



Мне кажется довольно забавным, что, вычисляя массу протона, мы привлекаем к этому что-то вроде  $10^{10}$  протонов и нейтронов, производящих триллионы операций в секунду и работающих месяцами. При этом самому протону достаточно для этого  $10^{-24}$  секунды.

Из нобелевской лекции Ф.А. Вильчека  
УФН, декабрь 2005 г.

## ПСИХОЛОГИ – СТРАННЫЕ ЛЮДИ

Стремятся давать объяснения оставаясь в рамках психологии. Плетут словесные кружева, заслоняющие реальность. Придумывают термины с не вполне ясным значением. Одним словом обозначают явления, имеющие принципиально разные механизмы. Андерсон вместо слова «запоминание» употребляет слово «кодирование».

Е.В. БОБРОВА

Название не согласуется с аннотацией (не механизмы формирования картины мира, а локализация проявлений функций).

Игнорируется существование субъекта.

Не было речи о памяти, которая является фундаментом высших функций мозга.

РАЗРАБОТКА СТРУКТУР  
АССОЦИАТИВНОЙ ПАМЯТИ  
НА ОСНОВЕ АНАЛИЗА АНАЛОГИИ  
МЕЖДУ СВОЙСТВАМИ ГОЛОГРАММ  
И СВОЙСТВАМИ СЛЕДОВ ПАМЯТИ В МОЗГУ  
(Память для систем искусственного интеллекта)

В.Ф. Соломатин

к.т.н., н.с. лаб. физиологии ВНД

Институт физиологии им. И.П. Павлова РАН

[salam-vik@ya.ru](mailto:salam-vik@ya.ru)

<http://www.salam-vik.narod.ru>

## ДВА ПОДХОДА

НЕЙРОБИОНИКА ВЗВЕШИВАЮЩИХ СУММАТОРОВ  
НЕЙРОБИОНИКА ПРИНЦИПОВ

ПРИНЦИПЫ ОРГАНИЗАЦИИ ПАМЯТИ:  
АССОЦИАТИВНОСТЬ  
РАСПРЕДЕЛЁННОСТЬ ЗАПИСИ

Следует различать ассоциативность памяти  
и ассоциативность записи.

Следует различать распределённость памяти  
и распределённость записи.

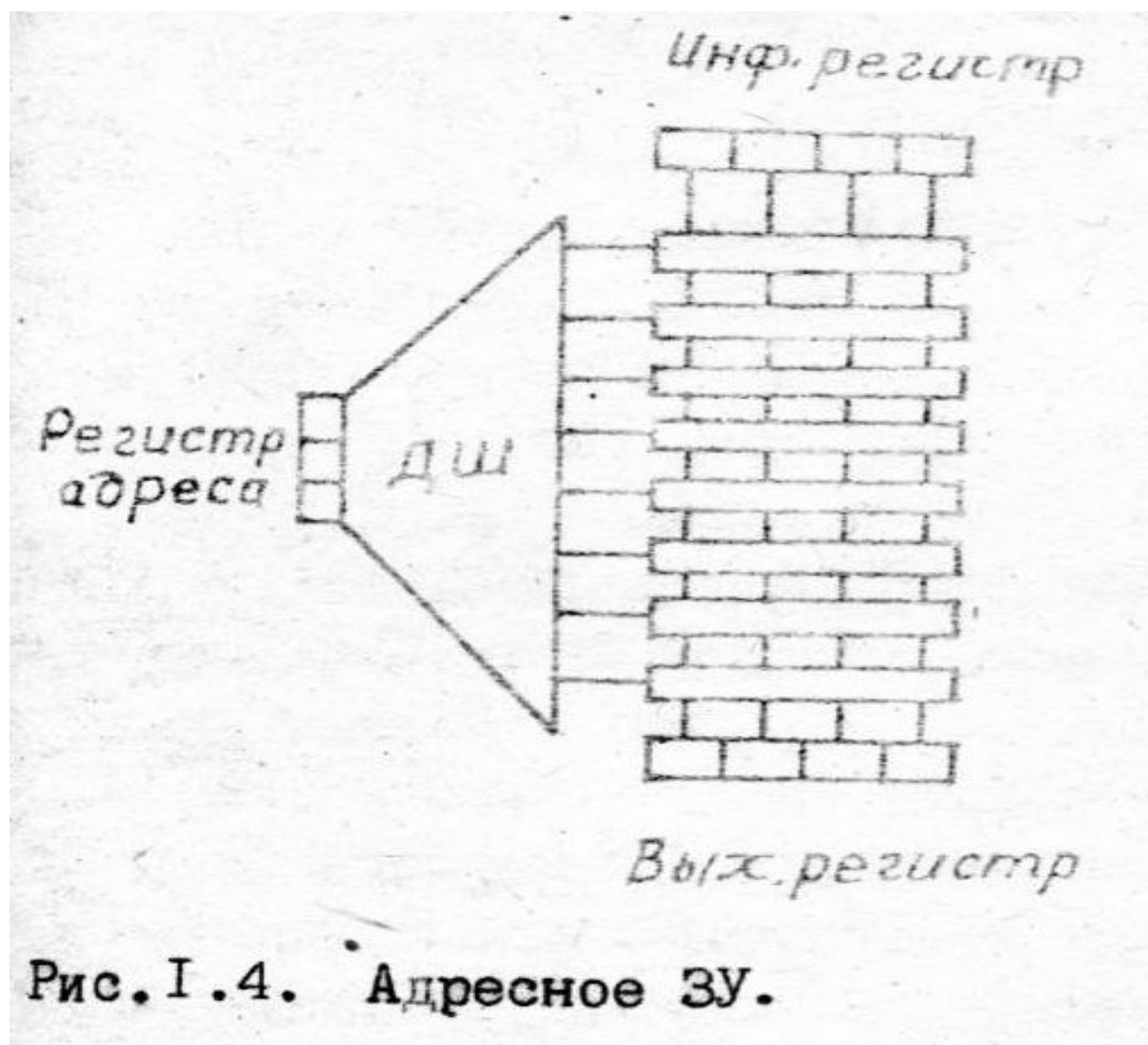


Рис. I.4. Адресное ЗУ.

