Моделирование поведения сложных динамических систем

Докладчик:
Юданов А.А.
Научный руководитель:
Бордаченкова Е.А

Москва, 2009

Постановка задачи

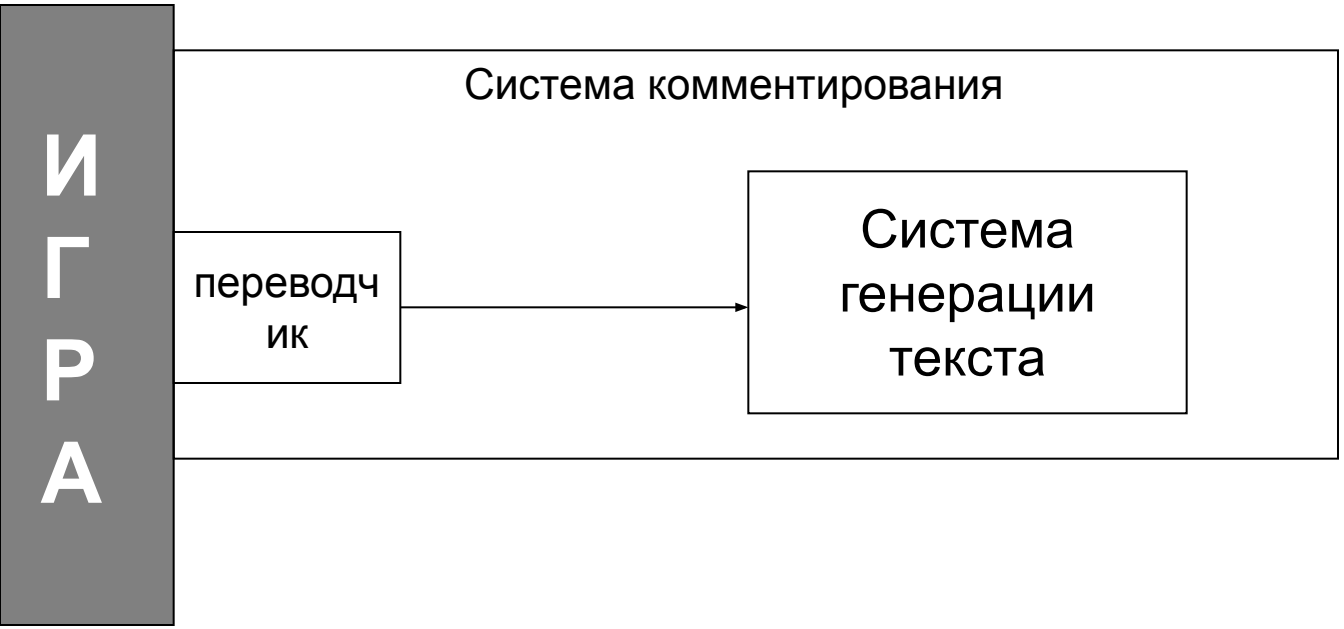
Цель – создать систему генерации связного текста на естественном языке по динамически поступающей информации из некоторой системы.

То есть, универсальный комментатор для определенного класса компьютерных игр:

- игроки управляют агентами в игровом мире.
- игровой мир – разнородный объем, содержащий агентов и другие предметы.

