

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное агентство по образованию  
Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования  
«Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана»  
Факультет информатики и систем управления

# Дипломная работа «Морфологический подход к выбору конструктивных решений блоков микроэлектронной аппаратуры»

Студент гр. ИУ4-124 Волков Денис Юрьевич

Руководитель: Соловьев Владимир Анатольевич

Консультант: Резчикова Елена Викентьевна

# Цели и задачи

**Цель:** создание автоматизированного средства работы с морфологическим ящиком, вмещающим все существующие конструктивные решения блоков микроэлектронной аппаратуры, а также решения, которые могут быть разработаны в будущем.

## **Задачи:**

- сбор данных об особенностях блоков микроэлектронной аппаратуры;
- формирование перечня отличительных признаков блоков микроэлектронной аппаратуры;
- разработка и реализация структуры базы данных;
- разработка и реализация алгоритма создания дерева блоков микроэлектронной аппаратуры;
- создание интерфейса программы.

# Морфологический анализ

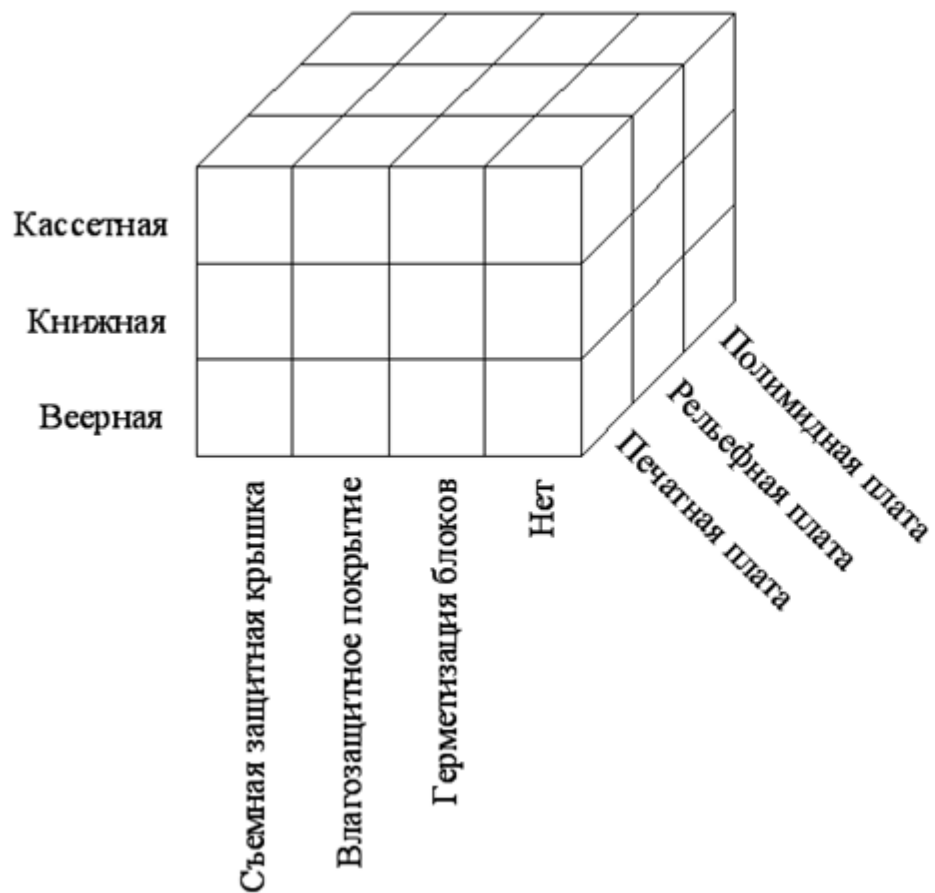
Свойство1: Значение11, Значение12, ..., Значение1K
Свойство2: Значение21, Значение22, ..., Значение2L
...
СвойствоN: ЗначениеN1, ЗначениеN2, ..., ЗначениеNM

Блок1	Блок2
Свойство1: Значение13	Свойство1: Значение12
Свойство2: Значение21	Свойство2: Значение25
...	...
СвойствоN: ЗначениеN4	СвойствоN: ЗначениеN1

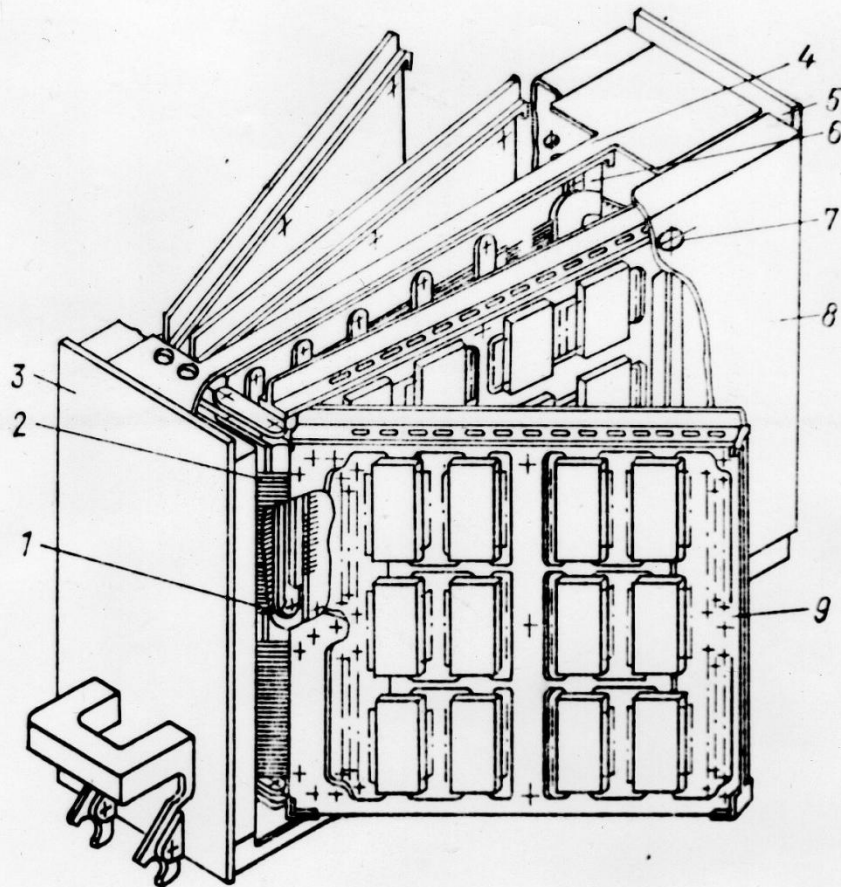
# Морфологический ящик

Конструкция блока	Кассетная	Коммутационная структура ячейки	Печатная плата
	Книжная		Рельефная плата
	Веерная		Полиимидная плата
Конструкция электромонтажа	Жесткий печатный монтаж	КТР, обеспечивающее защиту от климатических воздействий	Влагозащитное покрытие
	Монтаж объемным проводом		Герметизация блока
	Монтаж гибким печатным проводом		Съемная защитная крышка
Конструктивное решение фиксации ячеек	Винт	КТР, обеспечивающее защиту от механических воздействий	Нет
	Упругая направляющая		Амортизация
	Подпружиненная направляющая		Демпфирование
	Клиновидная направляющая	Жесткостные несущие конструкции	

