

4 Марта 2013

Инсерционное моделирование 2

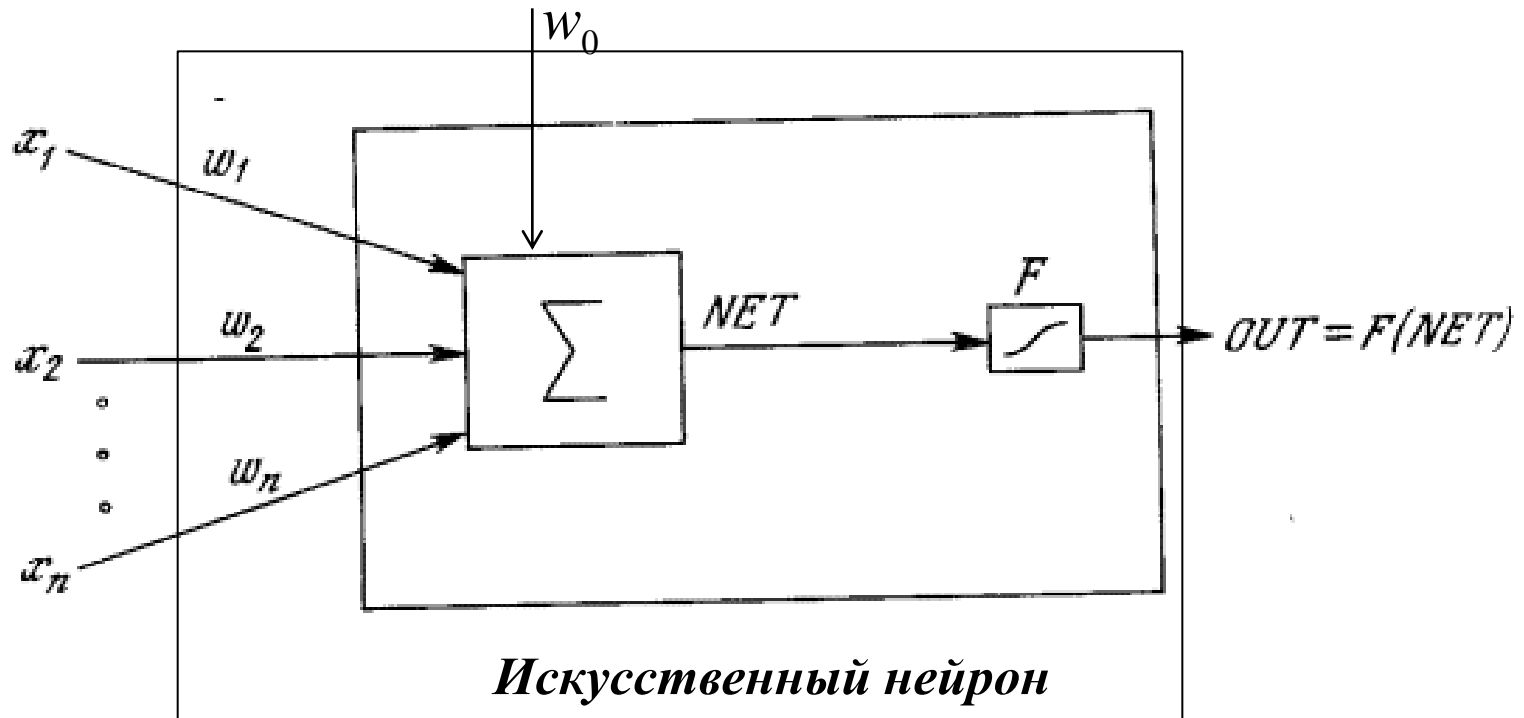
(система инсерционного моделирования и когнитивные архитектуры)

Лекция 4

Нейронные сети

Непрерывный нейрон

$$u(x, w)(t) = F\left(\sum_{i=1}^n x_i(t)w_i(t) + w_0(t)\right)$$



Непрерывный нейрон с задержкой

Все сигналы – функции, заданные на конечных полуоткрытых справа интервалах: $x : [0, L(x)) \rightarrow R$