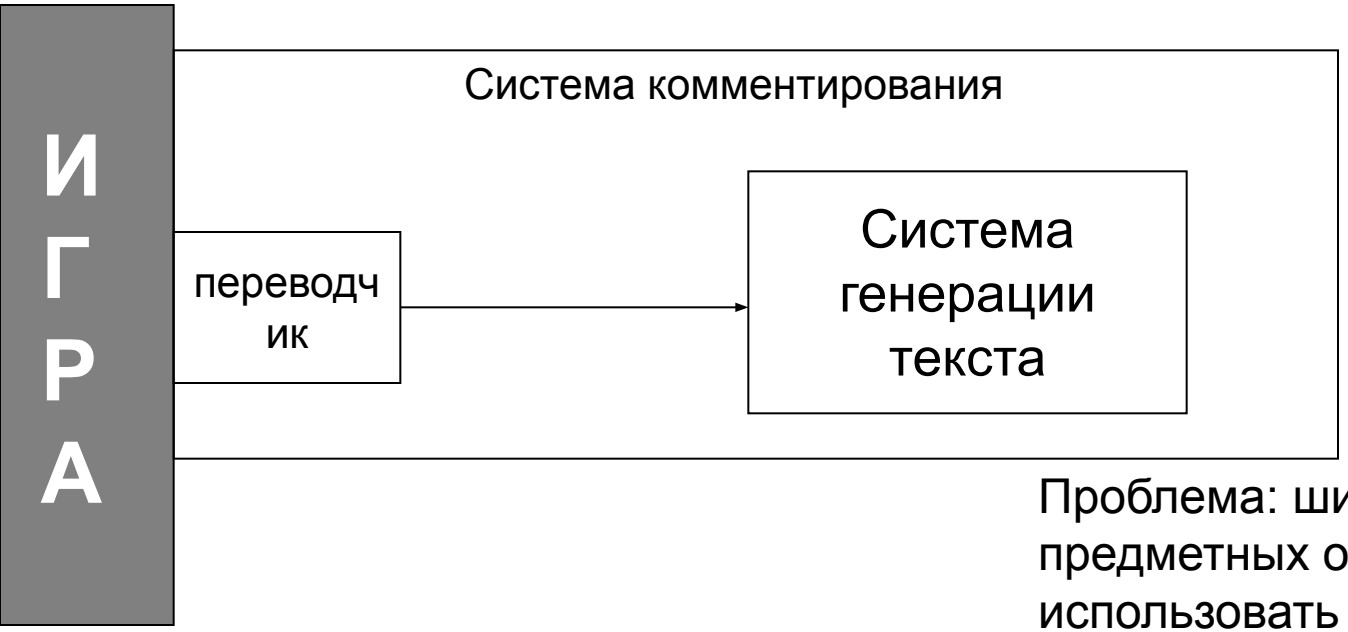
Структура системы

- Игра генерирует некоторые события
- Их надо оценить и прокомментировать



Структура системы

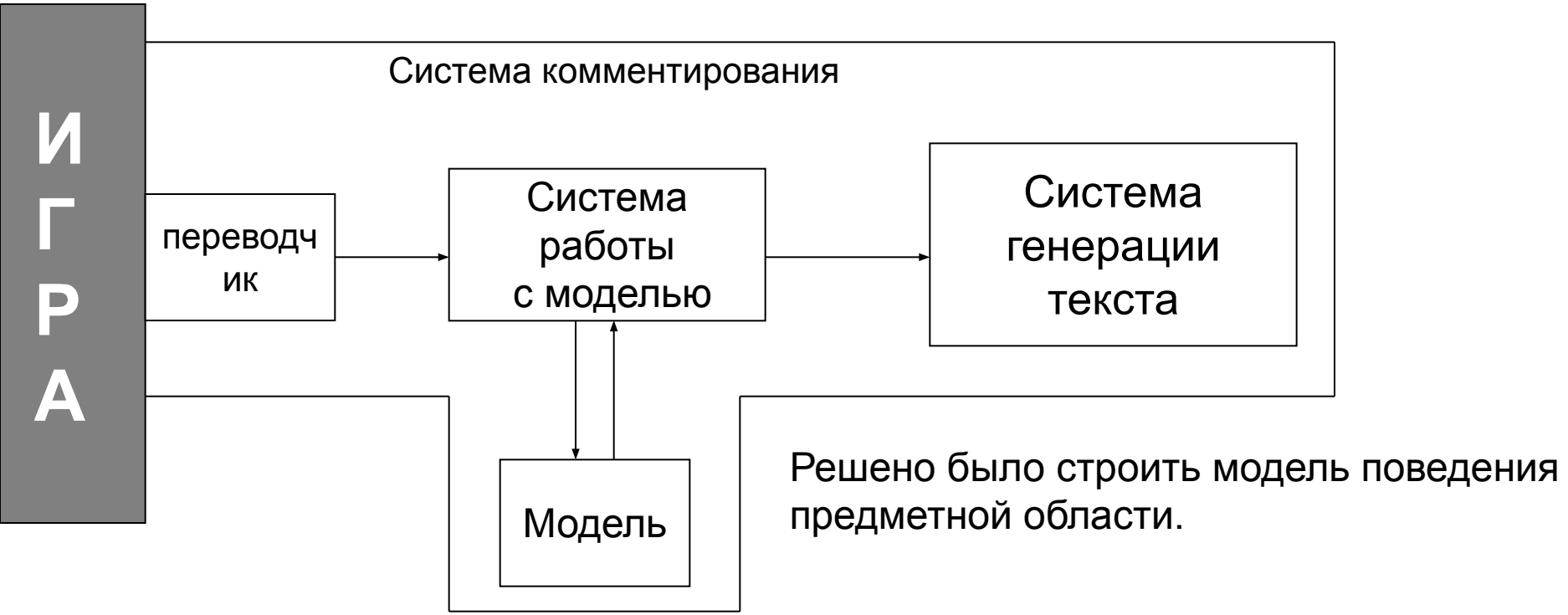
- Игра генерирует некоторые события
- Их надо оценить и прокомментировать



Проблема: широкий класс предметных областей вынуждает использовать адаптирующийся к конкретной задаче алгоритм.