# Морфологический ящик



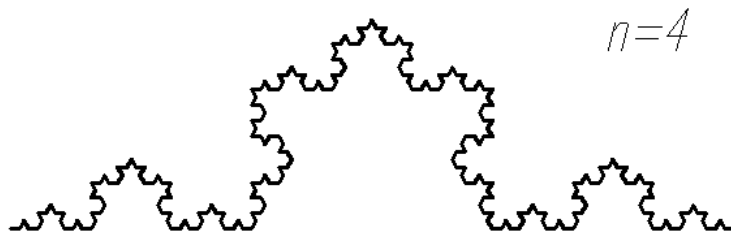
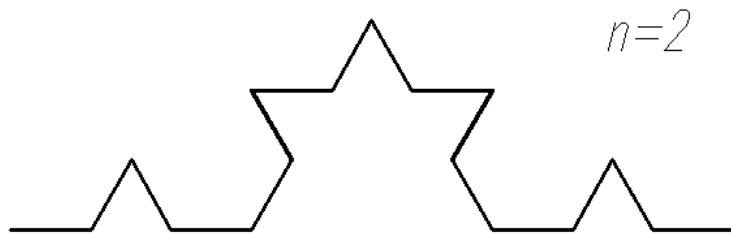
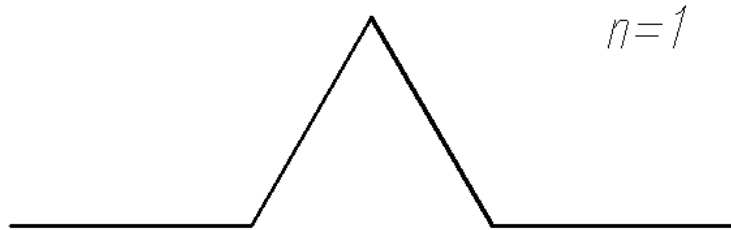
# Ячейка морфологического ящика



## Блок книжной конструкции

- 1 – колодка соединителя
- 2 – кабель гибкий печатный
- 3 – панель передняя
- 4 – рама средняя
- 5 – панель задняя
- 6 – плата объединительная
- 7 – винт стяжной
- 8 – стенка боковая
- 9 – модуль