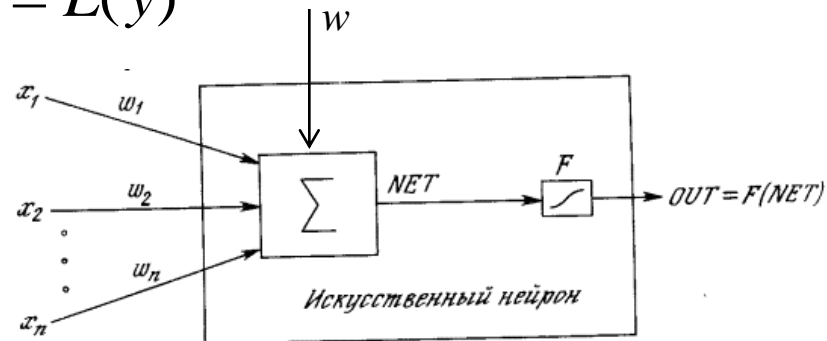
Конкатенация функций:

$$(x * y)(t) = x(t), t < L(x)$$

$$(x * y)(t) = y(t - L(x)), L(x) \leq t < L(x) + L(y)$$

Действия: $(x / y)(t) = (x(t), y(t)), L(x) = L(y)$

Состояния: $u(x, x', y)$,
 $L(x) + L(x') > L(y) > \delta$
 $y(t) = F((x * x')(t - \delta))$



Переходы: $u(x, x', y) \xrightarrow{(x''/y)} u(x', x'', y'), L(y') = L(x'')$

$$y'(t) = F\left(\sum_{i=1}^m x'_i * x''_i(t - \delta) + w\right)$$

**Сети с фиксированным интервалом наблюдения:
 все интервалы равны**

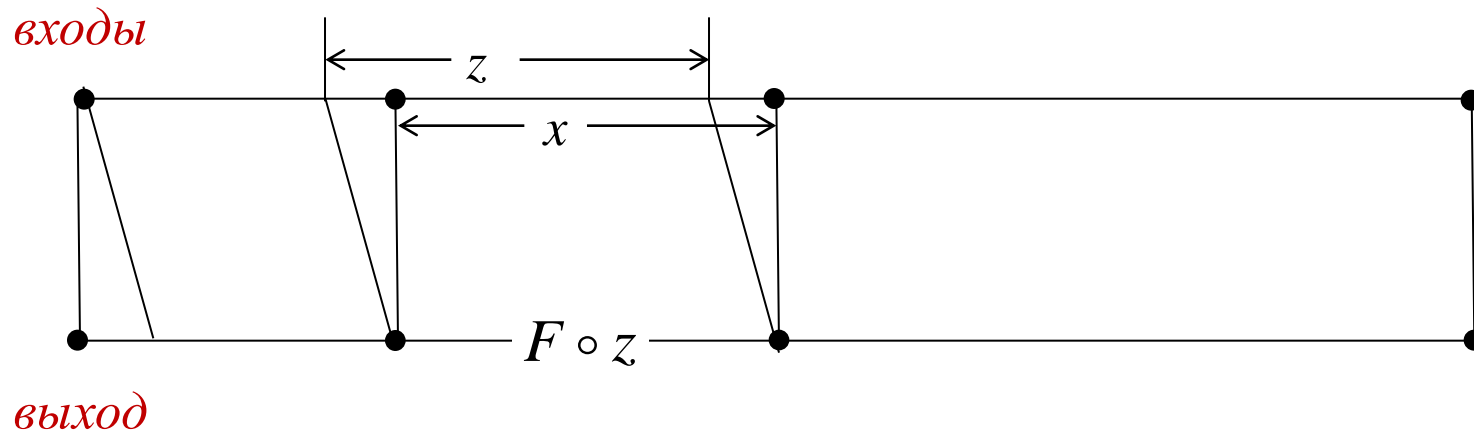
Истории и трассы

История:

$$u_1 \xrightarrow{x_1 / y_1} u_2 \xrightarrow{x_2 / y_2} \dots u_m \xrightarrow{x_m / y_m} u_{m+1}$$