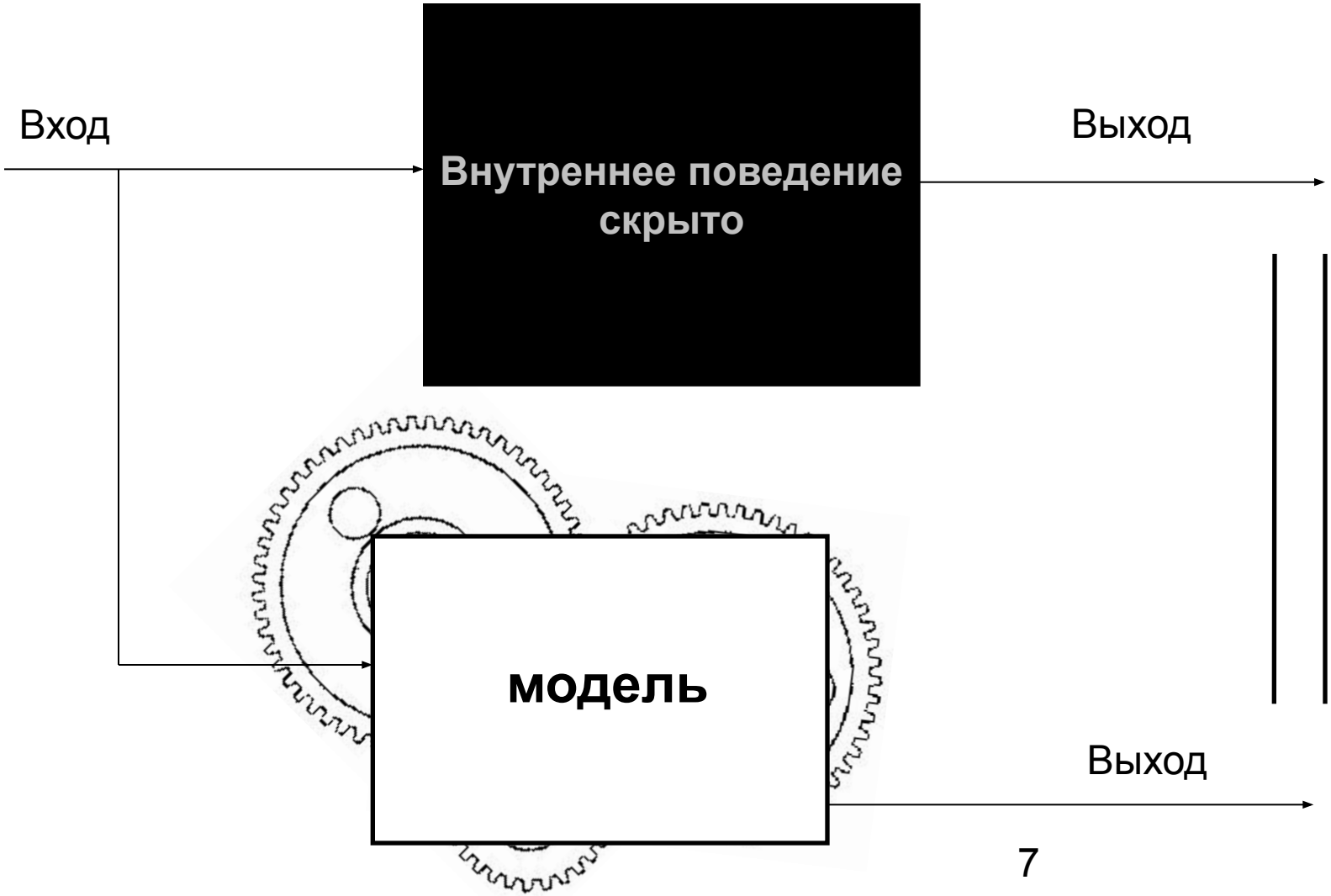
Структура

- Игра генерирует некоторые события
- Их надо оценить и прокомментировать



Что такое модель поведения?

Что такое модель поведения?



Что такое модель поведения?
Как измеряют качество модели?

Точно смоделировать систему невозможно.

Оценки качества модели

- Ошибка обучения
  - **Суммированная по обучающей выборке норма невязки модели**
- Ошибка обобщения
  - **Норма невязки модели на каких-либо новых данных**

Основной целью при обучении является уменьшение ошибки обобщения.

Зачем нужна модель поведения?

