# 

#### Бодякин В.И.

Институт проблем управления РАН им. В.А. Трапезникова, Москва

E-mail: body@ipu.ru,

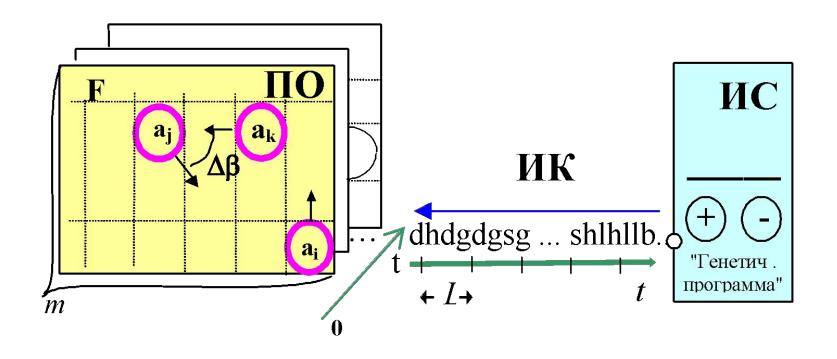
http://www.informograd.narod.ru,

служ.тел.:334-92-39

#### Комплекс:

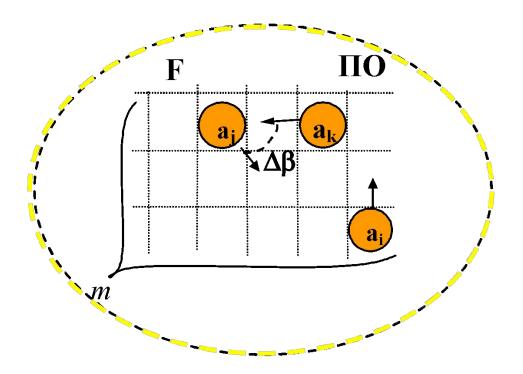
#### "Предметная область -

# Информационный канал — Информационная система"



#### Предметная область (ПО)

Любую физическую ПО можно рассматривать как некоторую дискретную пространственно-временную область с взаимодействующими объектами (a<sub>i</sub>, a<sub>j</sub>,). При попадании нескольких объектов, в одну и ту же ячейку (область взаимодействия), происходит процесс их взаимодействия.

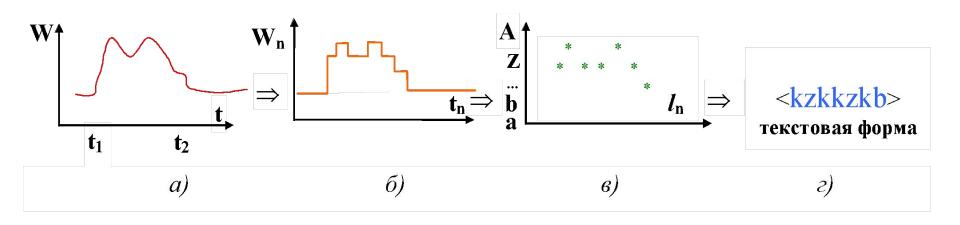




**Процесс взаимодействия** объектов осуществляется в течение нескольких тактов времени  $t_2$ - $t_1$ .

**Результат взаимодействия** объектов выражается в изменении величины одного или нескольких параметров W, характеризующих их взаимодействие.

Любой W(t) может быть преобразован в текстовую форму.



многомерный физический процесс <-> текстовая форма

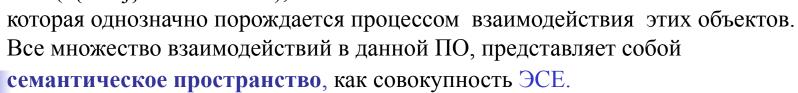
**Энергетика физического процесса** – это некоторый **инвариант**, характеризующий потенциальную глубину причинно-следственного распространения данного физического процесса

- Предположим, что скорости распространения разнообразных физических процессов различны.
- Мы будем рассматривать только такие ПО, в которых существуют малоэнергетические сопутствующие процессы с большими скоростями распространения, относительно основного физического процесса.

# Будем предполагать, что в любой ПО выполняются:

- принцип причинности (инвариантность во времени и в пространстве), т.е. если  $si \rightarrow sj$ , то процесс si всегда вызывает sj;
- принцип глобальной дискретности (гладкости) процессов взаимодействия, т.е. если  $si (<zzjbaabj>) \sim sk (<zzjbab>), и <math>si \rightarrow sj$ , то и, скорее всего,  $sk \rightarrow sj$ ;
- принцип субъектности, т.е. каждый процесс ПО (si) имеет оценку полезности
  - т.е. каждыи процесс IIO (si) имеет оценку полезности для ИС.

При взаимодействии объектов (например,  $\{ai*aj\}$ ), в соответствии с  $F(\Pi O)$ , порождается ЭCE - элементарная семантическая единица  $\{s\{ai*aj\} = < cade...b>\}$ ,

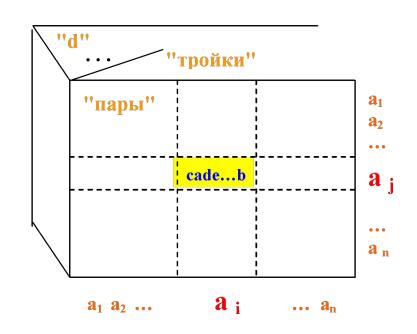


В качестве примеров ЭСЕ различных ПО можно привести:

взаимодействие элементарных частиц – <ababew>;

<Привет Петров, как дела? Нормально!>
— взаимодействие объектов
макроуровневых ПО;

образование двойной звезды из двух астрообъектов – <zzjbaabj> (на гигауровне).

