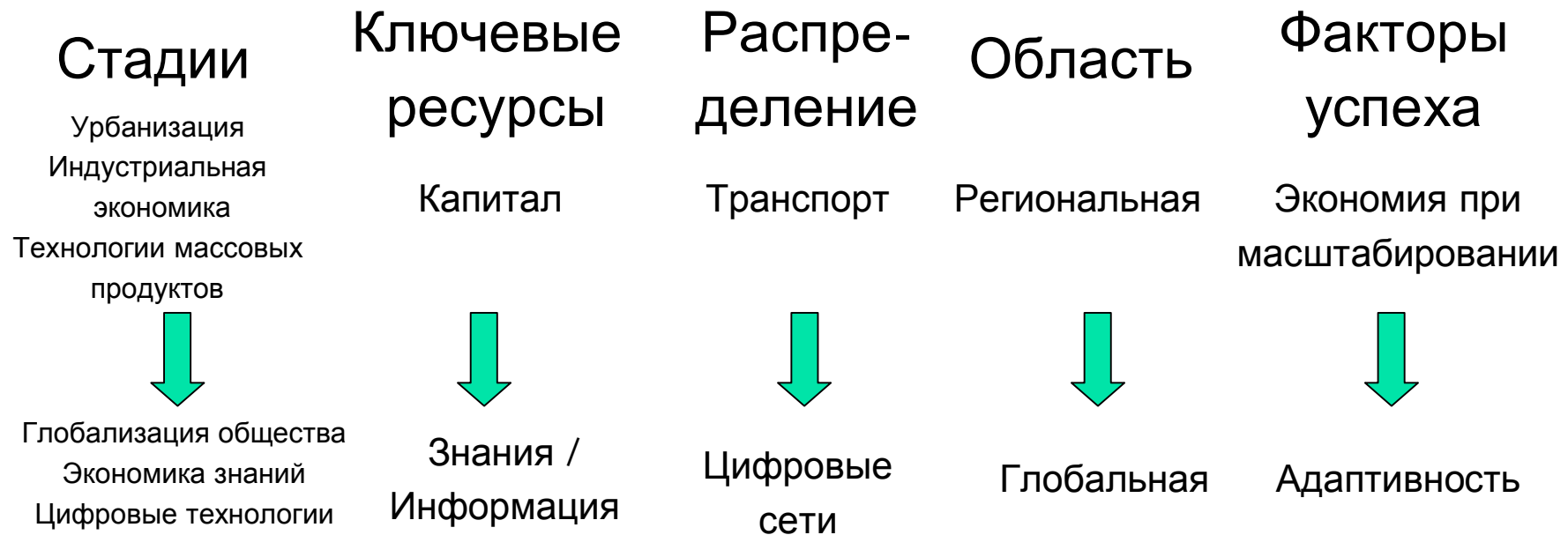


Рандомизация, усреднение и мультиагентные технологии в data mining и управлении

Олег Николаевич Граничин
Санкт-Петербургский
государственный университет

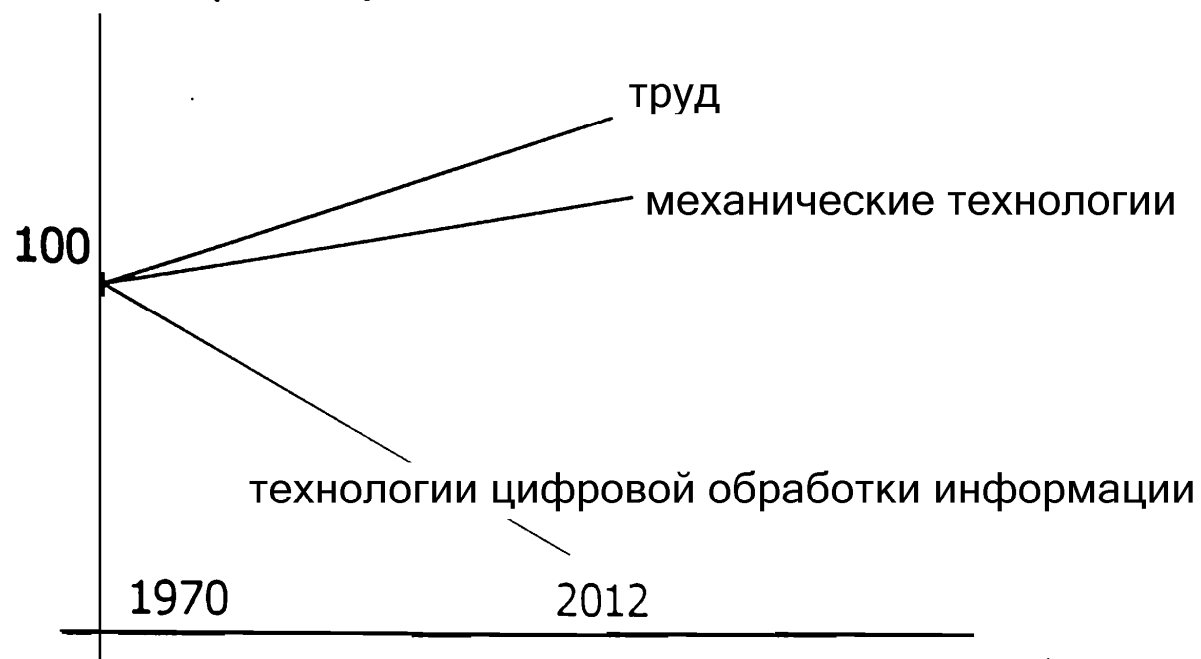
Сдвиги в технологиях XXI в.