# Фрактальный анализ

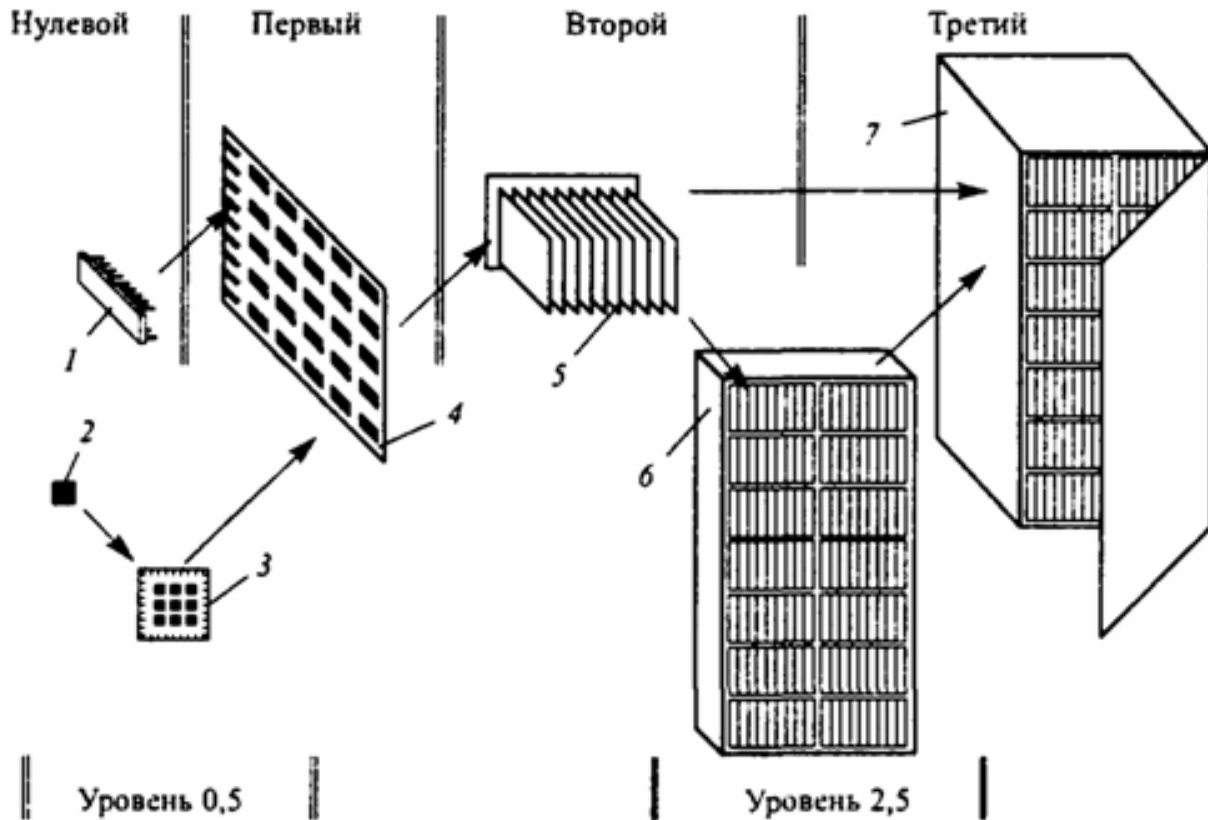


**Фрактал** —  
самоподобное  
множество нецелой  
размерности.

**Пример:**

Каждый отрезок  
ломаной  
заменяется на саму  
ломаную — **кривая  
Коха.**

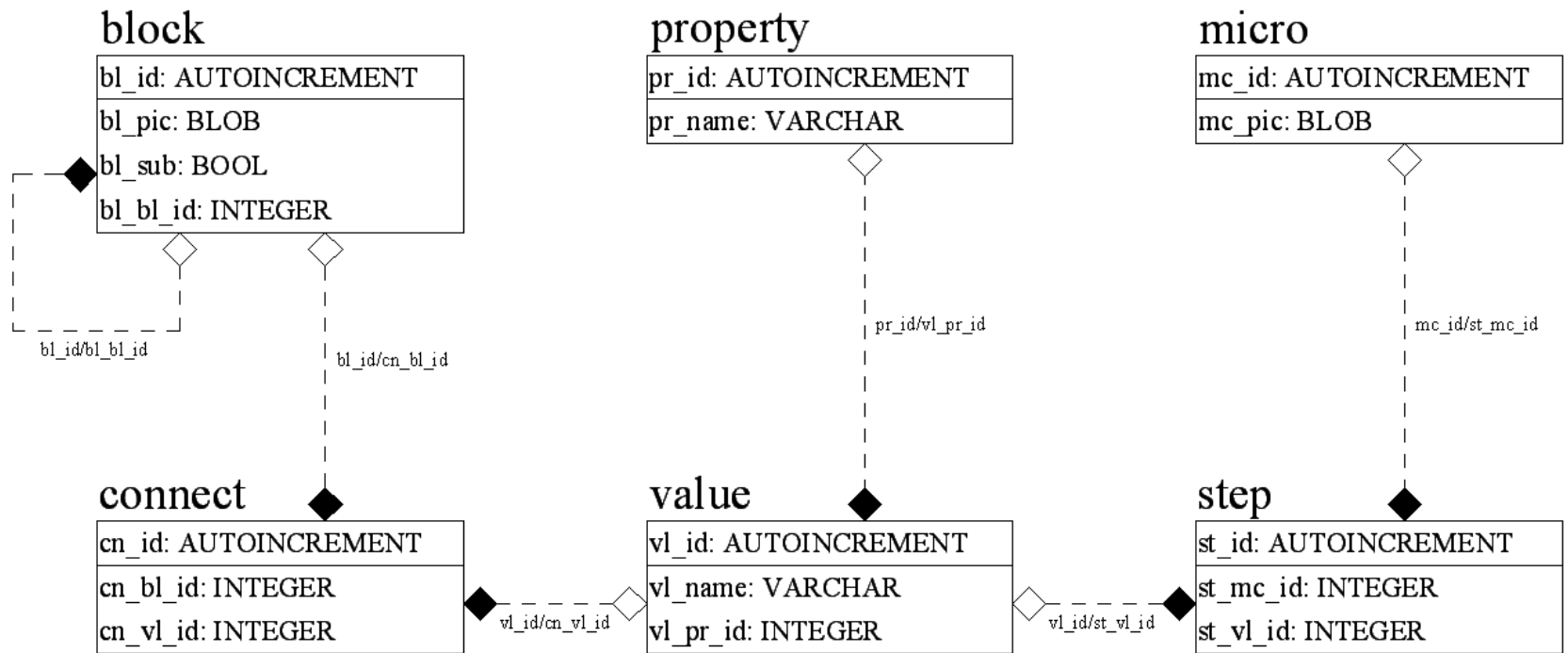
# Фрактальный анализ



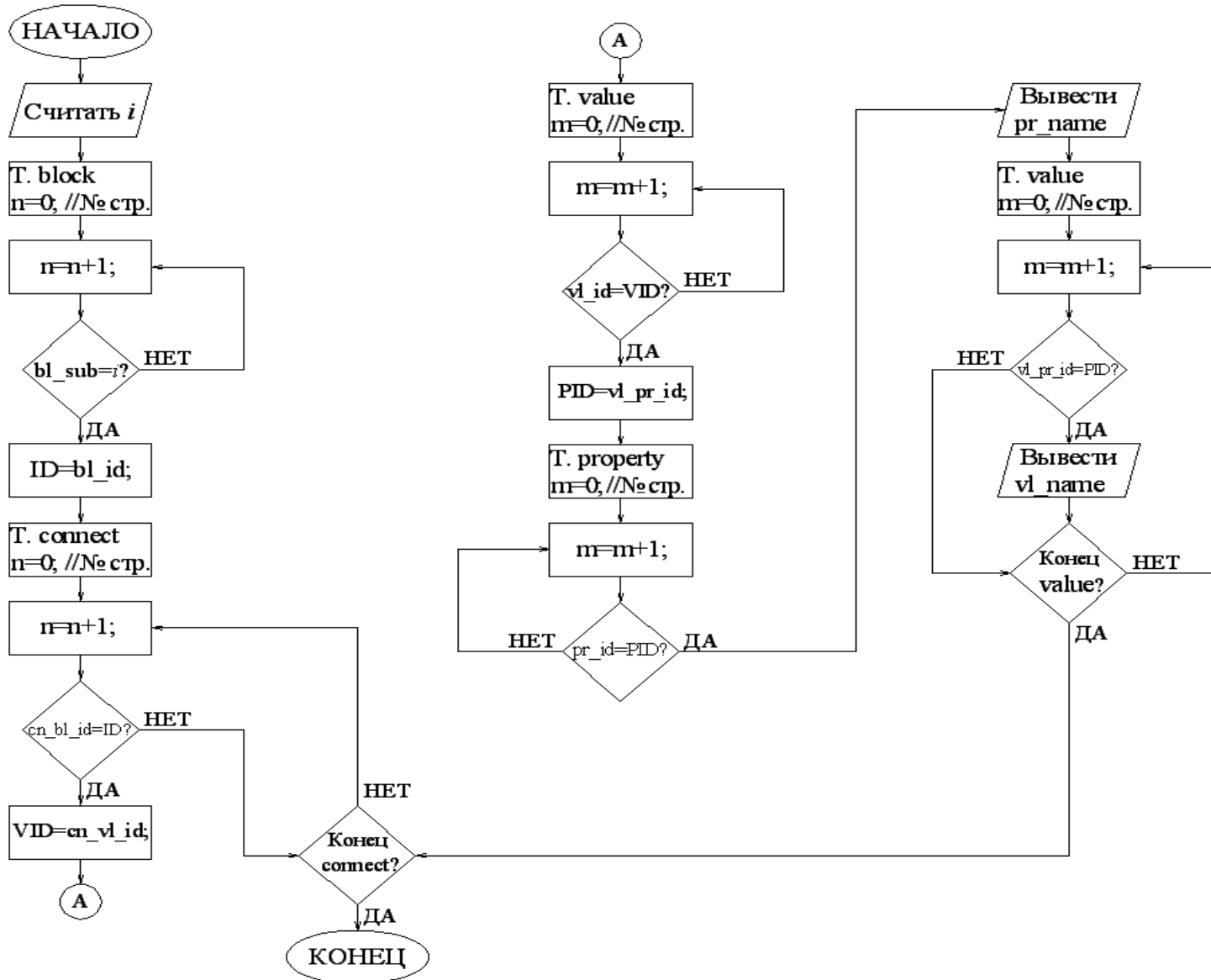
- 1 – микросхема
- 2 – бескорпусная микросхема
- 3 – микросборка
- 4 – типовой элемент замены, ячейка
- 5 – блок
- 6 – рама
- 7 – стойка