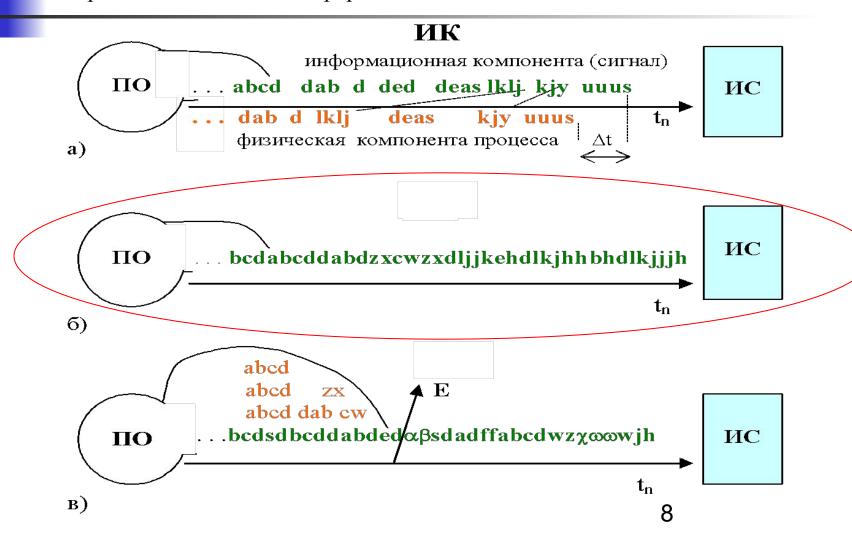


ЭСЕ, порождаемые в ПО, суперпозиционно "сливаются" в непрерывный информационный поток.

#### Информационный канал (ИК).

В ИК происходит процесс формирования информационного ресурса и его транспортировка к ИС.

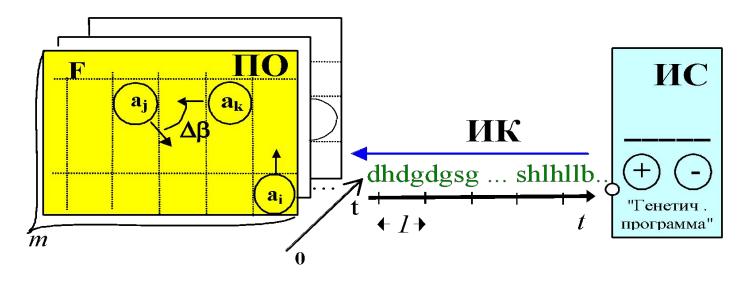
Частота взаимодействия объектов в ПО определяет плотность информационного потока в ИК.



## В рамках рассматриваемого комплекса:



- 1. Воспринимать текстовую форму
- 2. Хранить информацию
- 3. Преобразовывать (качественно) информацию
- 4. Оценивать информацию
- 5. Выдавать информацию (текстовую форму)





# Демонстрационный пример



Энергетика каждого прогнозируемого символа равна 1E+, Время обработки символа — один такт, Энергетические затраты на обработку одного образа в ИС равна 1E-. Необходимо построить словарь образов, полностью покрывающий ТФ. Каждые 12 тактов все образы потребляют на самообеспечение по 0,5E-

# Результаты эксперимента

#### Первая структуризация словаря ИС

Форма словаря: (наибольший размер образа один символ):

- <M><A><K><P><U><C><Л><E><H><Д><У><Б>,
- R(MC)=12R\*(0,5E-/R)=6E-,
- прогнозирование (T) = 0T(T.K. y образа только один символ),
- затраты энергии на распознавание = 12E-
- контролирование потенциальной энергии ТФ = 0E+.
- Итог: для односимвольного словаря = 18Е-.



#### Вторая структуризация словаря ИС

- a) Минимальная форма словаря: <MA><K><PИ><C><ЛЕ><H><ДУ><Б>:
- R(UC)=8R=4E-, прогнозирование = 0,5T (на образ),
- затраты энергии на распознавание = 8Е-, контролирование потенциальной энергии ТФ = 4Е+.
- *Итог а)* 4E- + (0,5T \* 8(образов на TФ=12) = 4E+) + 8E- = 8E-.
- б) Максимальная форма (без пересечения): <MA><KЛ><KP><KД><KM></E>...<БД>:
- R(MC) = 20R = 10E-, прогнозирование = 0,2T (на образ),
- затраты энергии на распознавание = 20E-,
- контролирование потенциальной энергии ТФ = 4E+.
- Итог б) 10E-+(0,2T\*20(образов на ТФ=12)=4E+)+20E-=26E-
- Итоговый лучший эволюционный потенциал = 8E-.