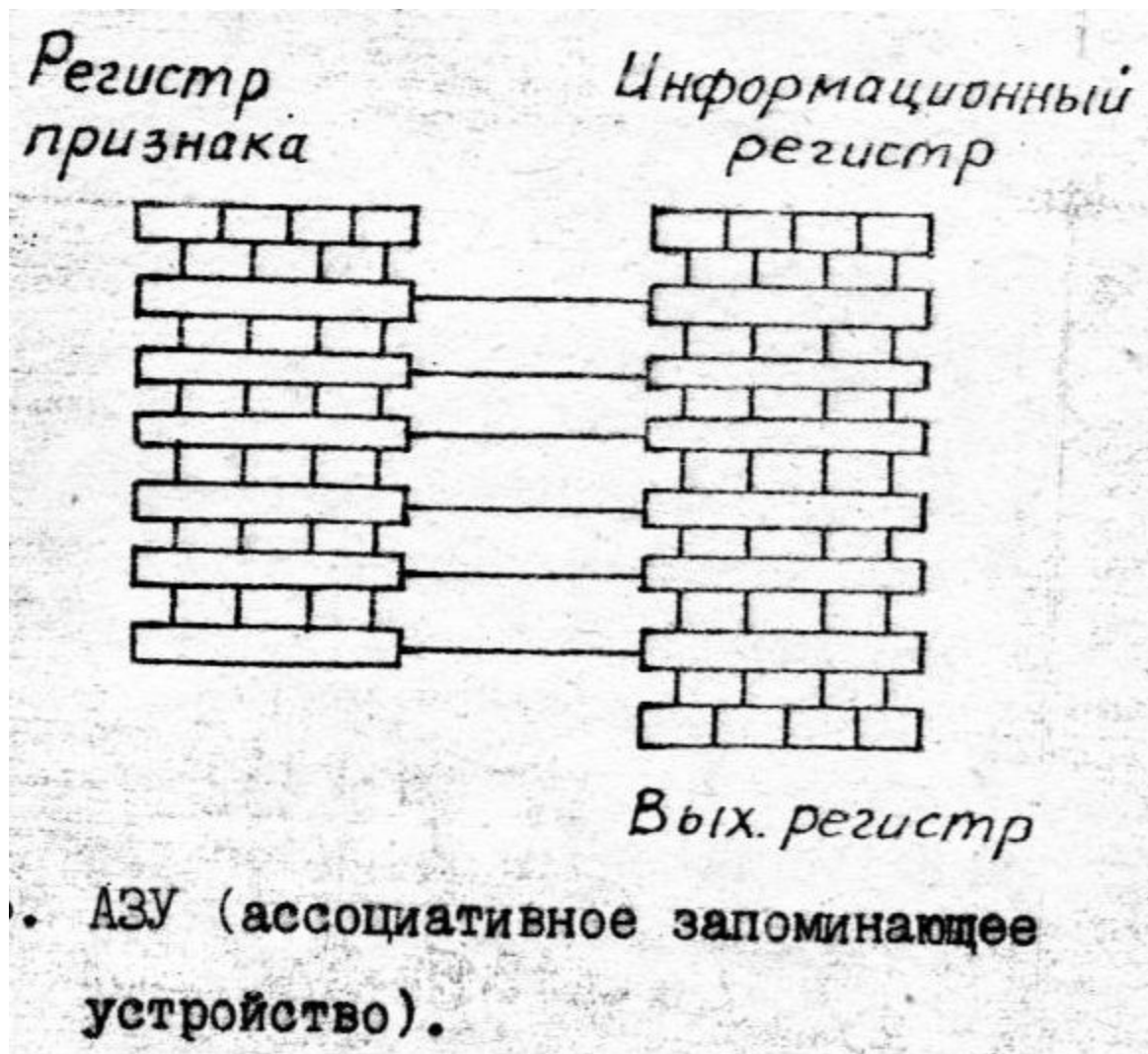
## Адресное ЗУ - ассоциативно

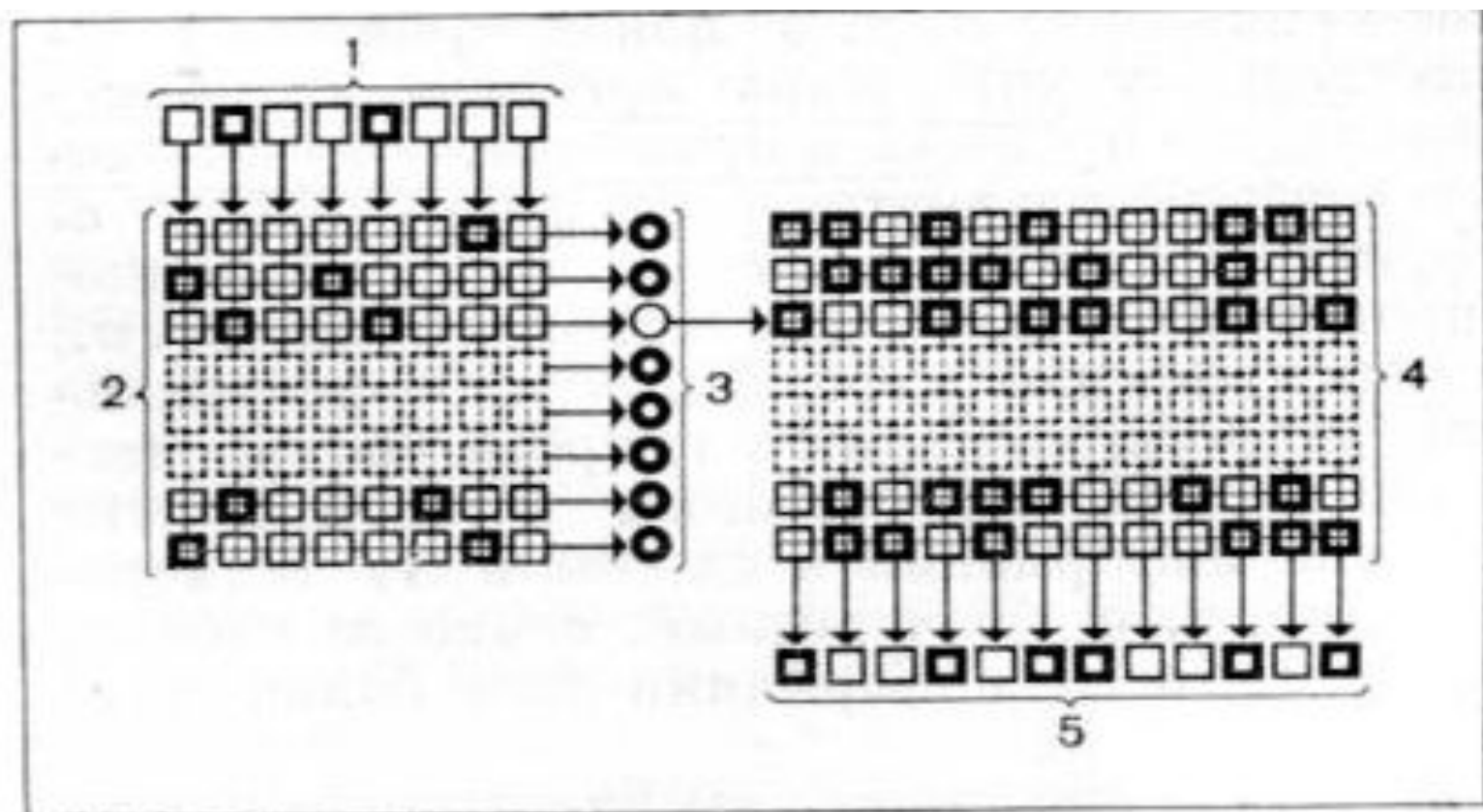
При длине адресного кода 10 байт количество выходов дешифратора превышает количество атомов водорода в одном кубометре при плотной их упаковке