- Адекватно оценивать настоящее

  выход моделируемой системы
  =
  выход модели

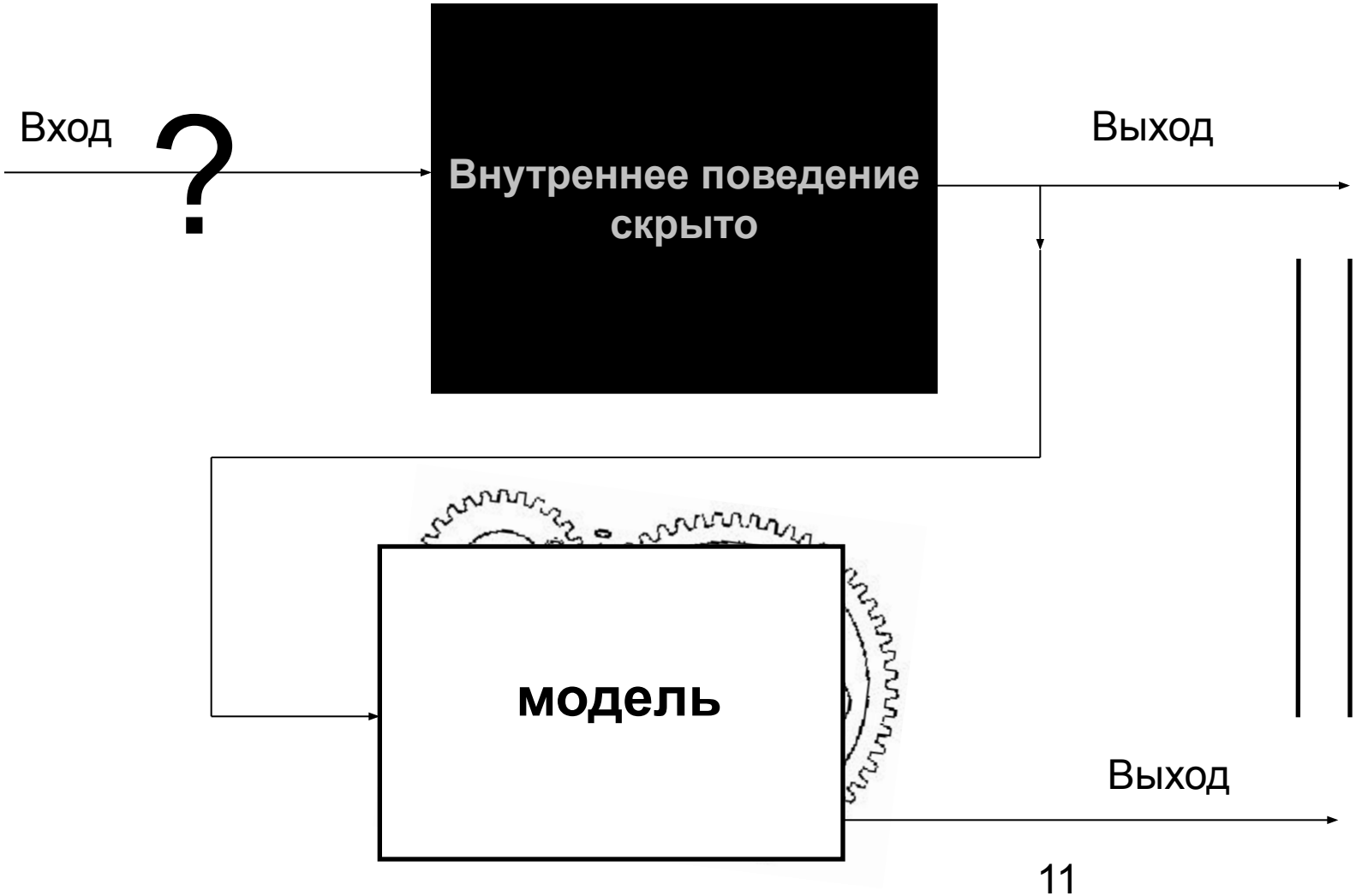
- Предсказывать будущее

  предсказывать следующий выход системы на основе входа и наблюдаемого поведения системы.

Особенности нашей задачи

- Входные данные системы не должны участвовать как в алгоритмах обучения, так и работы.
- Обязательна возможность динамического обучения без учителя.
- Желательно, получать в предсказательном алгоритме распределение вероятностей.
- Желательно иметь возможность дообучать модель по ходу работы.
- Чем проще и быстрее работа с моделью – тем лучше.

Особенности нашей задачи



Обзор некоторых моделей

- Нейронные сети
  - Самоорганизующиеся карты Кохонена.

    Synapse [http://www.peltarion.com/products/synapse/]
    WEBSOM [http://websom.hut.fi/websom/]

- Статистические модели
  - Скрытые Марковские модели.

    TreeAge Pro Healthcare [http://www.treeage.com]
    HTS [http://hts.sp.nitech.ac.jp/]

Нейронные сети

- Модель представляет из себя сеть, сплетенную из одинаковых по функциям элементам с помощью синаптических связей.

- Каждый элемент (нейрон) выполняет одну функцию – обрабатывая определенным образом входные сигналы $x_1,\ldots,x_n$ генерирует выходной y:

$$y = F(x_1,\ldots,x_n)$$

Карты Кохонена

Общие сведения

- Разновидность нейронных сетей.
- Топология – регулярная решетка.
- Каждый нейрон содержит вектор весов и свои координаты на решетке.
- Обучение итерационное, до достижения определенной погрешности

Карты Кохонена

Отображение набора входных векторов высокой размерности в карту кластеров меньшей размерности, причем, таким образом что близким кластерам на карте отвечают близкие друг к другу входные вектора в исходном пространстве.

Задачи

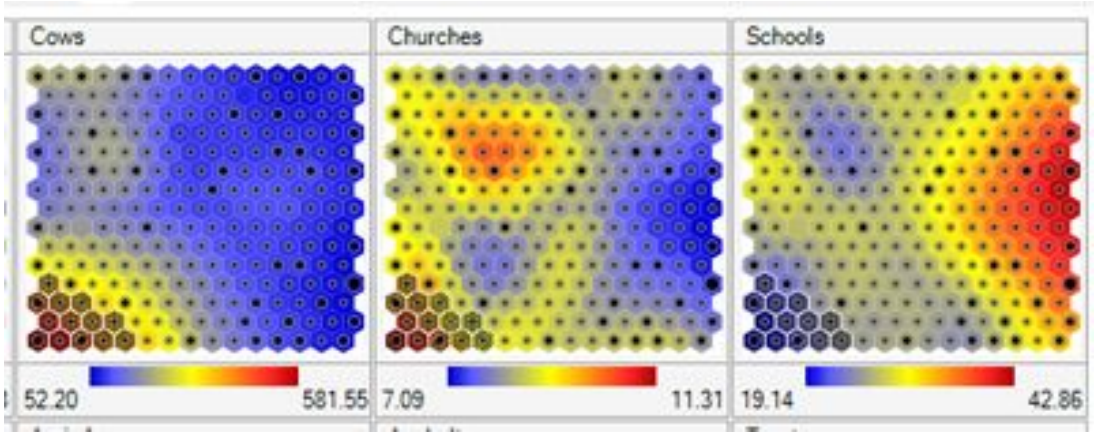
- Наглядное упорядочивание многопараметрической информации.
- Группировка близких входных сигналов для другой нейросети.