## Третья структуризация словаря

#### (наибольший размер образа в три символа).

- а) Минимальная форма словаря: <МАК><РИС><ЛЕН><ДУБ>:
- R(UC)=4R=2E-, прогнозирование = 2T (на образ),
- затраты энергии на распознавание = 4Е-,
- контролирование потенциальной энергии ТФ = 8E+.
- Итог а) 2E- + (2T \* 4(образов на  $T\Phi=12$ ) = 8E+) + 4E- = 2E+.
- б) Максимальная форма (без дублирования, т.е. без полного пересечения): <AKP><ИCP><ИCM><АКД> <УБЛ><ЕНД> ... <AKM>:
- R(ИС)= 36R=18E-,
- прогнозирование (Т) = 0Т (на образ),
- затраты энергии на распознавание = 36Е-,
- контролирование потенциальной энергии ТФ = 0E+.
- Итог б) = 54E-.
- Лучший итоговый эволюционный потенциал = 2E+ , 54E- ightarrow 2E+(!!).



#### Четвертая структуризация словаря

#### (наибольший размер образа в четыре символа)

- а) Минимальная форма словаря: <MAK><PИC><ЛЕН><ДУБ>:
- R(ИС)=4R=2E-, прогнозирование = 2T (на образ),
- затраты энергии на распознавание = 4Е-,
- контролирование потенциальной энергии ТФ = 8E+.
- Итог а) 2E- + (2T \* 4(образов на  $T\Phi=12$ ) = 8E+) + 4E- = 2E+.
- б) Максимальная форма (без дублирования): <AKPИ><ИСРИ><ИСМА> <AKДУ><УБЛЕ><ЕНДУ> ... <AKMA>: R(ИС)= 48R=24E-, прогнозирование (Т) = 0Т (на образ),
- затраты энергии на распознавание = 48Е-,
- контролирование потенциальной энергии ТФ = 0E+.
- Итог б) = 96Е- .
- Лучший итоговый эволюционный потенциал = 2E+ , 96E-  $\rightarrow$  2E+



#### Пятая и другие структуризации словаря

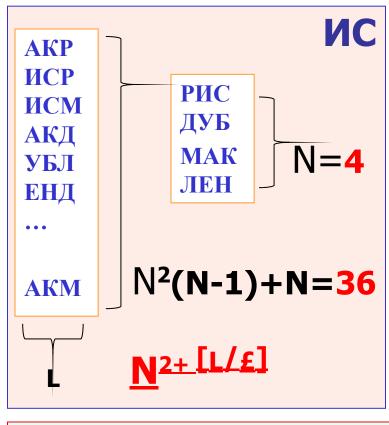
# Лучший итоговый эволюционный потенциал 2E+, $204E- \rightarrow 2E+$

Шестая структуризация словаря, седьмая ... И Т.Д. ightarrow 2E+ !!!

- Теоретический анализ результатов эксперимента показывает, что эволюционный потенциал ИС обратно пропорционален размеру словаря,
- Размеры минимальных и максимальных словарей соотносятся как:
- o(N) и o(N³) !!!
- где: N максимальный размер образа словаря

# Автоструктуризация информации в ИС



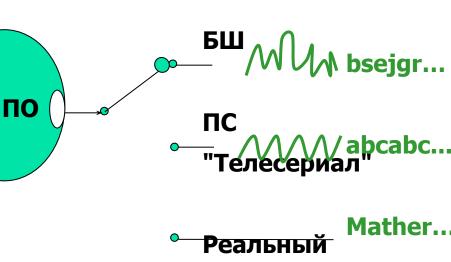


 $o(N^3) >> o(N) !!!$ 

16



# Отображение информационного ресурса тремя классами ИС



Автомат	"животн."	ис-человек
Сигнал	C	C
C	Инфор- мация	И
C	И	Знание

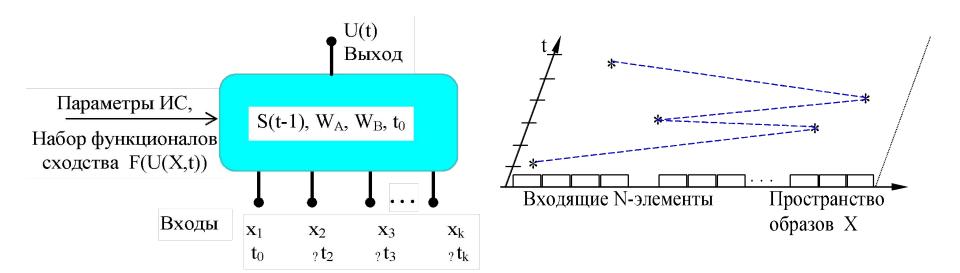
При  $T_{\text{ис}} = \text{const}(t)$ 

 $NC / R_{HC}$  $T_{HC}$ 

 $f = (R_{_{\rm HC}}(t))$ : линейный; логарифмический; const;

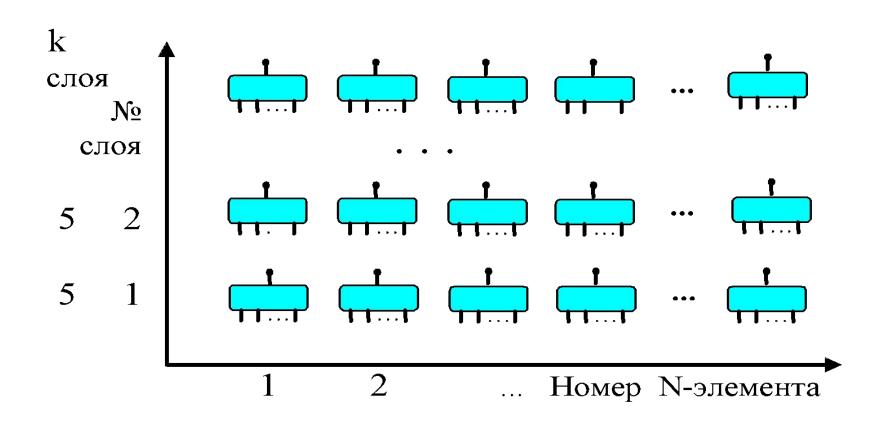
Решением проблемы **автоструктуризации** стало расширение понятия формального нейрона (МакКаллока-Питтса от 1943г.), вводом в него относительности времени активации входов, позволило получить **нейроподобный N-элемент**.