## Недостатки адресных ЗУ

1. Невозможность использования длинных имён.
2. Необходимость распределения памяти, хранения и обработки таблиц распределения памяти.
3. Невозможность использования в качестве ассоциативной памяти.





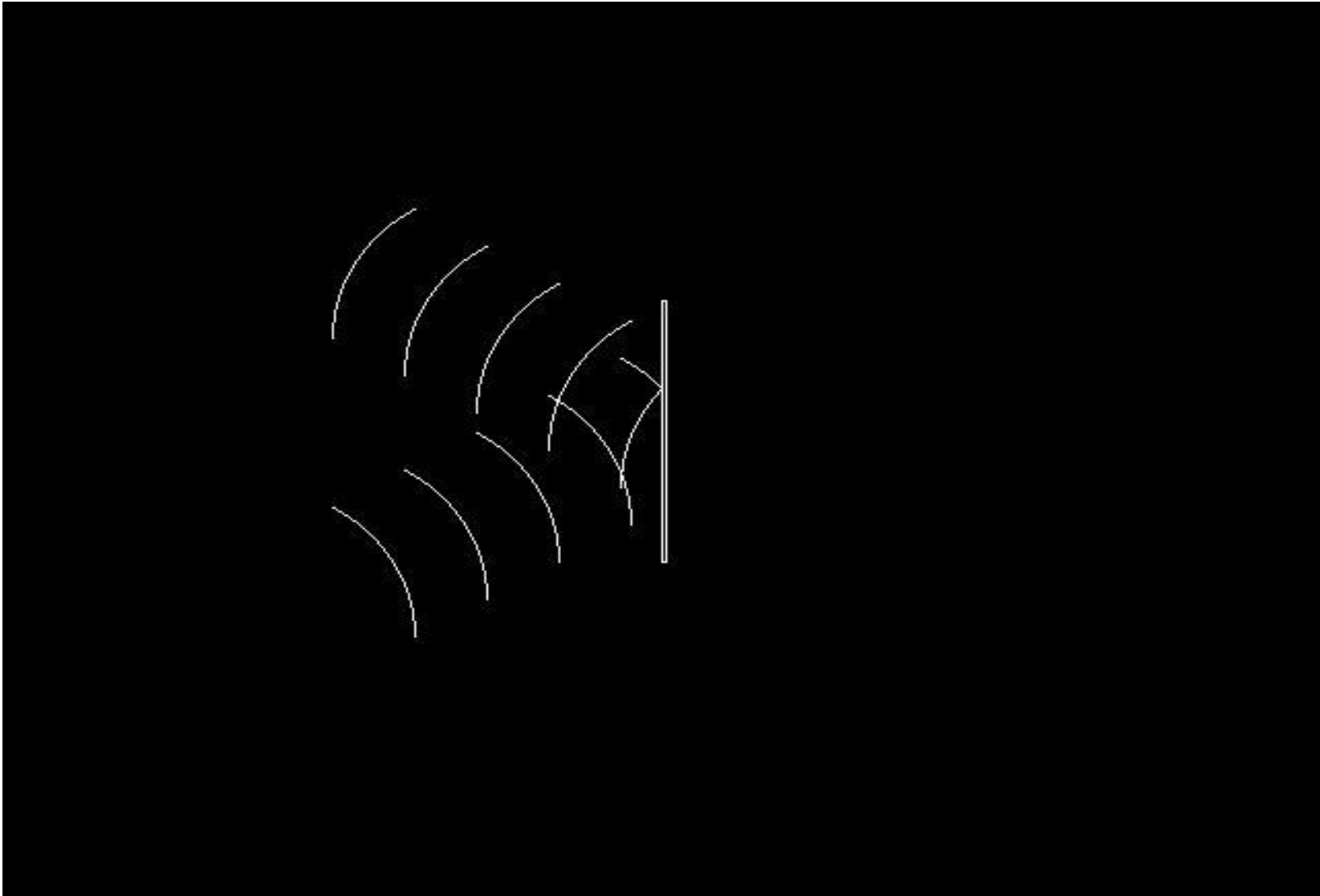


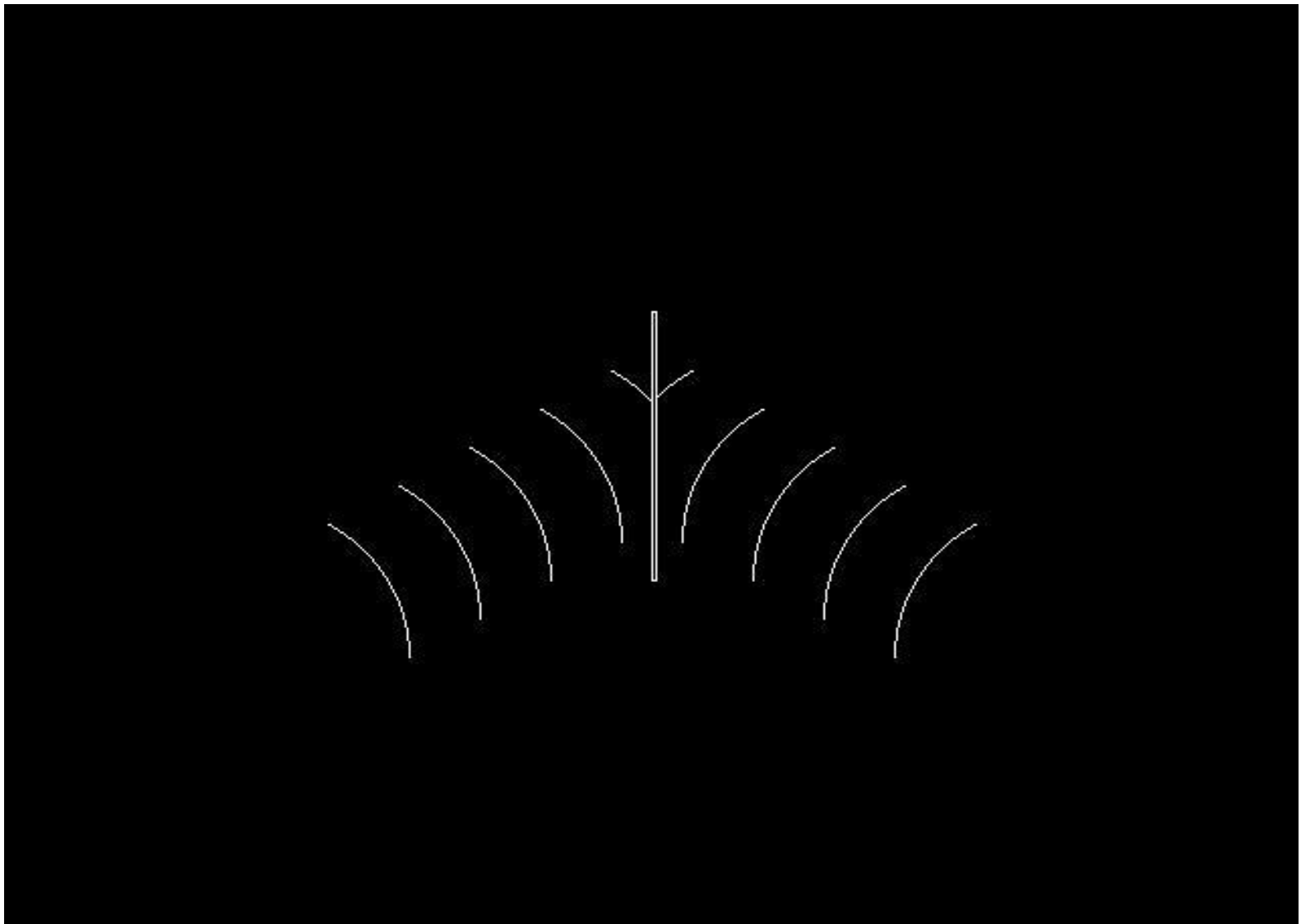
Упрощенная блок-схема ассоциативного запоминающего устройства: 1 — признак опроса; 2 — ассоциативные признаки слов; 3 — индикаторы совпадения; 4 — основная информация; 5 — выходы основной информации.