Карты Кохонена

Задачи

Наглядное упорядочивание многопараметрической информации.

- Выявление различий в режимах поведения системы.

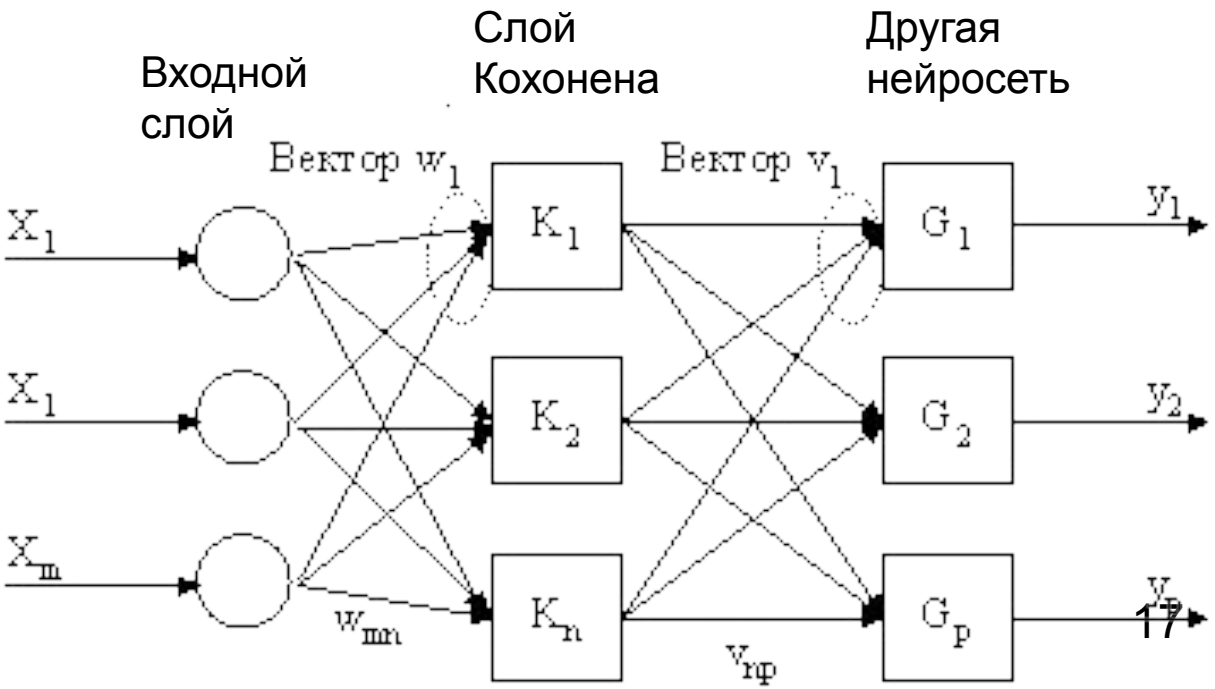


- Нахождение взаимосвязей в многопараметрических данных.

Карты Кохонена

Задачи

Карта Кохонена группирует близкие входные сигналы X, а требуемая функция Y=G(X) строится на основе применения обычной нейросети.