ЧТО

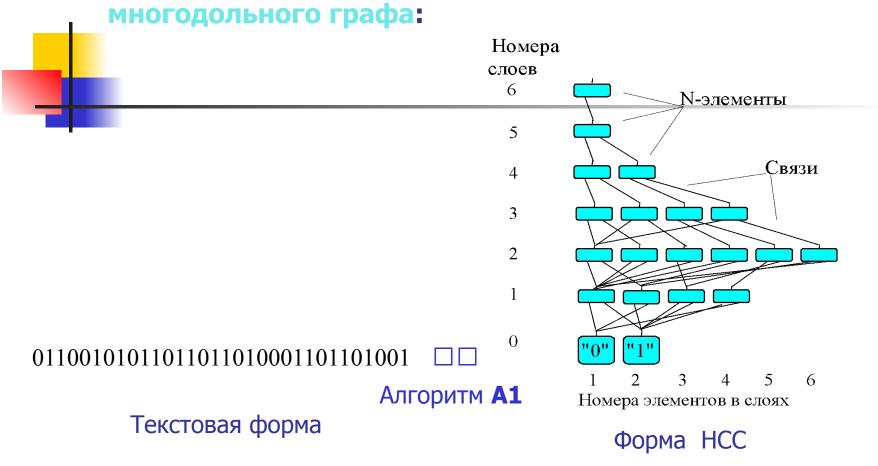


$$U(t) = Fi(U(X,t)), Fi(t) = F_{UC}(U(t-1))$$



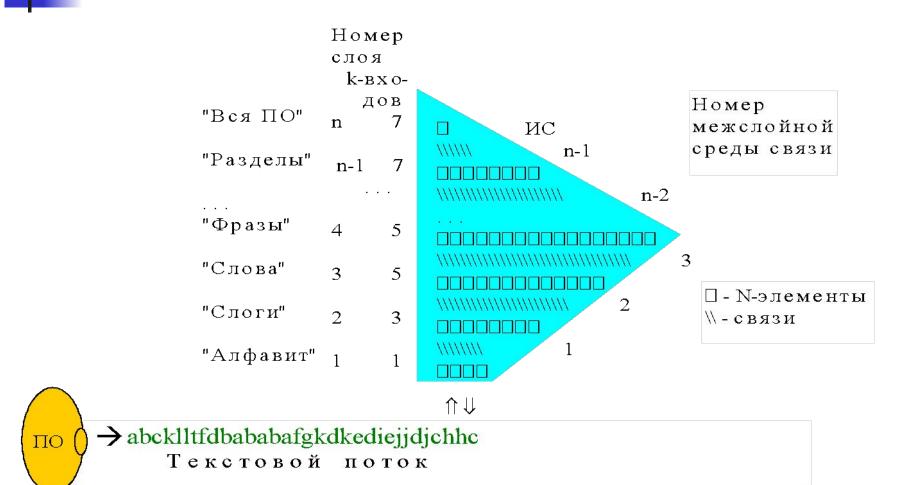


#### Структурное описание НСС можно представить в виде



**Алгоритм обратного преобразования НСС в текстовую форму** осуществляется уже за меньшее число операций и идет "сверху-вниз".

Первый слой (доля графа) N-элементов — терминальный, фактически отображает **алфавит** *А* ЭСЕ, второй слой — "псевдослоги" и строится на пространственновременных ссылках на предыдущий (терминальный) слой - **информационное содержание** N-элемента, слой "псевдослов" — ссылается на "псевдослоги" и т.д., до самого верхнего N-элемента, отображающего в себе через связи всю ПО.



#### **АВТОСТРУКТУРИЗАЦИЯ**

#### Пример:

<ДОМЗЕБРЫСКИТНАДОМДОМВНАДОМВСКИТВНАСКИТВВЗЕБРЫНАВНА>, правильно выделяются все ЭСЕ: <3EБРЫ> <СКИТ> <ДОМ> <HA> <B>.

#### сдвиг алфавита A в кодах ASCII

<EПНИЖВСЬТЛЙУОБЕПНЕПНГОБЕПНГТЛЙУГОБТЛЙУГЖВСЬОБГОБ> на +1 <?IGB@<KVLECMH;?IG?IG=H;?IG=LECM =H;LECM==B<KVH;=H;{> на -133.

Структуру памяти ИС, в которой выполняется свойство гомоморфного отображения ЭСЕ ПО и их структуры в образы ИС и обратно, будем называть нейросемантической структурой (НСС)

## N-элемент (образ ИС) $\leftrightarrow$ ЭСЕ (ПО)

Назовем процесс автоматического выделения семантических единиц в НСС —

## автоструктуризацией.

НСС – это готовая структура данных (процессов и объектов) произвольной ПО для любой ИС.

Понятно, что ее автоматическое формирование открывает широкие горизонты для инженерии ИС.