Ассоциативные ЗУ сложны, дороги, и поэтому применяются только для решения специфических задач.

Автору неизвестны нейросетевые модели оперативной ассоциативной памяти.

Существует аналогия между свойствами голограмм и свойствами следов памяти в мозгу.





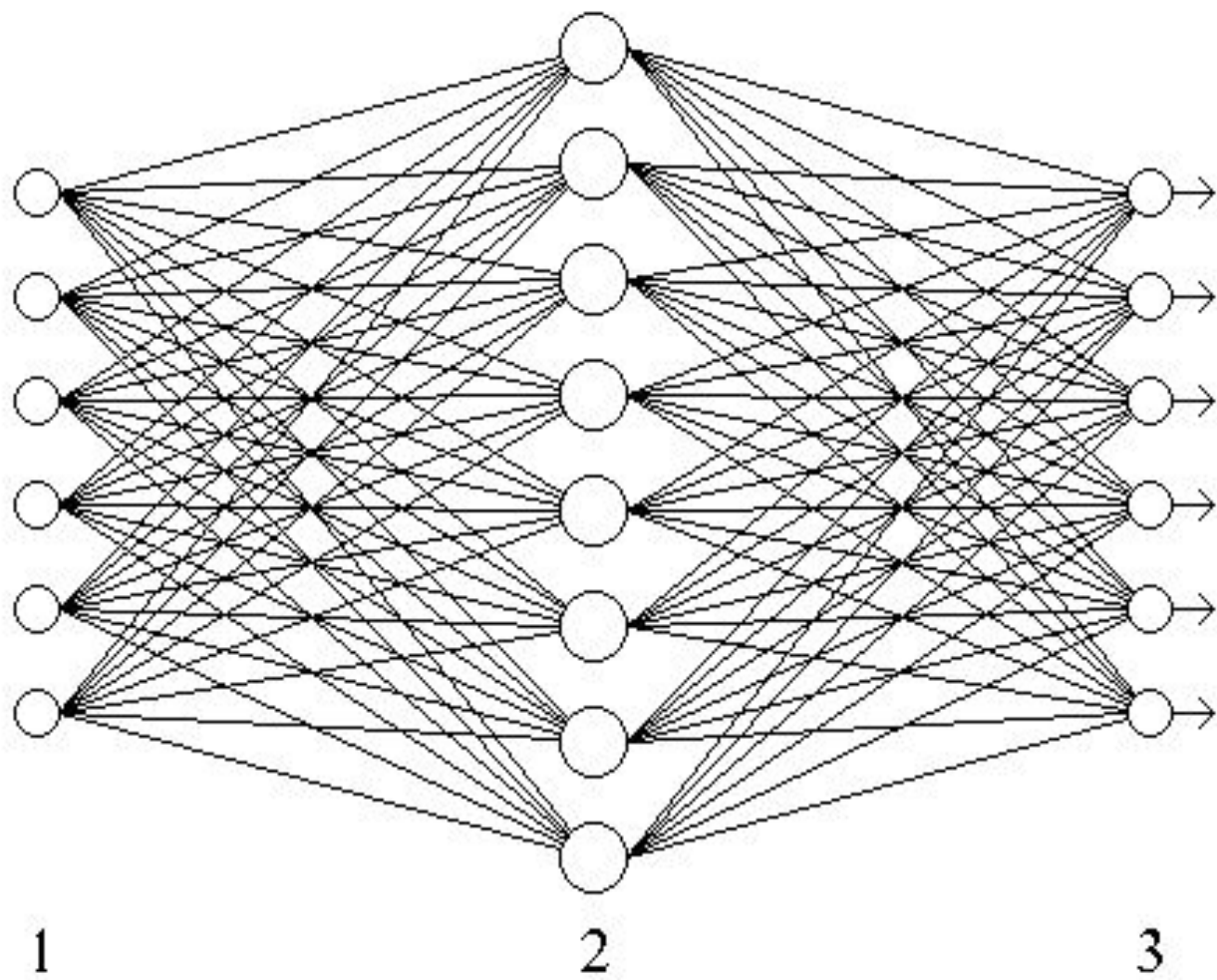
$$\Delta u_{2im} = -\frac{jk'}{2\pi} \cdot \frac{e^{jk'r_{im}}}{r_{im}} u_{1i} \Delta\sigma,$$