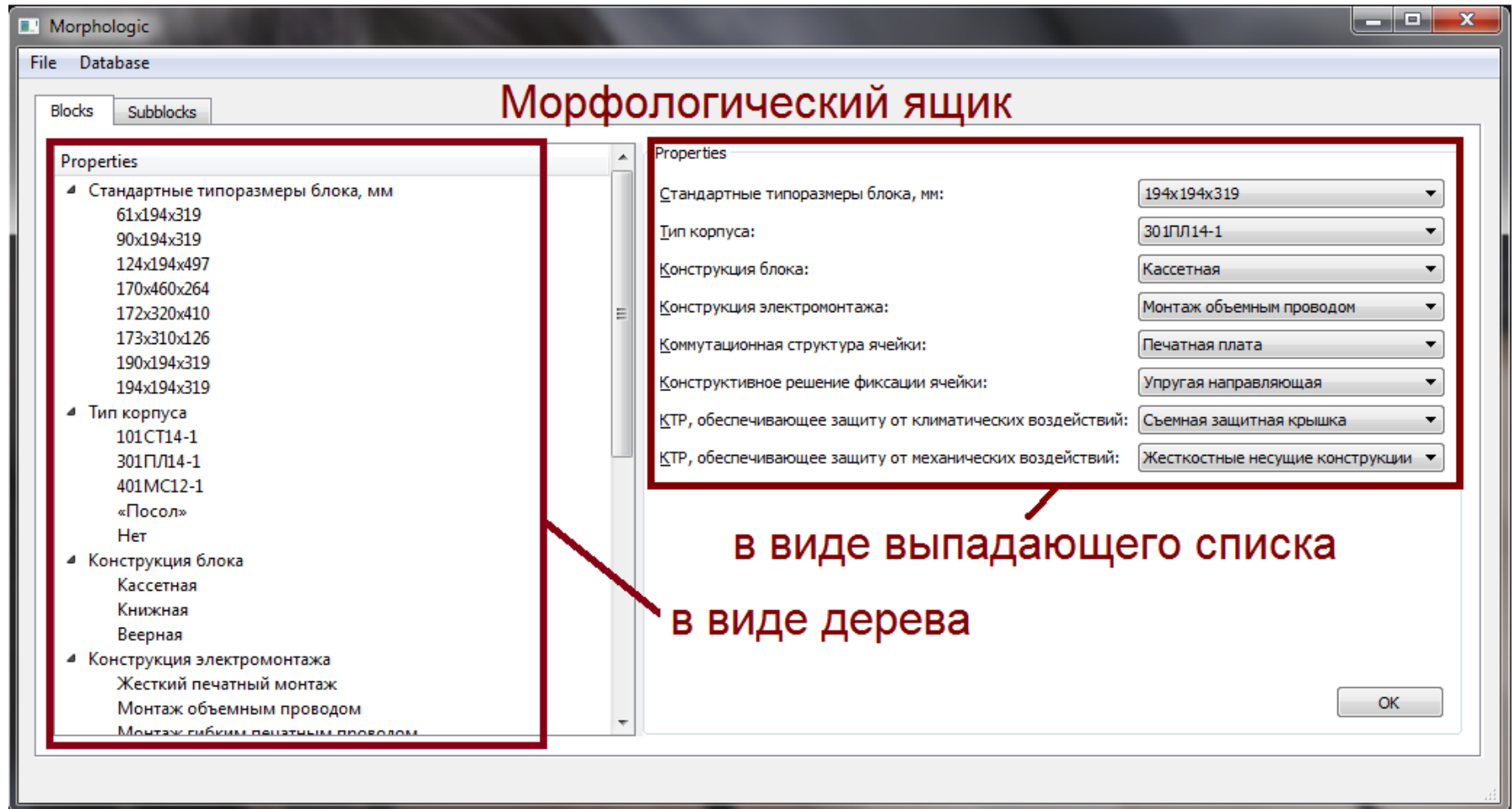
# Физическая информационная модель базы данных



# Алгоритм формирования дерева

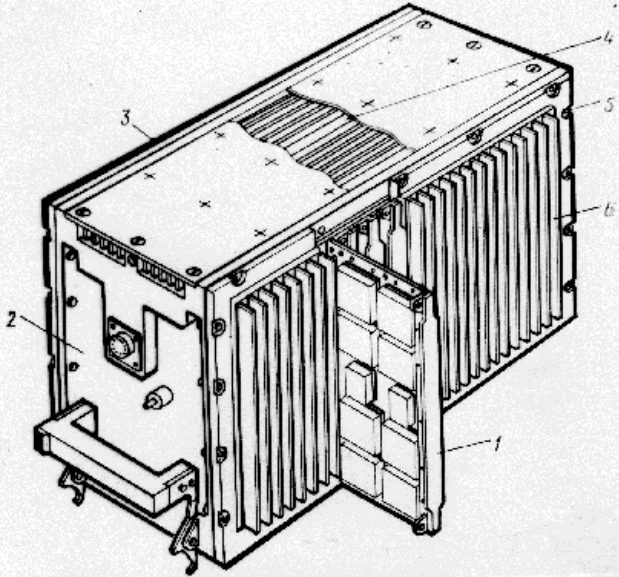


# Интерфейс программы для работы с морфологическим ящиком



# Результат поиска

Morphologic



1 - ячейка; 2 - корпус; 3 - боковая крышка; 4 - средняя стенка;  
5 - болт крепления; 6 - ребристый теплоотвод