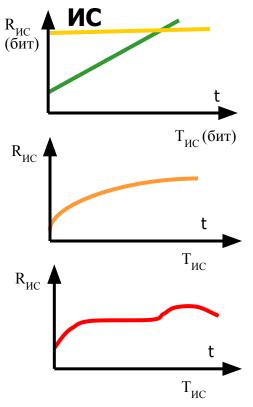
#### Информационный ресурс в ИС можно представить как:

- "сигнал" или текстовая форма простая суперпозиция ЭСЕ ПО;
- "информация" сигнал, структурированный на иерархию ЭСЕ ПО;
- **-** "знание" иерархия НСС в ИС.

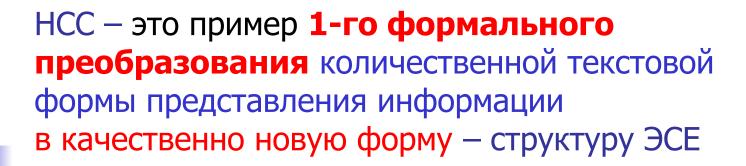
"линейный – *сигнал*",

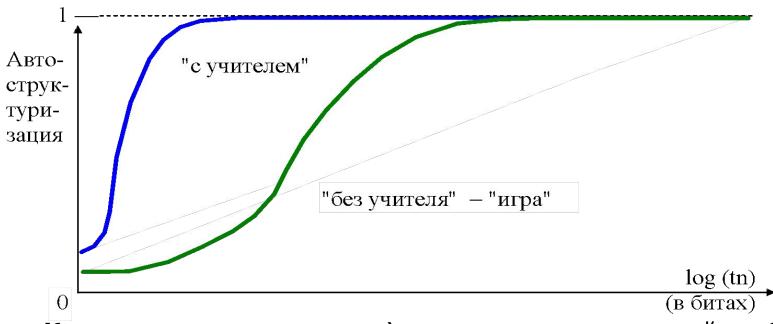
"логарифмический – *информация*"

"const - **3HaHue**".



При 
$$T_{\text{ИС}} = \text{const}(t)$$
,  $R_{\text{ИС}} = f(S_{\text{ИС}}(t))$ 



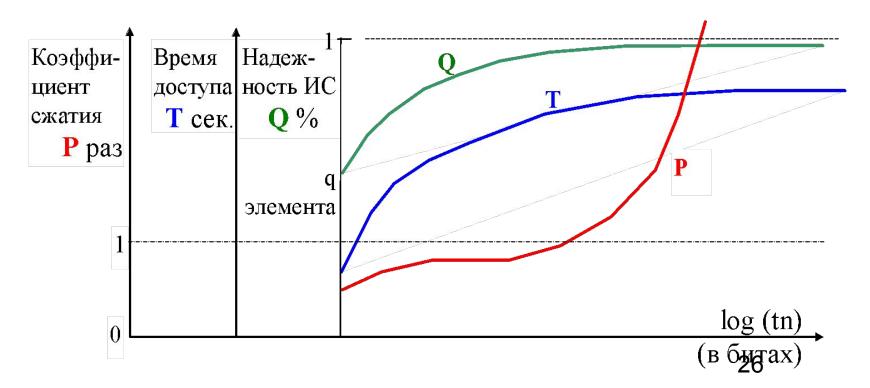


**Критерии достаточности**: *а) все пространство состояний;* 6 если человек может правильно структурировать данный текстовой материал в непривычной, но взаимнооднозначной нотации, в) наличие характерных особенностей динамического процесса при минимизации ресурса  $R_{uc}$  25

Следует также отметить, что все технические характеристики ассоциативной памяти на базе НСС:

- время доступа,
- коэффициент компрессии-сжатия,
- надежность хранения информации и др.)

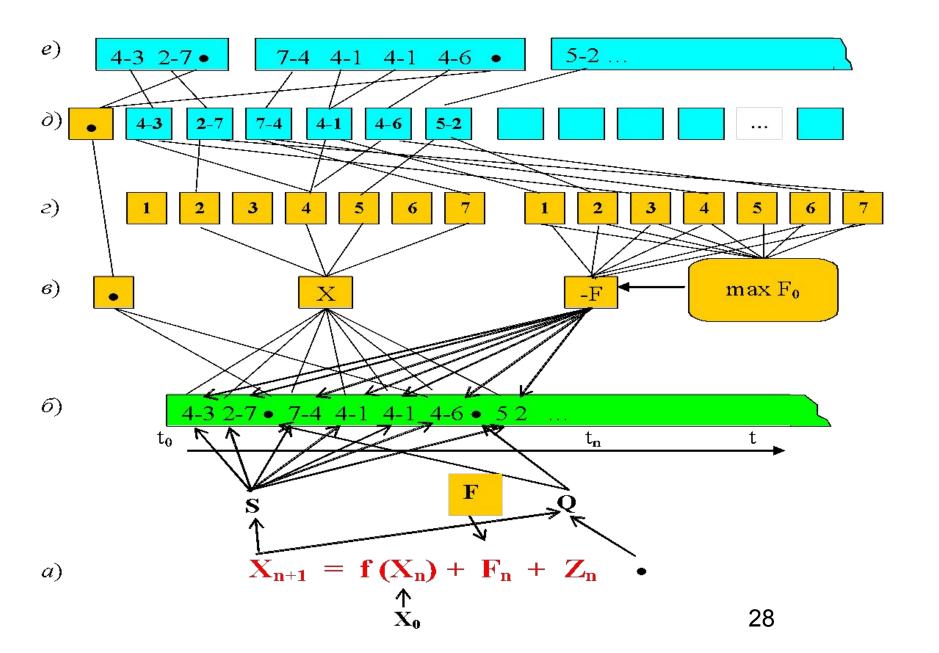
**имеют тенденцию к улучшению,** как в среднем, так и в абсолютных значениях, по мере роста объема вводимой информации из ПО.