$$\Delta u_{2im} = u_{1i} V_{im},$$

$$u_{2m} = \sum_i u_{1i} V_{im}, \quad u_{3k} = \sum_m u_{2m} \mathbf{V}'_{mk},$$

$$q = q_0 - \alpha |u + f|^2 = q_0 - \alpha (|u|^2 + |f|^2 + fu^* + f^*u)$$

$$u' = q_0 f - \alpha f |u|^2 - \alpha f |f|^2 - \alpha f^2 u^* - \alpha |f|^2 u$$





$$a'_{2m} = \sum_{i=1}^I a_{1i} v_{im} \quad a_{2m} = a'_{2m} q_m$$

$$a_{3k} = \sum_{m=1}^M a_{2m} v'_{mk}$$

$$q_m = q_0 + \alpha (a_{2m} + b_{2m})^2$$

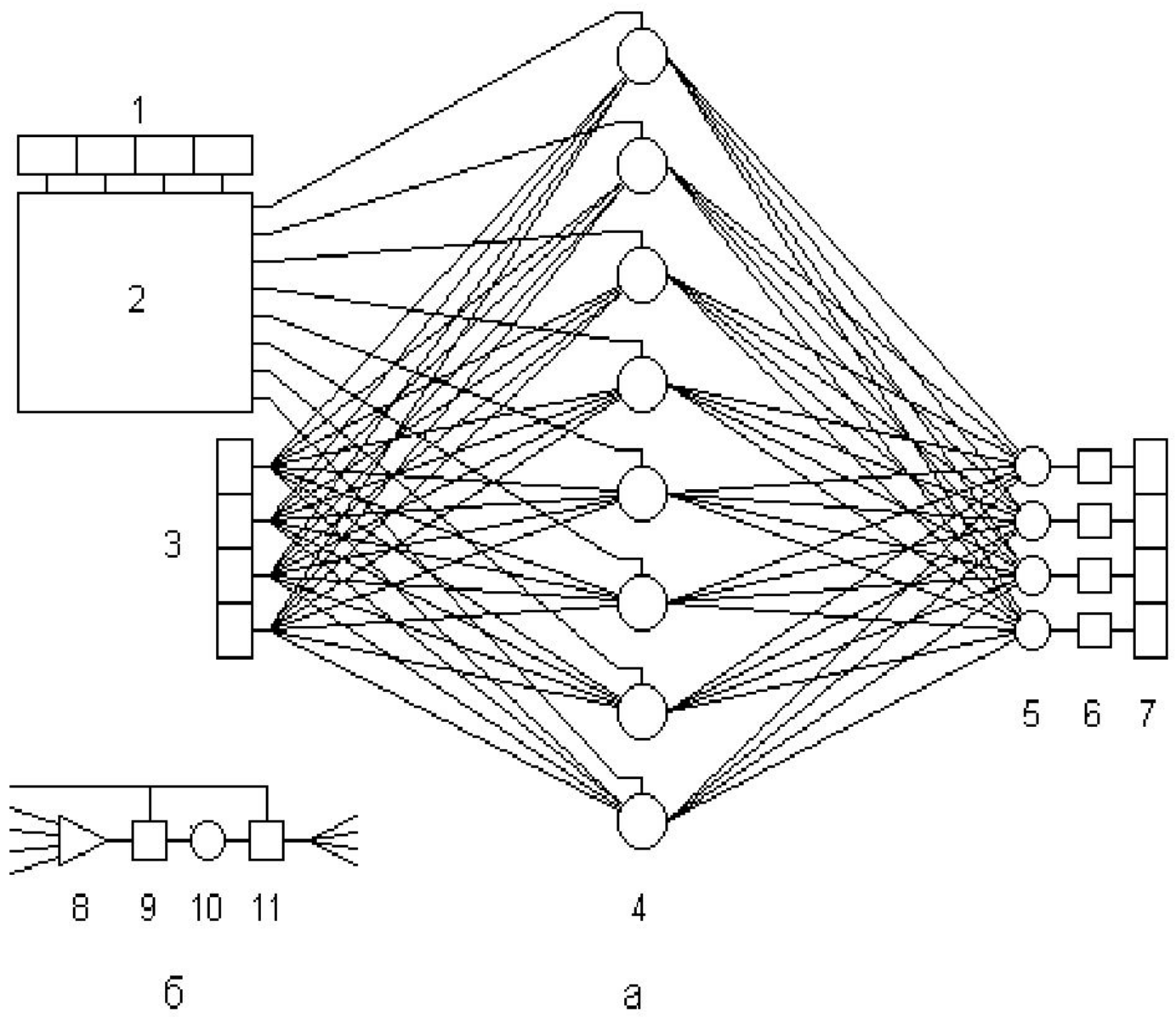
$$a_{2m} q_m = a_{2m} (q_0 + \alpha (a_{2m}^2 + b_{2m}^2)) + 2\alpha a_{2m}^2 b_{2m}$$

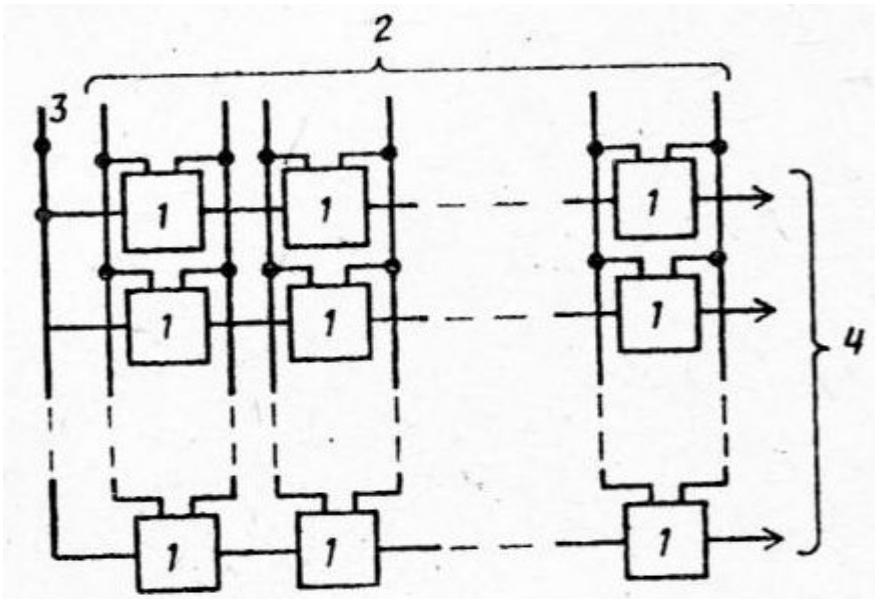
$$M[c_{2m} a_{2m} b_{2m}] = \left( \sum_i c_{1i} a_{1i} \right) b_{2m}$$

И в голографии, и в нейросетевой модели, возможна суперпозиционная запись (запись разных ассоциаций с наложением в одних и тех же запоминающих элементах).