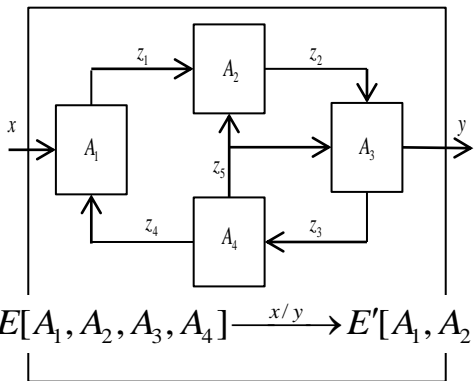
Трасса:

$$(x_1 / y_1) * (x_2 / y_2) * \dots * (x_m / y_m) = \\ (x_1 * x_2 * \dots * x_m) / (y_1 * y_2 * \dots * y_m)$$



Сетевые среды

Дискретные автоматные сети



Каналы (узлы) сети:

ВХОДНЫЕ x_1, x_2, \dots

внутренние z_1, z_2, \dots

ВЫХОДНЫЕ y_1, y_2, \dots

Все каналы – атрибуты сети

СИМВОЛЬНЫХ ТИПОВ

Каналы автоматов:

ВХОДНЫЕ

ВЫХОДНЫЕ

СИМВОЛЬНЫХ ТИПОВ

Состояния автоматов A_1, A_2, \dots

s_1, s_2, \dots

Состояния автоматов –
атрибуты символьных типов

Отношение переходов

$s \xrightarrow{u/v} s'$

Связи:

Входные и внутренние сети – входные автоматов

Выходные автоматов – внутренние и выходные сети

Связи задаются схемой (рисунком)

Функция погружения для автоматной сети

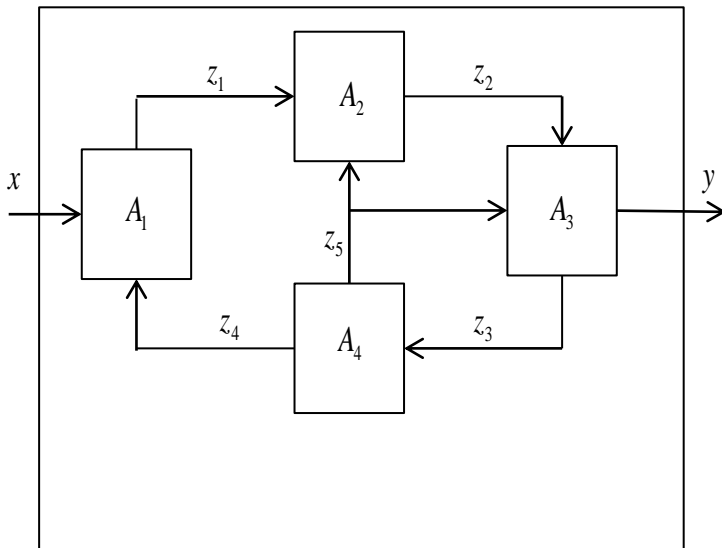
Локальное описание для автомата A :

u – набор каналов сети, СВЯЗАННЫХ С ВХОДНЫМИ каналами автомата A

v – набор каналов сети, СВЯЗАННЫХ С ВЫХОДНЫМИ каналами автомата A .

s – состояние автомата A

$$\forall (s', v') ((s \xrightarrow{u/v'} s') \rightarrow \langle A \rangle (v := v', s := s'))$$



$$\forall (s', v') ((s_1 \xrightarrow{(x, z_4)/v'} s') \rightarrow \langle A_1 \rangle (z_1 := v', s_1 := s'))$$

$$\forall (s', v') ((s_2 \xrightarrow{(z_1, z_5)/v'} s') \rightarrow \langle A_2 \rangle (z_2 := v', s_2 := s'))$$

$$\forall (s', v') ((s_3 \xrightarrow{(z_5, z_2)/v'} s') \rightarrow \langle A_3 \rangle ((y, z_3) := v', s_3 := s'))$$

$$\forall (s', v') ((s_4 \xrightarrow{z_3/v'} s') \rightarrow \langle A_4 \rangle ((z_4, z_5) := v', s_4 := s'))$$

Параллельное погружение в автоматных сетях

$$\frac{e \xrightarrow{a} e', u_1 \xrightarrow{b_1} u', \dots, u_m \xrightarrow{b_m} u'_m}{e[u_1, \dots, u_m] \xrightarrow{c} e'[u'_1, \dots, u'_m]} P(e, u, a, b, c)$$

$$\forall ((s'_1, s'_2, \dots), (v'_1, v'_2, \dots)) \left(\bigwedge_{i=1,2,\dots} (s_i \xrightarrow{u_i/v'_i} s'_i) \rightarrow \langle x/y \rangle \bigwedge_{i=1,2,\dots} (v_i := v'_i, s_i := s'_i) \right)$$

Возможна также **асинхронная** организация вычислений.

