 t3, запишем “ПЛИНИЯ” t4 t8 “” “ПЛИНИЯ”t7 t3.

Таким же образом можно закодировать все стандартные условные обозначения принципиальных схем.

Имея закодированное изображение конструктивного элемента КЭ, можно синтезировать любую кинематическую принципиальную схему, вставляя КЭ в нужные места схемы.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Разработанные подходы к реализации методик синтеза запрограммированных стандартных условных изображений принципиальных схем на чертежах при параметрическом моделировании. Это позволяет уже на стадии проектирования выбрать оптимальный вариант схемы и подобрать эффективное рассчитанное оборудование из множества возможных. В базе данных остаются текстовые головные программы сборочных чертежей и подпрограммы конструктивных элементов в текстовой форме.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Лешкевич, А. Ю. Разработка параметризованных конструктивных элементов для выполнения сборочных чертежей машиностроительных узлов / А. Ю. Лешкевич, Д. В. Клоков, С. В. Гиль // Автотракторостроение и автомобильный транспорт : Сборник научных трудов Международной научно-практической конференции. В 2-х томах, Минск, 25–28 мая 2021 года. Том 2. – Минск: Белорусский национальный технический университет, 2021. – С. 353–356.

2. Параметризованное моделирование объектов машиностроительного применения / А. Ю. Лешкевич и др. // Автотракторостроение и автомобильный транспорт : Сборник научных трудов Международной научно-практической конференции. В 2-х томах, Минск, 24 мая – 10 2022 года. – Минск: Белорусский национальный технический университет, 2022. – С. 286–290.

3. Лешкевич, А. Ю. Разработка схематических конструктивных элементов для компьютерного синтеза сборочного чертежа редуктора / А. Ю. Лешкевич, С. В. Гиль, Д. В. Клоков // Автотракторостроение и автомобильный транспорт : Сборник научных трудов Международной научно-практической конференции. В 2-х томах, Минск, 25–28 мая 2021 года. Том 2. – Минск: Белорусский национальный технический университет, 2021. – С. 349–352.

4. Инженерная графика : практикум по выполнению кинематических схем : [учебно-методическое пособие для студентов вузов по тех-

ническим специальностям] / А. Ю. Лешкевич [и др.] ; под ред. П. В. Зеленого. – Минск : БНТУ, 2014. – 41 с.

Представлено 24.04.2023

УДК 378.14

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МУЛЬТИМЕДИЙНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ КАК ИНСТРУМЕНТ В ПОВЫШЕНИИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА**

**USE OF MULTIMEDIA TECHNOLOGIES AS A TOOL  
FOR IMPROVING THE EFFICIENCY  
OF THE EDUCATIONAL PROCESS**

**Тявловская Т. М.**, ст. преп.,

**Банад С. В.**, ст. преп.

Белорусский национальный технический университет,  
г. Минск, Республика Беларусь

T. Tyavlovskaya, Senior Lecturer, S. Banad, Senior Lecturer,  
Belarusian national technical University, Minsk, Belarus

*В статье анализируются о проблемы, с которыми сталкивается преподаватель при проведении практических занятий и подготовке студентов в процессе преподавания дисциплины «Инженерная графика».*

*The article analyzes the problems that the teacher faces when conducting practical classes and preparing students in the process of teaching the discipline "Engineering Graphics".*

**Ключевые слова:** образование, качество образования, мультимедийные средства, учебный процесс.

**Keywords:** education, quality of education, multimedia means, educational process.

### **ВВЕДЕНИЕ**

Одной из составляющих роста и развития экономики является наличие на производствах высококвалифицированных, технически