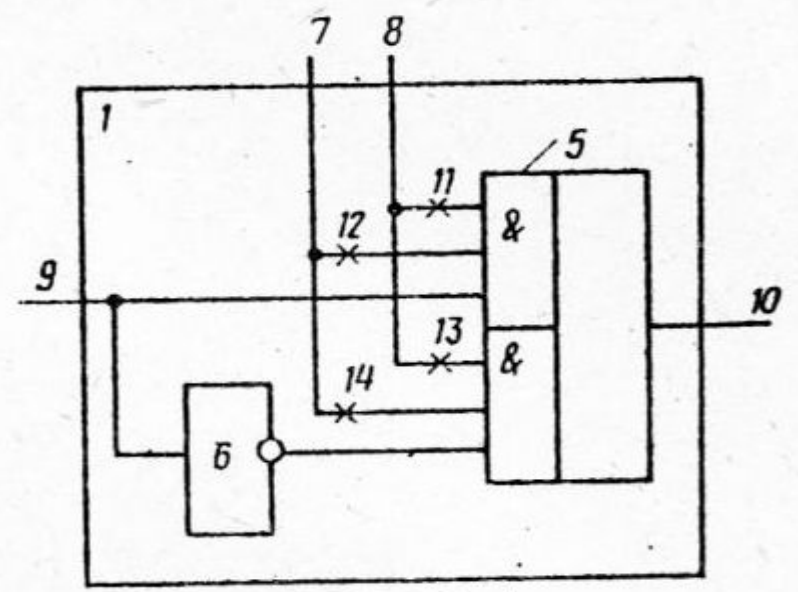
# Недостатки НС модели

1. Наличие постоянной составляющей.
2. Присутствие членов, создающих случайные помехи.
3. Большое число перекрывающихся связей.
- 4. Присутствие неслучайных помех от записей других ассоциаций.**





Фиг. 1



Фиг. 2

# Достоинства КЗУ

1. Снимается проблема распределения памяти.
2. Снимается проблема преобразования буквенно-символьных обозначений объектов (или признаков) в адреса.
3. Отсутствует явление фрагментации памяти.
4. Возможен обмен ёмкости на достоверность.

5. Автоматически адаптируются к длине кодов.
6. При возникновении локальных дефектов не возникают ограничения на используемые адреса.
7. Элементарно решается проблема использования несколькими программами общего ЗУ.
8. Допускают одновременную запись по нескольким каналам.

9. Допускают одновременное считывание по нескольким каналам.
10. В системах с общей памятью не требуют использования коммутаторов.
11. Устойчивы по отношению к отказам отдельных ЗЭ.
12. Устойчивы по отношению к помехам.
13. Допускают случайные отклонения параметров.
14. Могут быть использованы вместо адресного ЗУ без переделки матобеспечения.