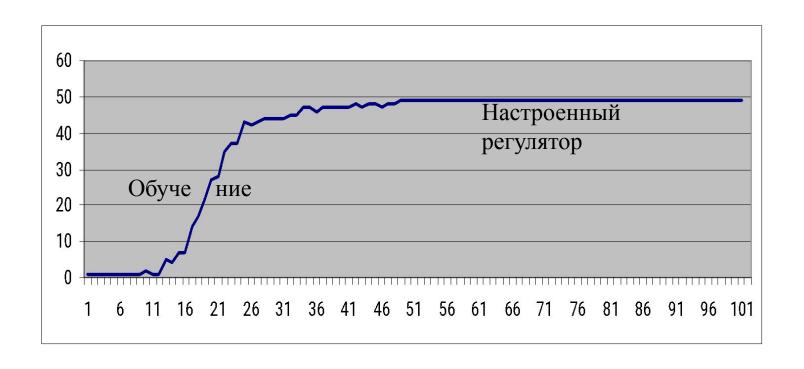
## Величина компрессии отражает потенциальную интеллектуальность ИС. Псевдофрактальные файлы.



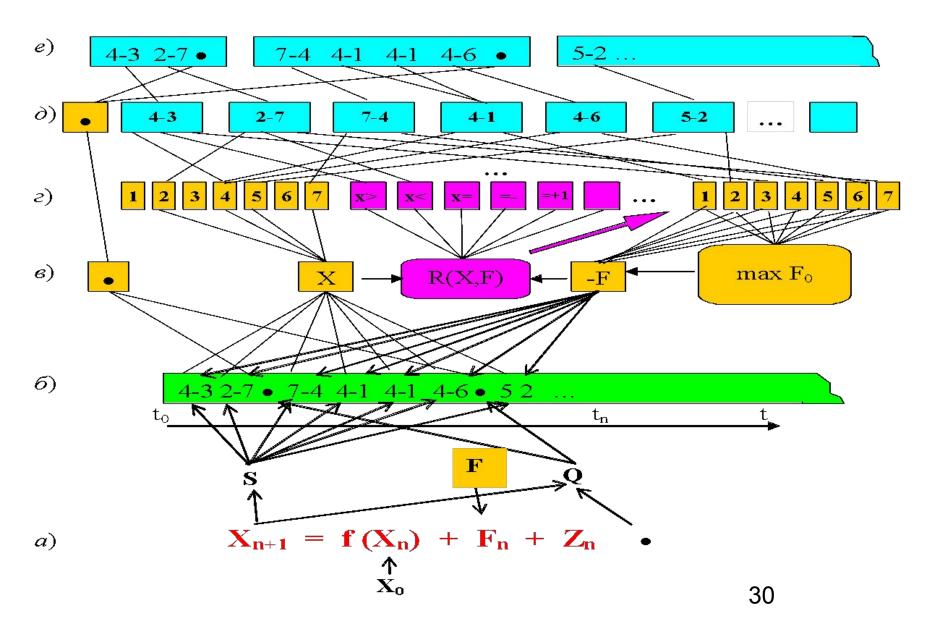
#### **Адаптивный регулятор** №1 на базе НСС.



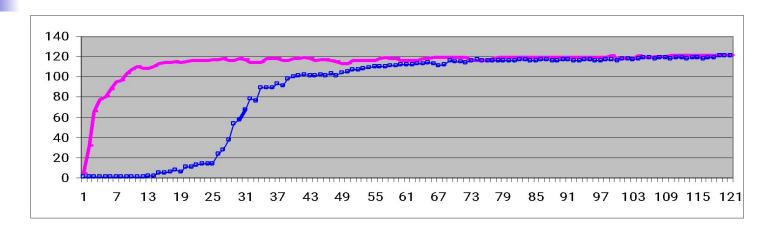
Запоминая пары  $\langle X \rangle \langle Y \rangle$  и их оценку  $\langle E \rangle$  для любого априорно неизвестного объекта управления, регулятор №1, фактически перебором, заполняет все возможное пространство его состояний (N\*M).

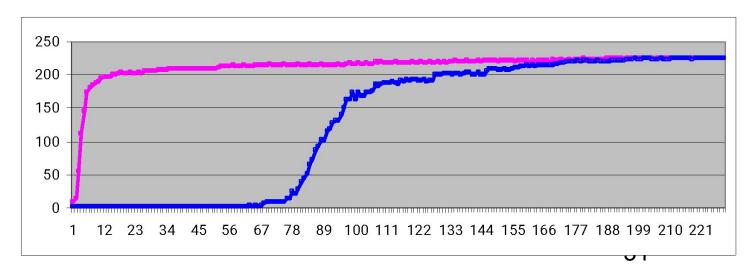


## Адаптивный регулятор №2



Скорость обучения регулятора №2 почти **не зависит от размерностей N и М** (N — число состояний объекта, М — число состояний возможного управления, в эксперименте для простоты принималось N = M = 7, 15, 17,19, 21), Т.е., пример регулятора №2 демонстрирует возможность практического **преодоления "проклятия размерности"**.