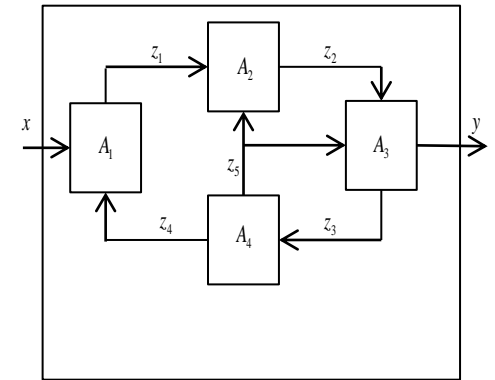
Аналог – читатели-писатели.

Противоречия

$$v'_1 = f_1(z_4), v'_2 = f_2(z_1), v'_3 = f_3(z_2), v'_4 = f_4(z_3)$$

$$z_1 = f_1(z_4), z_2 = f_2(z_1), z_3 = f_3(z_2), z_4 = f_4(z_3)$$

$$z_1 = f_1(f_4(f_3(f_2(z_1))))$$

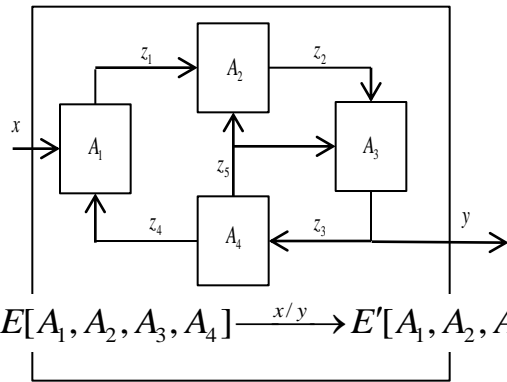


Достаточное условие непротиворечивости:

Задержка в каждом цикле.

Нейронные сети

Сети с фиксированным интервалом наблюдения



Каналы – синапсы:

ВХОДНЫЕ x_1, x_2, \dots

внутренние z_1, z_2, \dots

ВЫХОДНЫЕ y_1, y_2, \dots

Тип синапса – вещественная функция на интервале $[0:L)$

Каналы нейронов:

входные (дендриты)

выходной (аксон)