Стандартные типоразмеры блока, мм : 194x194x319  
Тип корпуса : 301П/14-1  
Конструкция блока : Кассетная  
Конструкция электро монтажа : Монтаж объемным проводом  
Коммутационная структура ячейки : Печатная плата  
Конструктивное решение фиксации ячейки : Упругая направляющая  
КТР, обеспечивающее защиту от климатических воздействий : Съемная защитная крышка  
КТР, обеспечивающее защиту от механических воздействий : Жесткие несущие конструкции

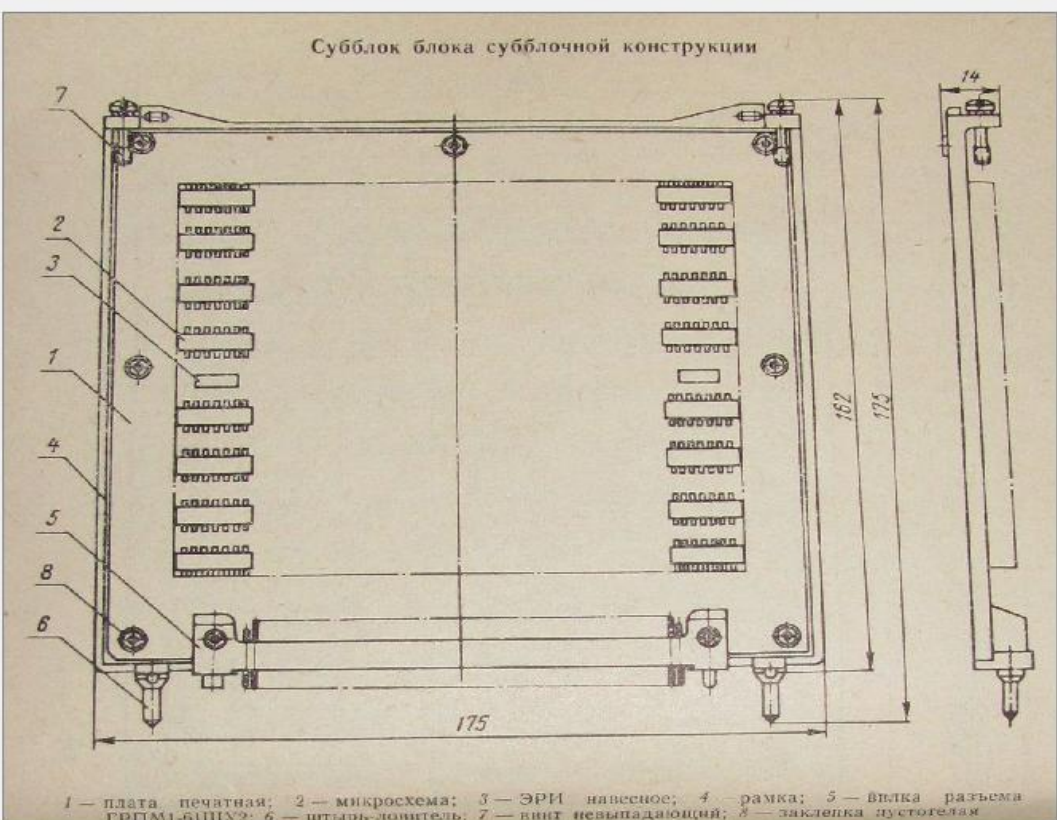
Просмотр субблоков

Sublocks OK

# Окно отображения субблока

Morphologic

Субблок блока субблочной конструкции



Стандартные типоразмеры субблока, мм : 14x175x162  
Максимальное количество микросхем в субблоке : 48  
Шаг установки микросхем, мм : 15,0x27,5

1 — плата печатная; 2 — микросхема; 3 — ЭРИ навесное; 4 — рамка; 5 — вилка разъема ГРПМ1-6ШУ2; 6 — шпатель-домкрат; 7 — винт невыпадающий; 8 — заклепка пустотелая

Просмотр микросхем

Circuits OK

Detailed description: The image shows a software window titled 'Morphologic' displaying a technical drawing of a sub-block assembly. The drawing is a top-down view of a rectangular frame (4) containing two columns of microchips (2) mounted on a printed circuit board (1). Various components are labeled with numbers 1 through 8. Dimensions are provided: 175 mm for the width, 162 mm for the height of the main assembly, and 14 mm for the height of the side rail. A legend at the bottom explains the numbered parts. To the right of the drawing, text specifies standard dimensions (14x175x162 mm), a maximum of 48 microchips, and a mounting pitch of 15.0x27.5 mm. A red arrow points from the text 'Просмотр микросхем' to a button labeled 'Circuits' in the bottom right corner of the window.

# Окно отображения микросхемы

Morphologic

Подрезка выводов микросхемы в корпусе «Тропа»

мм

S	1,0	1,5	2,0
h	3,4	3,9	4,4

\* Размеры для справок.  
Предельные отклонения расстояния между лобами соседними выводами  $\pm 0,2$  мм.

S — толщина печатной платы.

Previous Next OK

Morphologic

Формовка выводов микросхем в корпусах 401MCS-1 и 401MCS-2 на размер  $7,5 \times 7,5$  мм