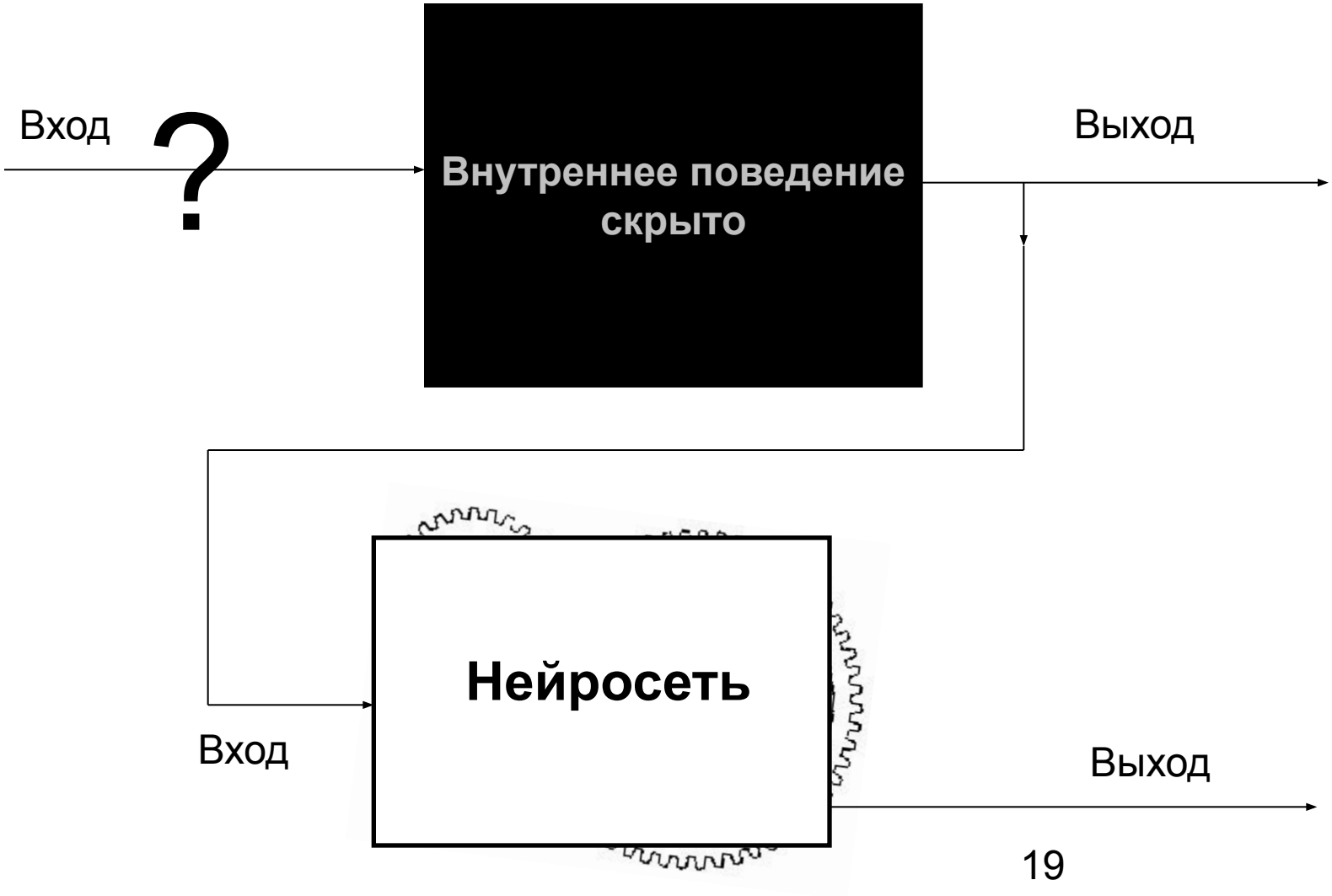


Нейронные сети

Приложение к нашей задаче

- Моделируемая система – игра.
- Нейронные сети должны получать вход системы, который недоступен. Значит, простой подстановки НС в задачу не получится
- Можно рассматривать выход системы как вход для НС, т.е. НС читает предыдущий выход и пытается предсказать следующий.

Нейронные сети



Нейронные сети

Плюсы и минусы

+ Даже малая обучающая выборка не дает большой ошибки обобщения

- Неэффективная реализация на ПК.
- Сложный процесс проектирования топологии

Скрытые Марковские модели

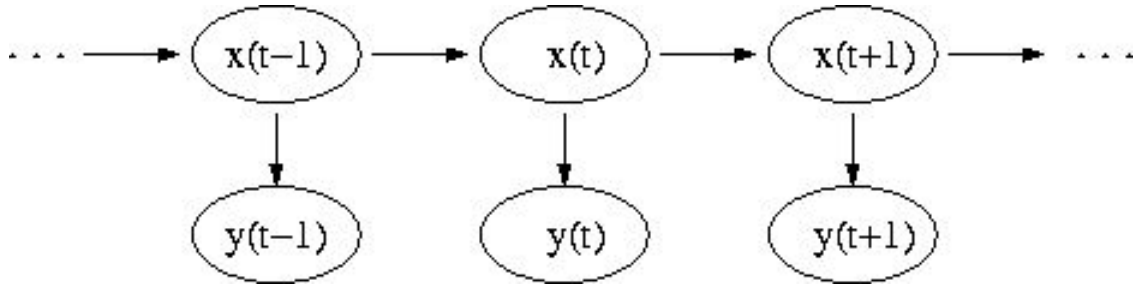
Общие сведения

- Имеет набор скрытых внутренних состояний (скрытая переменная) x(t)
- Имеет набор наблюдаемых состояний (наблюдаемая переменная) y(t)
- x(t) зависит только от x(t-1)
- y(t) зависит только от x(t)

Скрытые Марковские модели

Общие сведения

Время – дискретное.