### Адаптивный регулятор №3

На базе нейросемантического регулятора №3 формально показано, как на основе вышеописанных физических свойств N-элементов возможно естественное **самоформирование R-отношений**, представленных в регуляторе №2. Тем самым, подведено теоретическое основание для инженерного построения ИР, т.е.:

#### теоретически решить (закрыть) проблему построения ИИ.

Как и вычислительная техника начала развиваться с теоретических моделей "машин Тьюринга и Поста", так и анализ работы нейросемантического регулятора будет способствовать формированию широкого фронта научных работ по разработке ИР.

Таким образом, на нейросемантических регуляторах можно продемонстрировать:

- №1 "адаптационность", как возможность адаптироваться в любой  $\Pi O$ ;
- №2 "интеллектуальность", как возможность существенного сокращения перебора;
- №3 "разумность", как целенаправленное порождение нового знания.

#### Текстовая энтропия

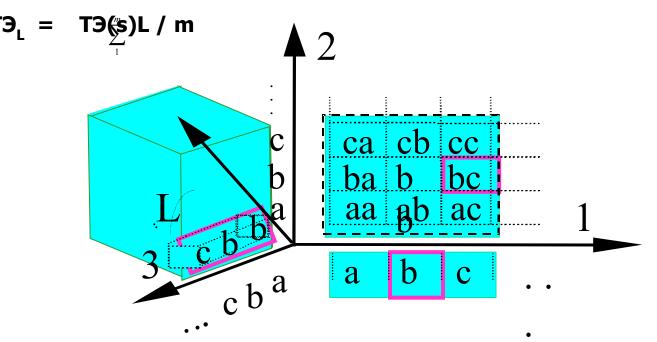
 $0 \le p(s) \le m$ ;

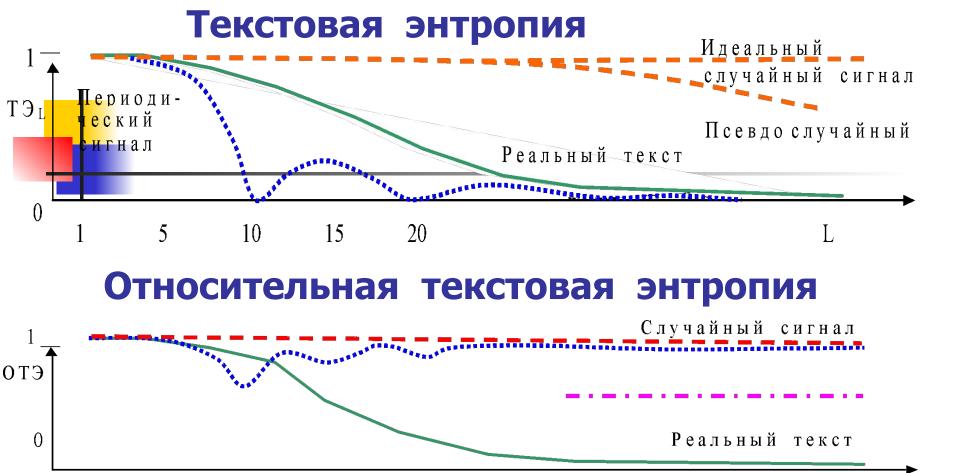


1 p(s) m

$$\sum_{k=0}^{\infty} \mathbf{p(s)}_{k} / \mathbf{m} = \mathbf{1}$$
 (условие нормировки)

s - некоторое слово длиной в L символов; m - размер потенциального S-словаря в  $\mathbf{m} = \mathbf{A}^{\mathbf{L}}$  S-слов информационное пространство в  $\mathbf{L}^*\mathbf{m} = \mathbf{L}^*\mathbf{A}^{\mathbf{L}}$  символов





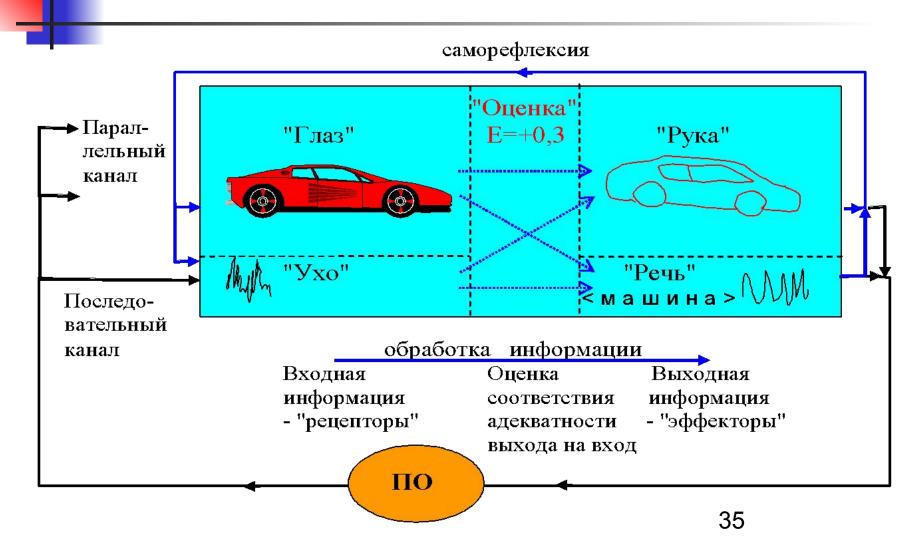
Таким образом, числовые значения ТЭ и ОТЭ являются эффективными *параметрами-индикаторами*, которые характеризуют возможность семантического анализа конкретной ПО (например, при поиске сигналов от внеземных циви**за**заций).