- Степень сложности в экономике и обществе растет

Цифровые технологии в сравнении с механическими

Цена на единицу полезности



Санкт-Петербург, 2013 г.



Следствия роста сложности

Для живущих и работающих в сложных условиях частых непредсказуемых разрушительных событий

- хорошо структурированные общества и бизнесы не могут реагировать быстро на непредвиденные события
- неопределенности генерируют тревогу
- неопределенности дают возможности

Принятие решений в реальном времени

Критические факторы:

- скорость – надо принять и реализовать решение до наступления следующего «разрушительного» события
- интеллект (природные и/или искусственный) – надо достичь цели в условиях неопределенности

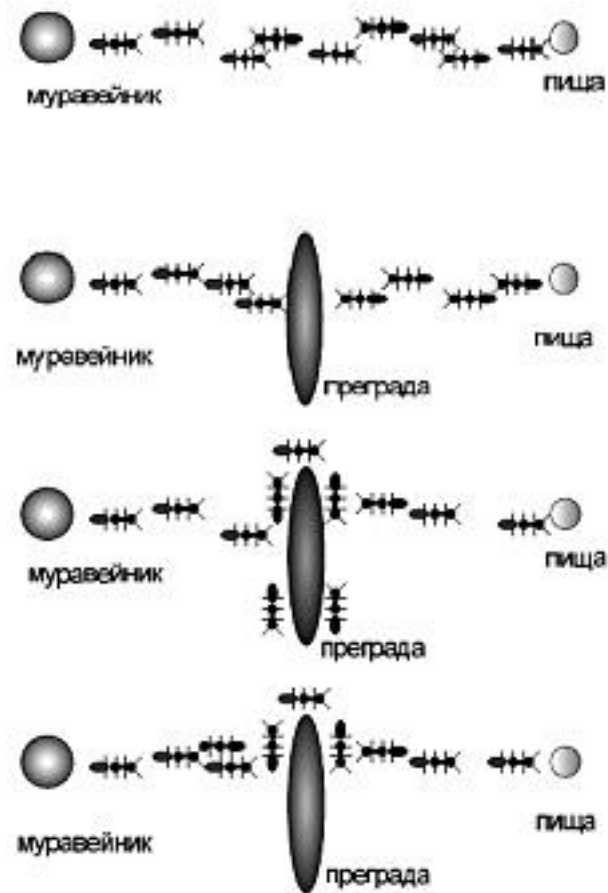


Интеллект

Интеллект – это то, что

- отличает человека от компьютера, действующего строго по заложенной в него программе,
- позволяет человеку ориентироваться в сложной обстановке, иметь дело с нечетко поставленными задачами, адаптироваться к меняющимся условиям.

А есть ли интеллект у колонии муравьев?



Информационные технологии



Санкт-Петербург, 2013 г.

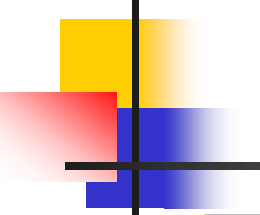


Смена парадигмы

Надо ли разделять

- процессы обработки данных
- и управления?

Соединение процессов обработки данных и управления



Примеры:

- Эффективность замкнутых стратегий в условиях неопределенностей
- Усреднение наблюдений и рандомизация
- Мультиагентные технологии

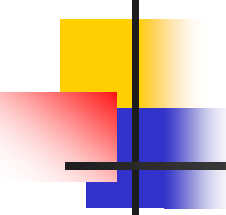


Информация, сигналы, данные, знания и управления

- Что такое



Информация ?