Состояния нейронов A_1, A_2, \dots

s_1, s_2, \dots

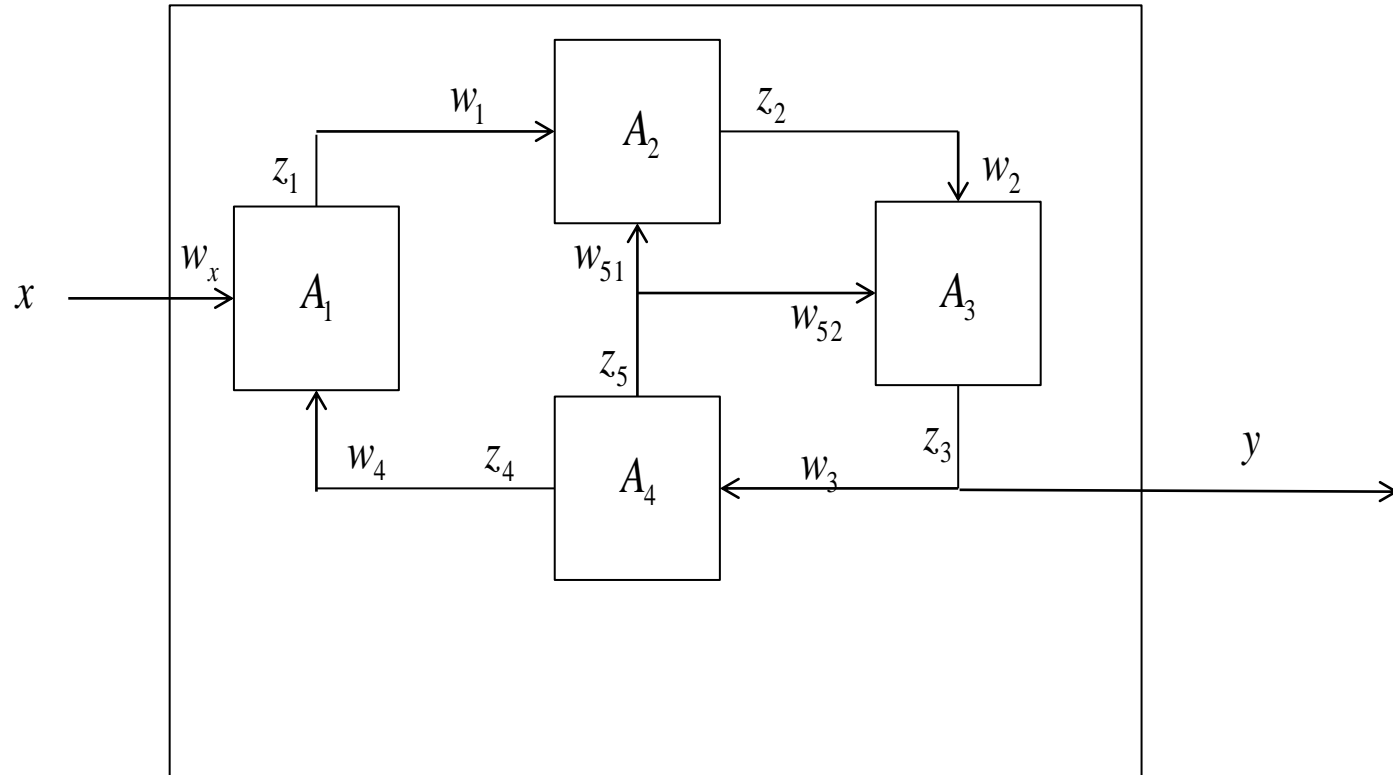
атрибуты типа тройка функций

Отношение переходов нейронов

$$A(x, x', y) \xrightarrow{(x''/y)} A(x', x'', y')$$

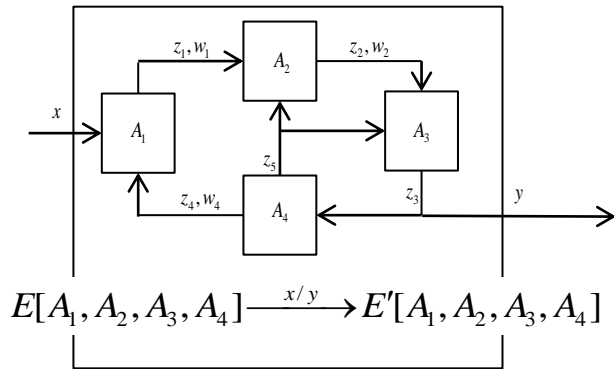
$$y'(t) = F\left(\sum_{i=1}^m x'_i * x''_i(t - \delta) + w\right)$$

Пример нейронной сети



$$E[A_1, A_2, A_3, A_4] \xrightarrow{x/y} E'[A_1, A_2, A_3, A_4]$$

Связи и функция погружения в нейронных сетях



Связи:

Входные и внутренние синапсы – входные нейронов
 Выходные нейронов – внутренние и выходные сети
 Связи задаются схемой (рисунком)

Каждая связь имеет вес

и все веса являются атрибутами сети

Локальное описание для нейрона A:

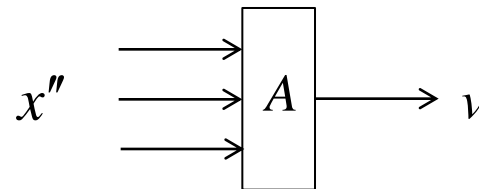
u – набор синапсов, связанных с входными каналами нейрона A ,
 w – набор весов соответствующих связей.

$$x'' = (u_1 w_1, \dots, u_m w_m)$$

v – выход нейрона A .