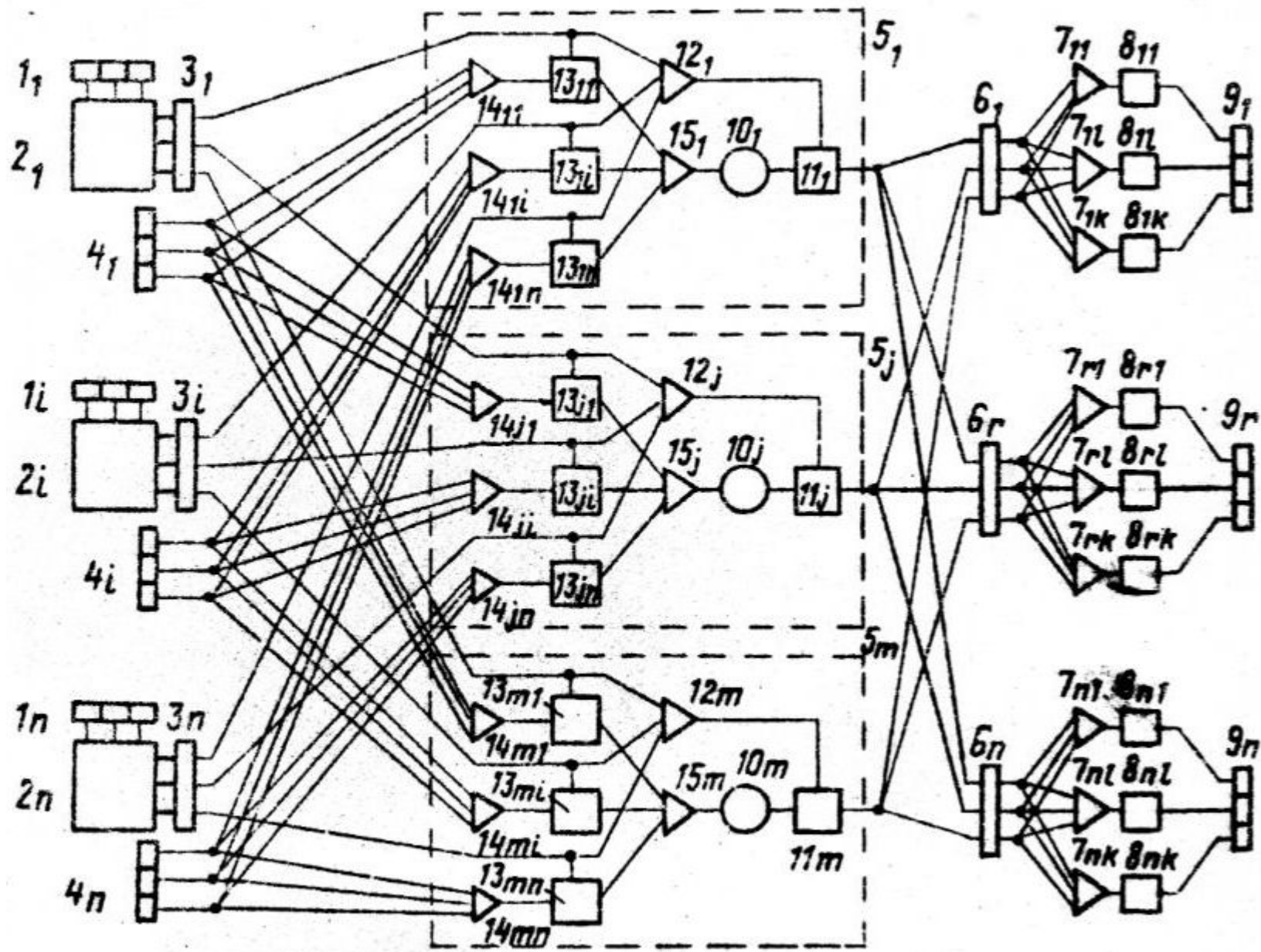
# Недостатки КЗУ

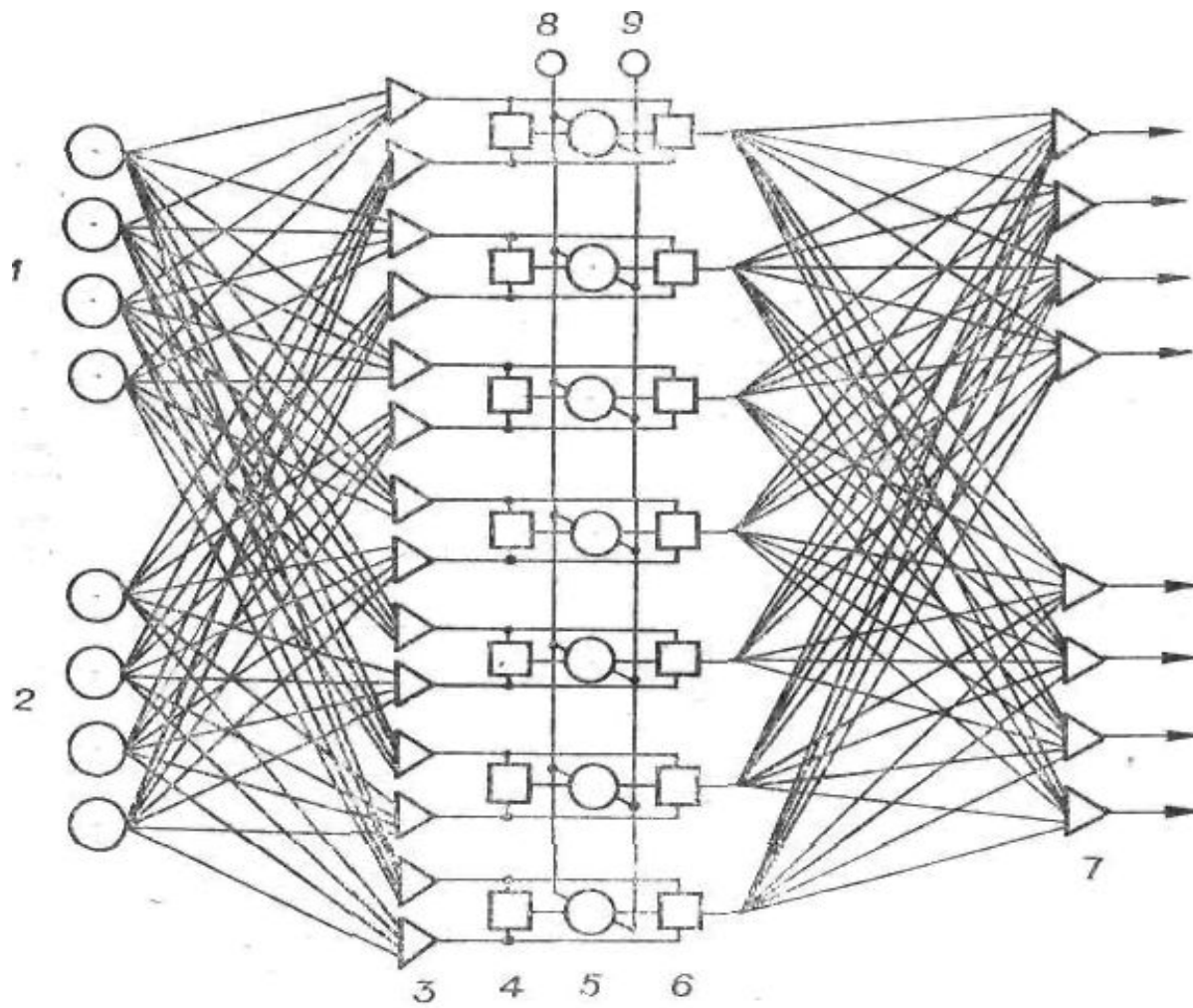
1. Большая избыточность по числу ЗЭ.
2. Существуют помехи внутреннего происхождения. Вероятность ошибки в исправном ЗУ отлична от нуля.
3. Необходимо использование аналоговых или многоуровневых ЗЭ.
4. Велико число перекрывающихся связей.
5. Существует эффект информационного старения.