мм

S	1,0	1,5	2,0
h	5,4	115,9	6,4

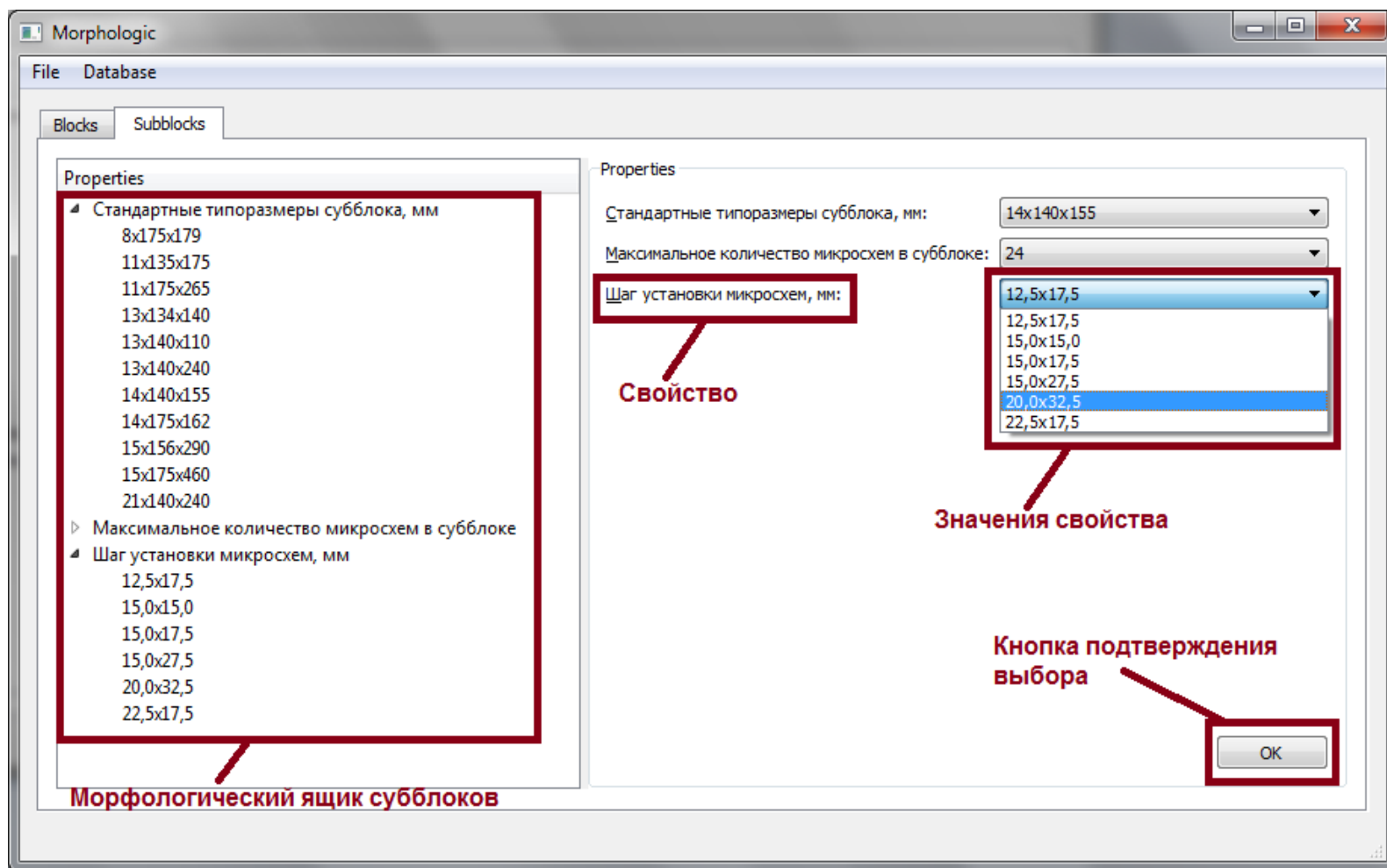
\* Размеры для справок.  
Предельные отклонения расстояния между лобами соседними выводами  $\pm 0,2$  мм.

S — толщина печатной платы.