s – состояние нейрона A

w – порог нейрона A



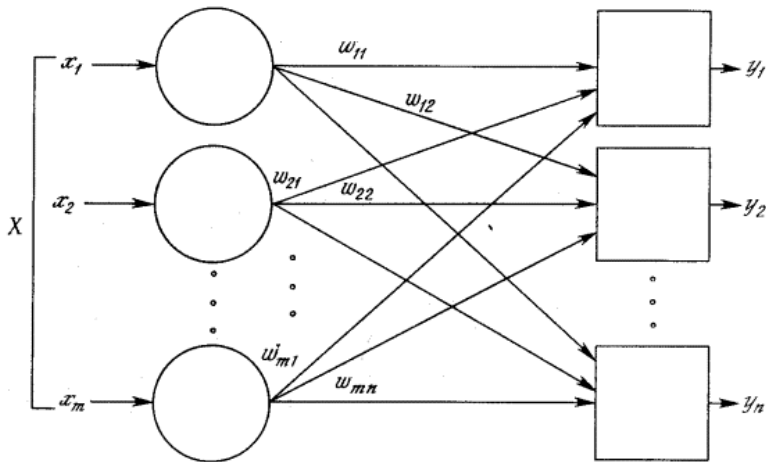
$$\forall (x, x', y) (s = (x, x', y) \rightarrow (s := (x', x'', y'), v := y))$$

$$y' = F\left(\sum_{i=1}^m x'_i * x''_i(t - \delta) + w\right)$$

Персептроны

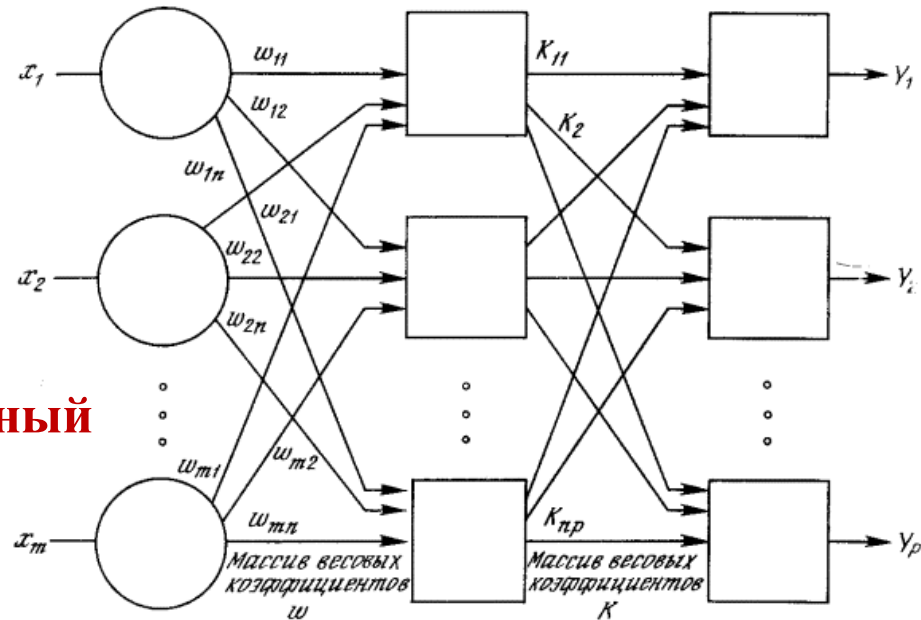
Распознавание
Классификация
Обучение (с учителем и без)

<http://www.mechanoid.kiev.ua/>



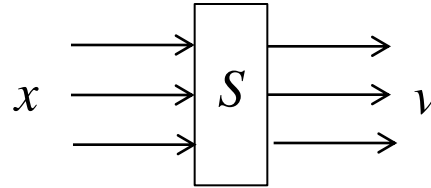
Однослойный

Многослойный



Самообучение по Хеббу

$$w_{ij} := w_{ij} + av_i v_j$$



**Каждый выход определяет класс входных сигналов.
В процессе самообучения классы кластеризуются.**

Обучение с учителем

**Среда генерирует входы и минимизирует ошибку
путем увеличения (уменьшения) весов**

Правило Видроу-Хоффа

$$w_{ij} := w_{ij} + ax_j (d_i - v_i)$$

$$E = \max_{k=1,2,\dots} \frac{1}{2} \sum_i (e_i^k)^2$$

$$e_i^k = d_i^k - v_i$$

Переменный интервал наблюдения

Множество значений каждой переменной разобьем на конечное число интервалов. Границей следующего интервала наблюдения сопоставляем с моментом перехода какой-либо переменной через границу интервала ее значений. Непрерывные функции теперь можно заменить ступенчатыми.

Задача: перенести алгоритмы обучения непрерывных сетей на дискретные.