20

10

1.5

# Прототипы компьютерного интерфейса: " человек-ИР "





## СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ

По всем вопросам Проекта обращаться к Бодякину Владимиру,

E-mail: body@ipu.ru

www.informograd.narod.ru/

тел. (095)334-92-39,

в ИПУ тел 1-346

#### Человек и Машина (ИР)

- Страхи что ИР поработит человечество типичный пример широко распространившегося шаманизма от киноиндустрии. Для человека более опасен другой человек, т.к. у них одна ниша потребления. Генетически же ИР нацелен на космос именно там широкое поле для его деятельности. Неограниченное количество любых материальных ресурсов вселенной не дает даже теоретических основ для конфликта между ИР с земным человеком.
- С точки же зрения сотрудничества, ИР для человека представляется идеальным партнером, т.к. у них одна область производства легко тиражируемого результата. Где в итоге, каждый получает весь конечный продукт новое знание (пример ИРМИ). Так что, никаких естественных оснований для конфликта между человеком и ИР нет. Сотрудничество же человека с ИР станет мощным стимулом для заключительного экспоненциального этапа научно-технического прогресса нашей цивилизации.
- Работы над созданием ИР должны проводиться только в рамках нового гуманистического мировоззрения и специализированной международной академической инфраструктуры. Это необходимо, чтобы такой фактор, как ИР не стал "информационной дубиной" в руках какой-либо эгоистической группировки. В качестве такой начальной социально-экономической структуры по разработке ИР предлагается проект "Информоград".

# Алгоритм (A1) преобразования текстовой формы в иерархическую структуру словарей (HCC)

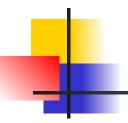


 $L = \{01100101011011011010001101101001\}.$ 

Исходный текст

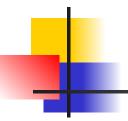
1-й шаг k1=2

```
№ 011001011011011011010001101101001 Номера цепочек в словаре Последовательность индексов (ссылок) 1 2 3 4 1 2 1 1 1 2 3 1 2 2 4 3 1 2 2 1 + "01"10"11"00" L1
```



#### 2-й шаг k2=2

```
/1 1211123122431221 Номера цепочек в словарях 1 2 3 4 5 6 12 11 31 22 43 21 L2 /2 1 2 1 3 4 5 1 6 + "01"10"11"00" L1
```



#### 3-й шаг k3=2

```
      /2
      12134516
      Номера цепочек в словарях

      1
      2
      3
      4
      5
      6

      12
      13
      45
      16
      L3

      12
      11
      31
      22
      43
      21
      L2

      /3
      1
      2
      3
      4
      "01"10"11"00"
      L1
```



#### 4-й шаг k4=2

```
Номера цепочек в словарях

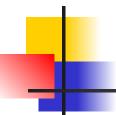
1 2 3 4 5 6

12 34 L4

12 13 45 16 L3

12 11 31 22 43 21 L2

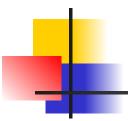
14 1 2 + "01"10"11"00" L1
```



#### 5-й шаг k5=2

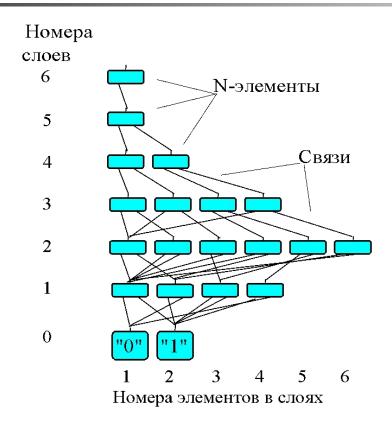
и исходная последовательность символов полностью переходит в НСС.

орожоди		•								
Номера		(	Ссы.	ЛКИ						
словарей		6	1			на	пред	ыдуі	цие	
(слоев)		5 <u>12</u> словари								
4 12		12	34		и "алфавит"					
	3	12	13	45	16			-		
	2	12	11	31	22	43	21			
	1	"01'	'10"	11"0	00"					
				1	2	3	4	5	6	
				Hor	мера	а эл	емен	ТОВ	в сло	варе



```
Номера
                 6
                          Ссылки
            5 5 12
словарей
                             на предыдущие
(слоев)
            4 4 12 34
                                    словари
         3 3
                12 13 45 16
                                   и "алфавит"
         2 2
                12 11 31 22 43 21
                12 21 22 11
                "0" "1"
                                 6
                       3
                             5
                           4
                 Номера элементов в словаре
```

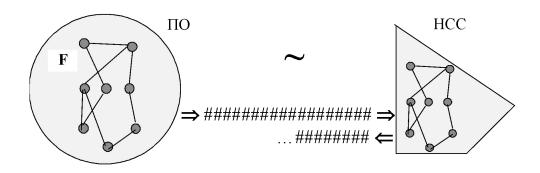
# **Структурное описание НСС можно представить в виде многодольного графа:**



**Алгоритм обратного преобразования НСС в текстовую форму** осуществляется уже за меньшее число операций и идет "сверху-вниз".



# Изоморфность структур процессов в ПО и НСС



#### Теорема:

максимальное значение компрессии достижимо только при изоморфном отображении структуры процессов ПО в структуре образов НСС