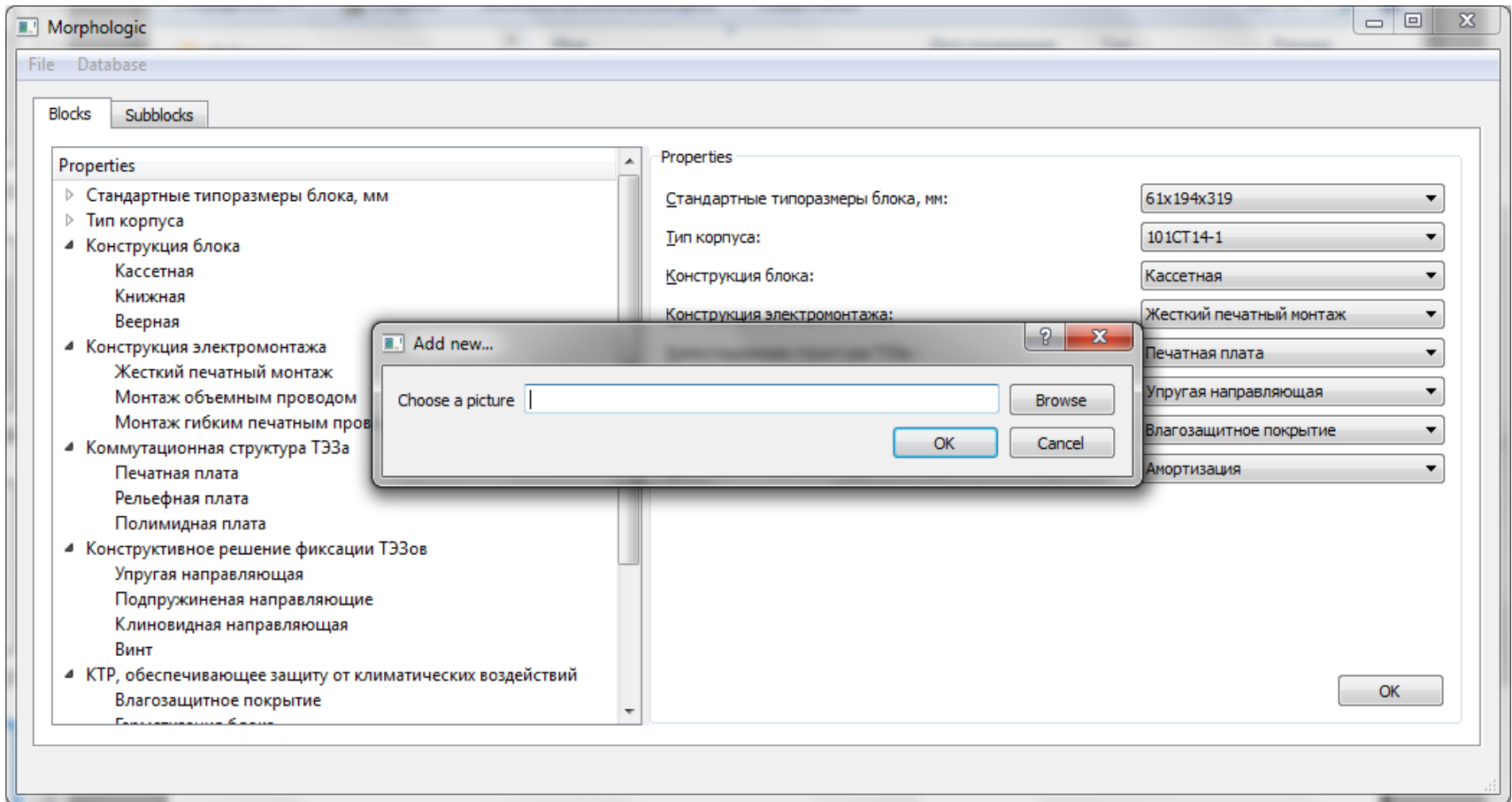
Previous Next OK



# Организация поиска субблока



# Добавление новой ячейки морфологического ящика





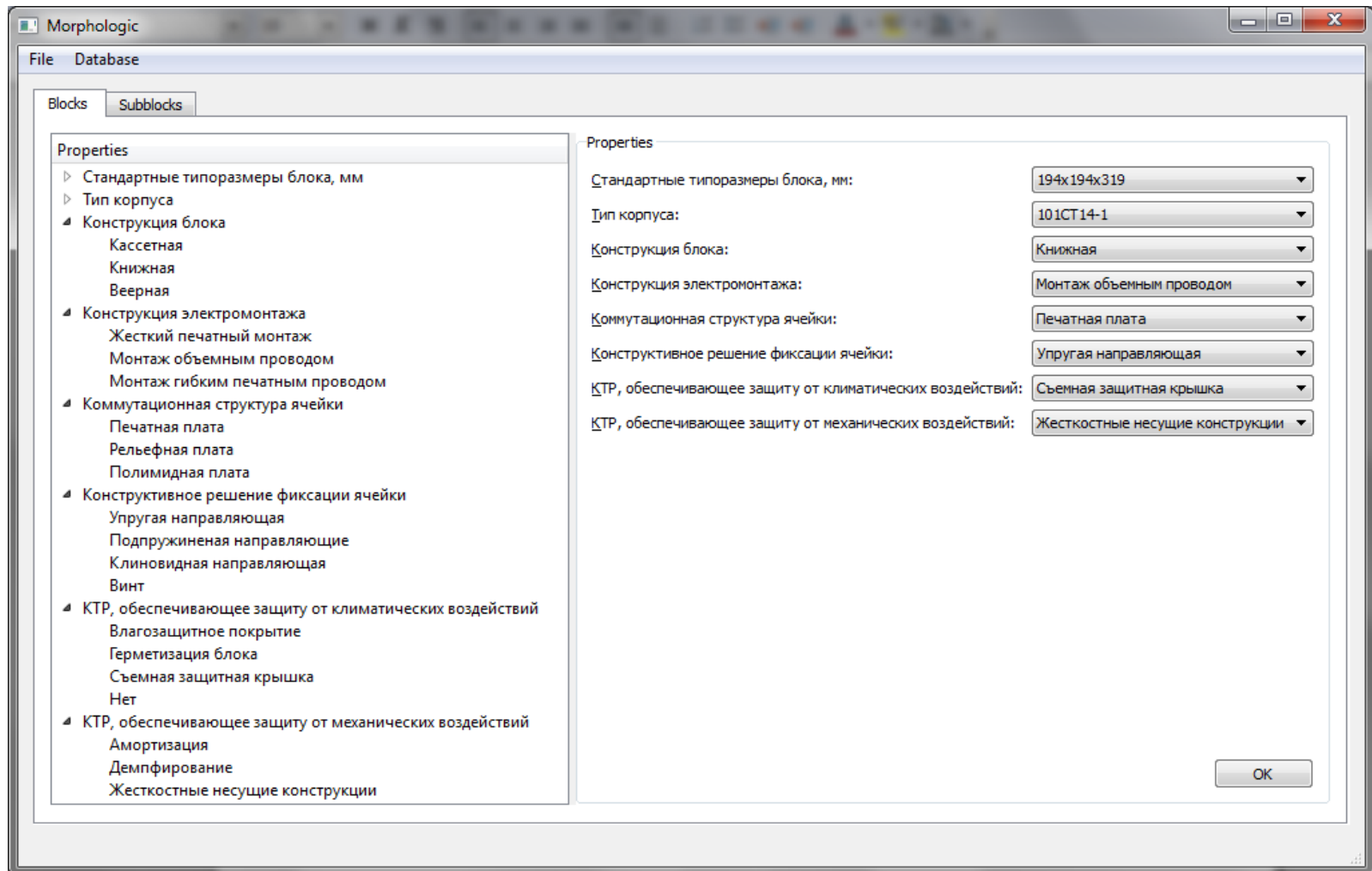
# Пример работы с программой

## Постановка задачи

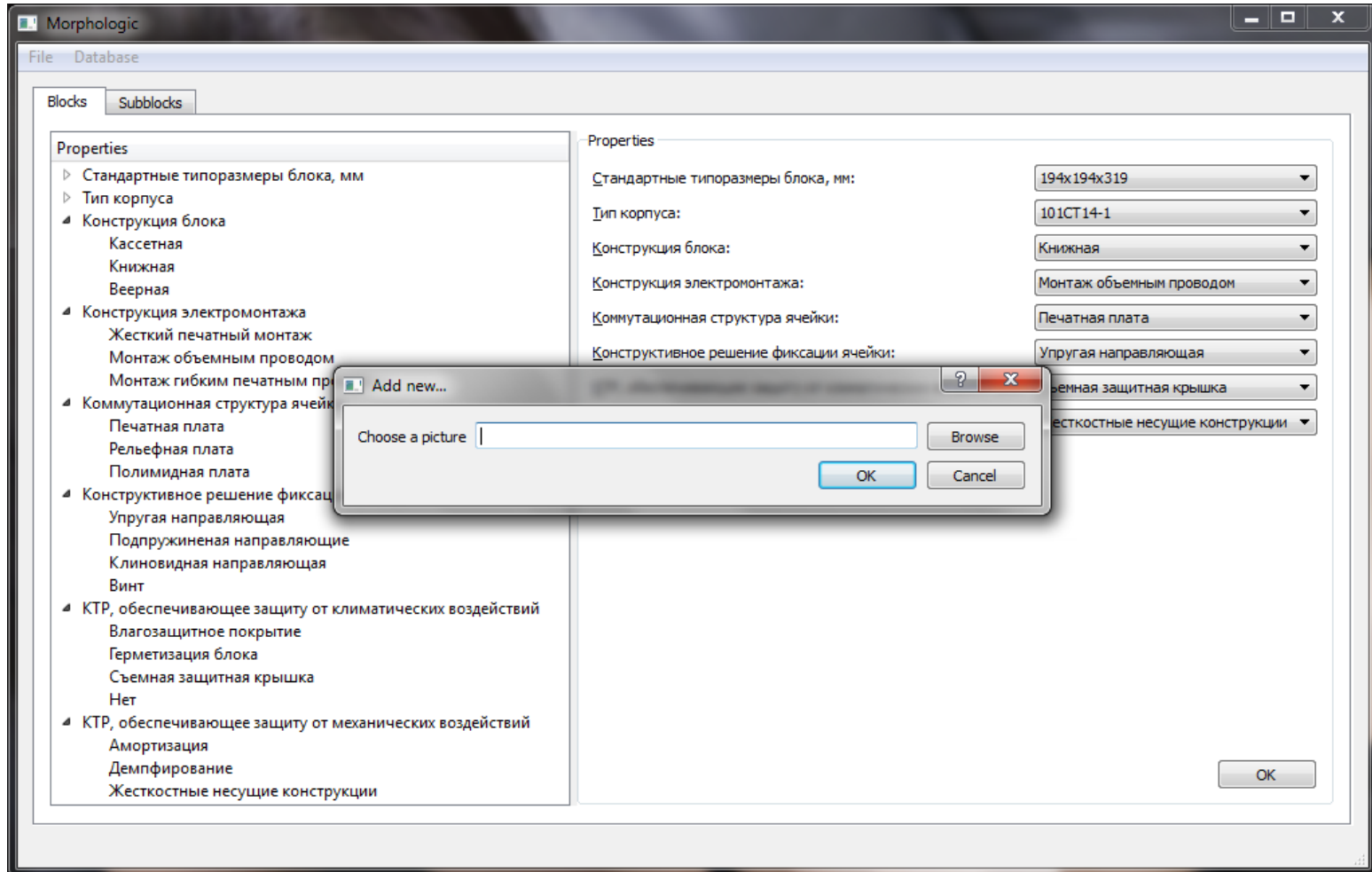
Найти блок, конструкция которого:

- обеспечивает высокую плотность компоновки элементов;
- обеспечивает свободный доступ к микросхемам и монтажу во включенном состоянии;
- обеспечивает работу в широком диапазоне частот;
- не превышает габаритов 200x200x350 мм;
- имеет наиболее низкую массу.

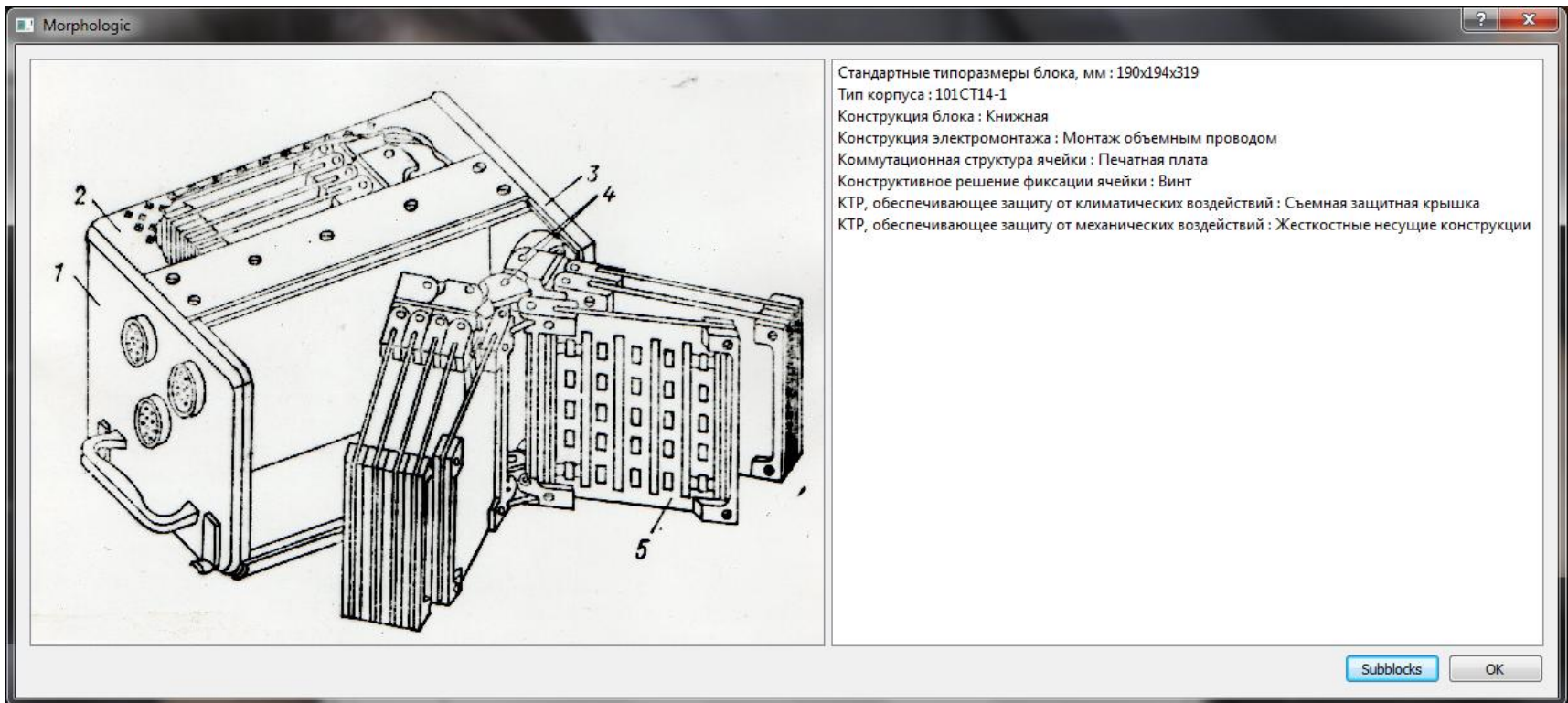
# Пример работы с программой Поиск подходящего варианта



# Пример работы с программой Пустая ячейка МЯ



# Пример работы с программой Найденное решение



# Выводы

- Метод морфологического анализа позволяет систематизировать существующие технические решения и генерировать новые;
- иерархическое дерево – одно из лучших средств визуализации морфологического ящика;
- фрактальный анализ позволяет реализовать идею модульности конструкций;
- разработанный алгоритм позволяет представить морфологический ящик в виде дерева;
- для каждой ячейки морфологического ящика реализован последовательный переход на более низкий уровень вплоть до уровня микросхем;
- создан удобный пользовательский интерфейс;
- разработка экономически обоснована.