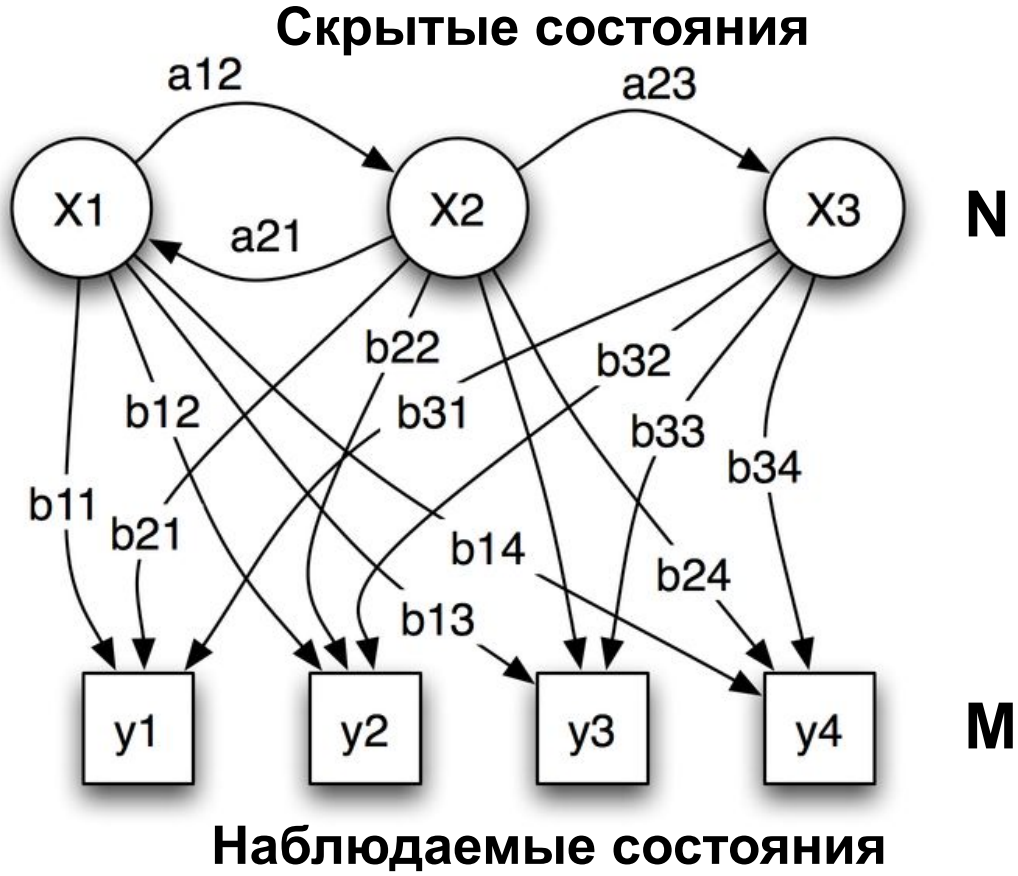
На каждом шаге система может перейти в новое скрытое состояние и как-то поменять значение наблюдаемой переменной (сменить наблюдаемое состояние)

Скрытые Марковские модели

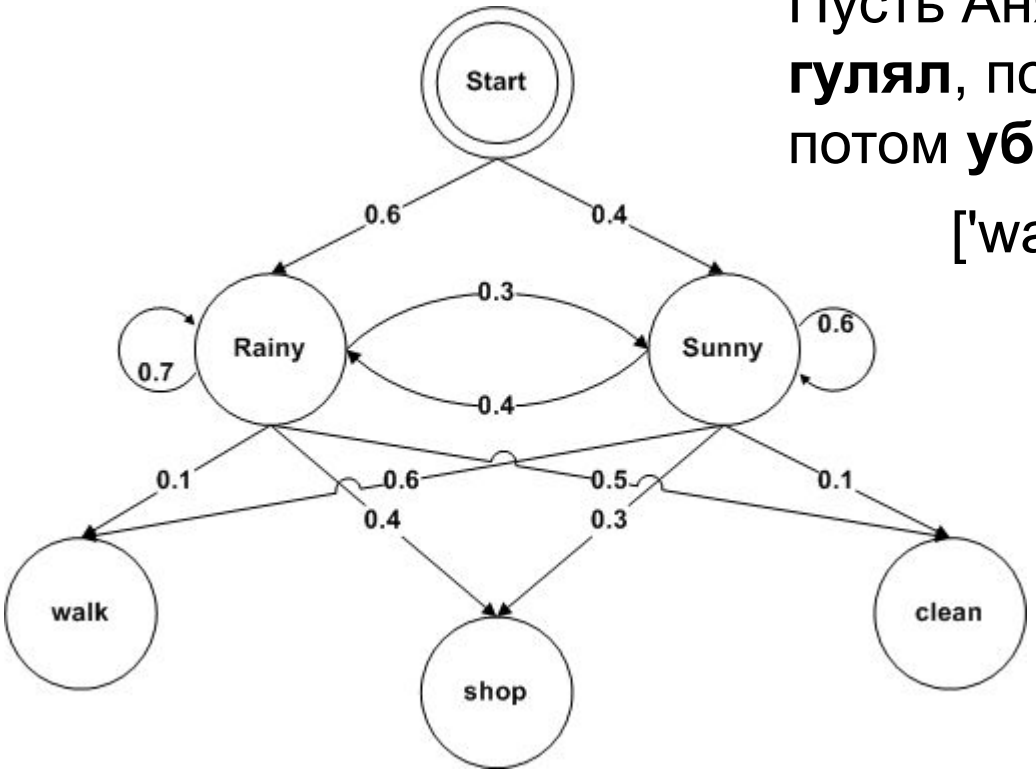
Общие сведения

-Имеется матрица A[NxN] вероятностей переходов между скрытыми состояниями.

-Имеется матрица B[NxM] вероятностей возникновения каждого из наблюдаемых событий на каждом из скрытых состояний.



Скрытые Марковские модели
пример



Пусть Аня знает, что Ваня сначала **гулял**, потом **ходил за покупками**, потом **убирался**.