## **6. Ассоциативная связь в КЗУ несимметрична.**

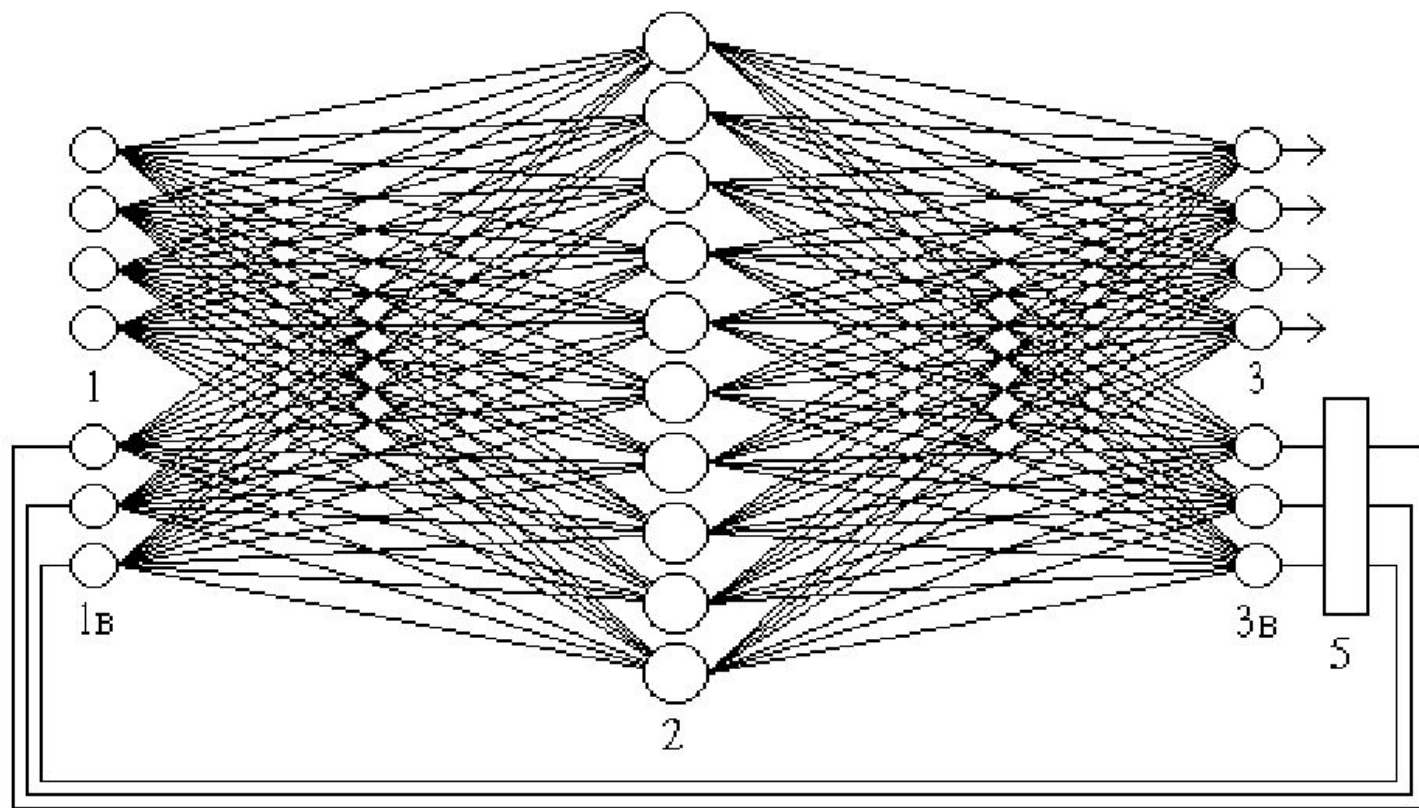
Возможно устранение некоторых недостатков КЗУ, что может сопровождаться ограничением их функциональных возможностей.

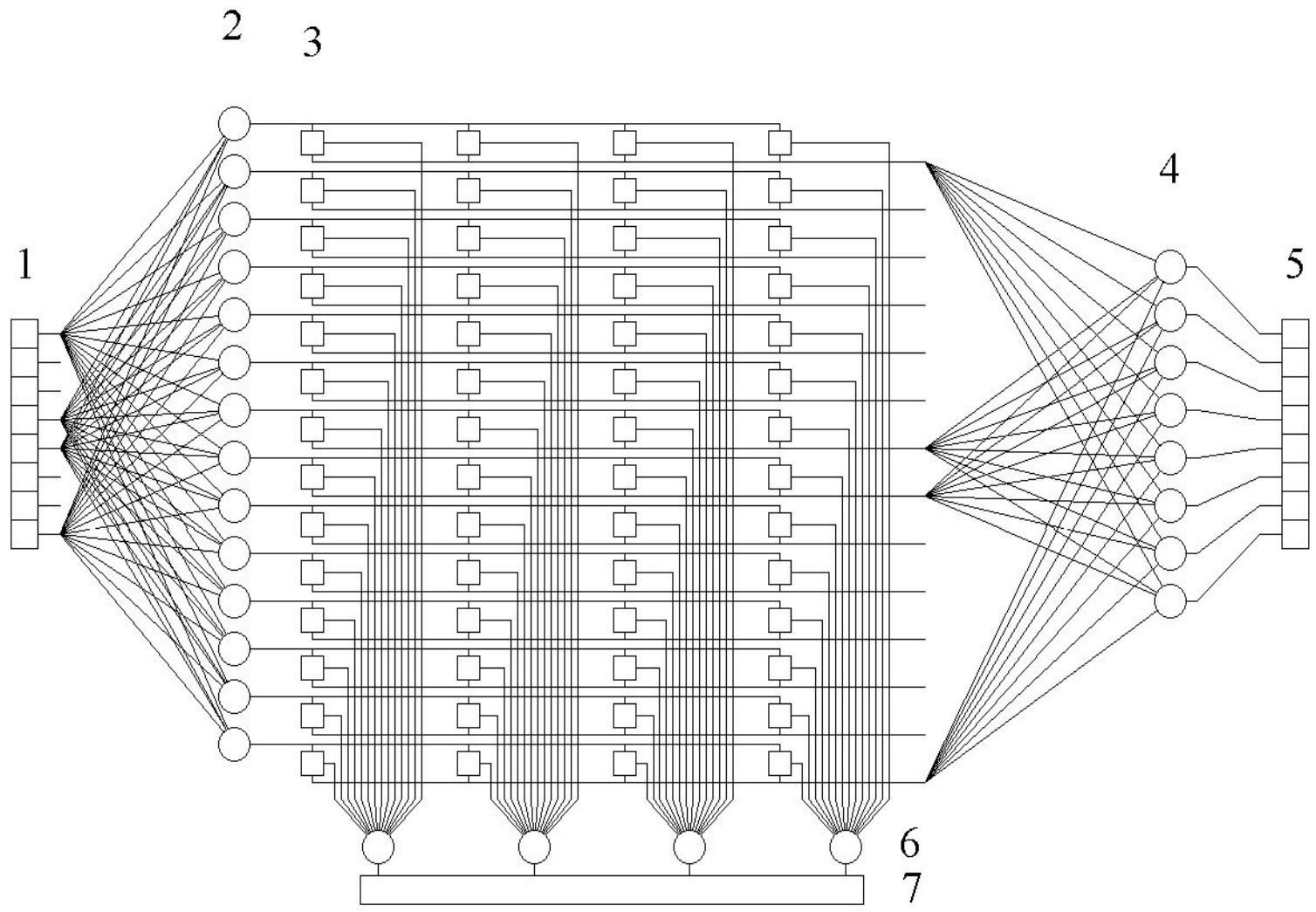
Низкие требования к элементам позволяют уменьшать их размеры.





*Рис. 1.*





Это аппаратная поддержка систем искусственного интеллекта.

Описанные модели и структуры – частный случай применения псевдослучайных функций.

«Знакопеременные псевдослучайные функции как инструмент нейробионики»

Опознавание сложных информационных объектов на основе представления их композициями знакопеременных псевдослучайных функций.

(Символьные строки, слова, фрагменты текстов, графы, семантические сети, штриховые и полутоновые изображения.)

(и программно)

Для опознания с учётом структуры достаточно выполнения одной машинной команды.