['walk', 'shop', 'clean‘,‘walk’,’walk’]

Наиболее вероятная скрытая последовательность погоды
['Sunny', 'Rainy', 'Rainy', 'Sunny', 'Sunny']
Вероятность наблюдения при этом - 4%

Скрытые Марковские модели

Задачи

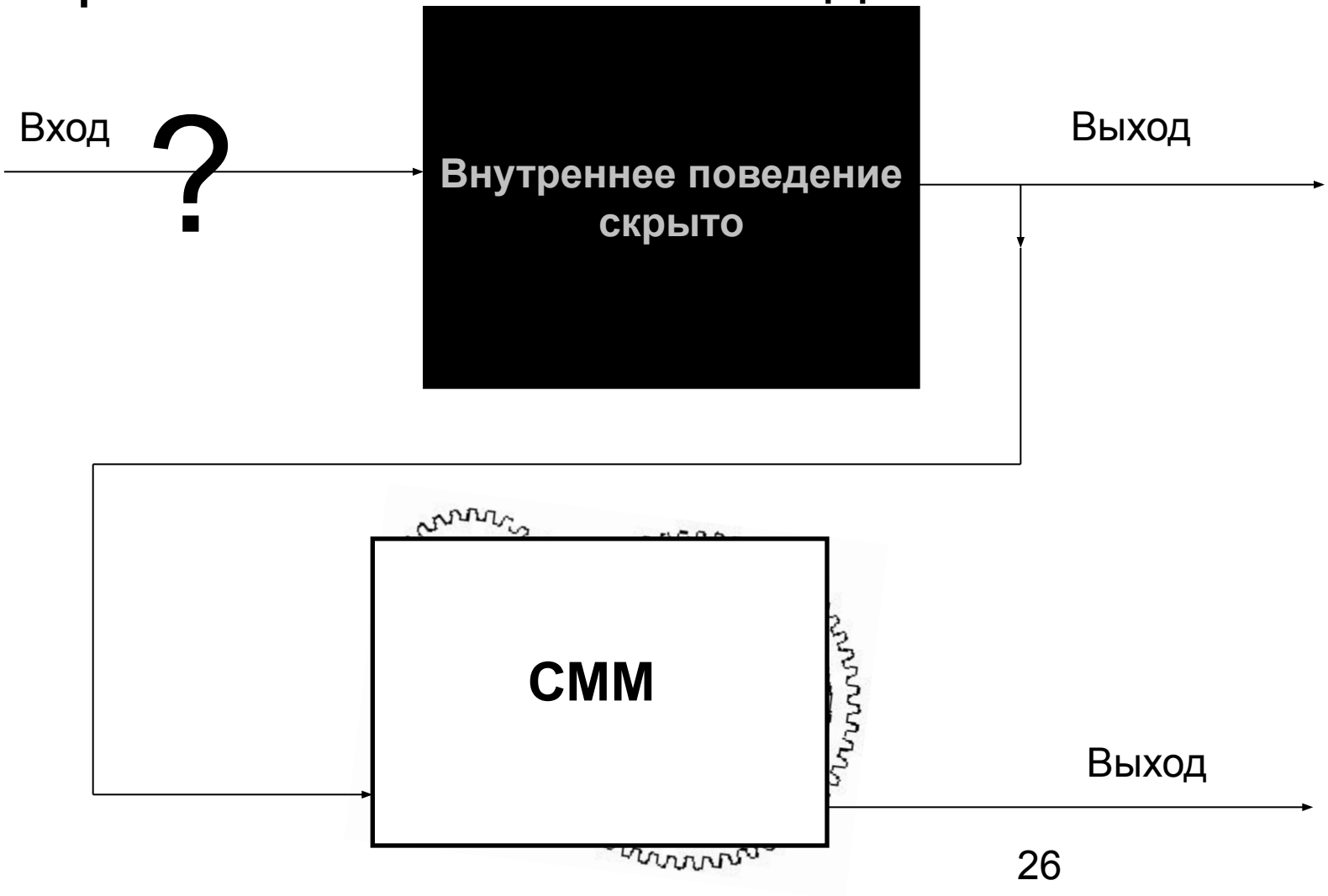
1. Для заданной модели вычислить вероятность появления некоторой наблюдаемой последовательности.
   [алгоритм вперёд-назад]

2. Для модели и наблюдаемой последовательности определить наиболее вероятную последовательность скрытых состояний. [алгоритм Витерби]

3. Для набора наблюдаемых последовательностей требуется скорректировать матрицы переходов некоторой модели, чтобы эти последовательности были наиболее вероятны в ней. [алгоритм Баума-Уэлша]

Скрытые Марковские модели

Приложение к нашей задаче



Скрытые Марковские модели

Плюсы и минусы

+ Имитирует внутреннюю жизнь моделируемой системы.
+ Простые итерационные алгоритмы обучения.
+ Простота и быстрота работы.
+ Соответствие большинству наших требований
+ Хорошие результаты применения в схожих задачах

- Не учитывается время, прошедшее между сменой состояний.
- Зависимость вероятности перехода лишь от текущего состояний.

Модификации

Что мы хотим, возможно, применить

- Фильтр Калмана

  Алгоритм для работы СММ с непрерывными зашумленными наблюдаемыми состояниями.

- Многоуровневые СММ

  Строится каскад СММ, где каждый следующий уровень генерирует наблюдаемые последовательности для предыдущего.

- Иерархические СММ

  СММ, где каждое состояние может само являться ИСММ

End of file

Спасибо за внимание!

Вопросы?