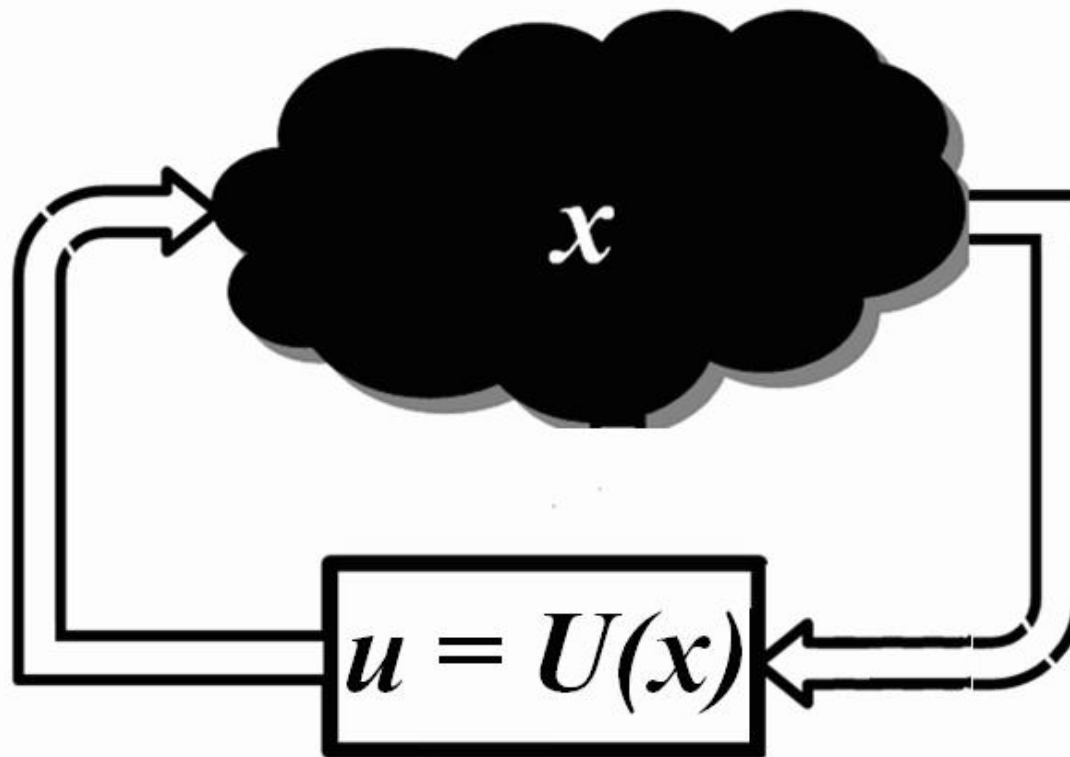


Обратная связь по состоянию

- x – информация (состояние системы)
- u – управление

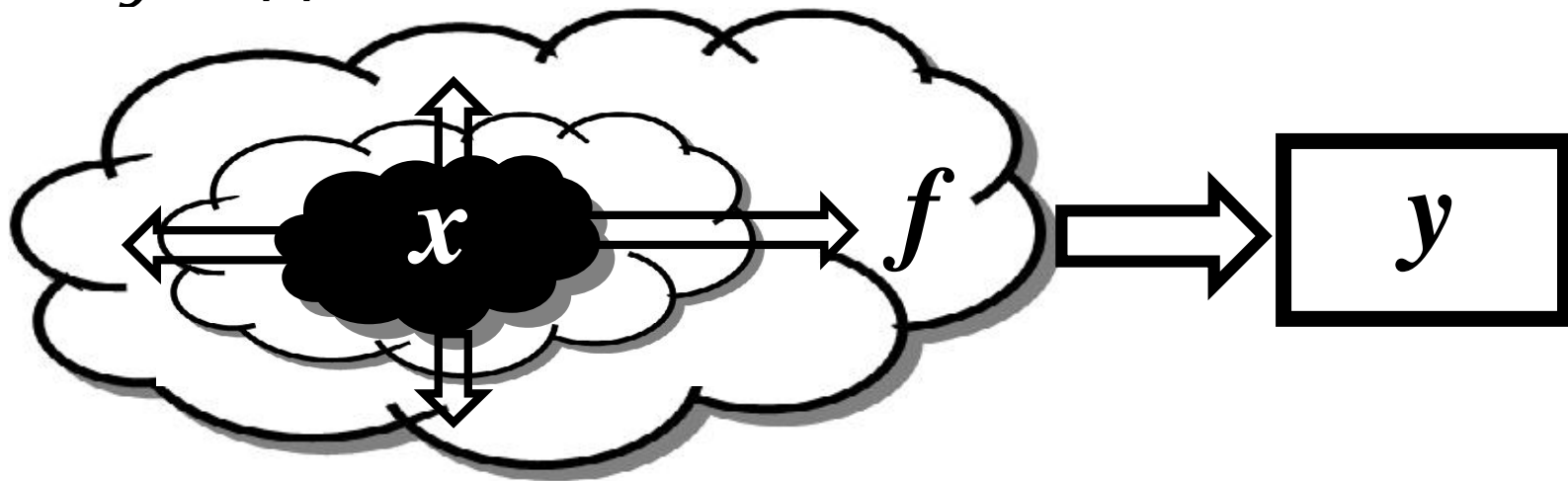
$$u = U(x)$$

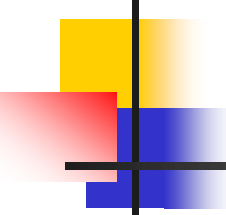
Взаимное влияние информации и управления



Сигналы и данные

- f – сигналы
- y – данные





Обратная связь по наблюдениям

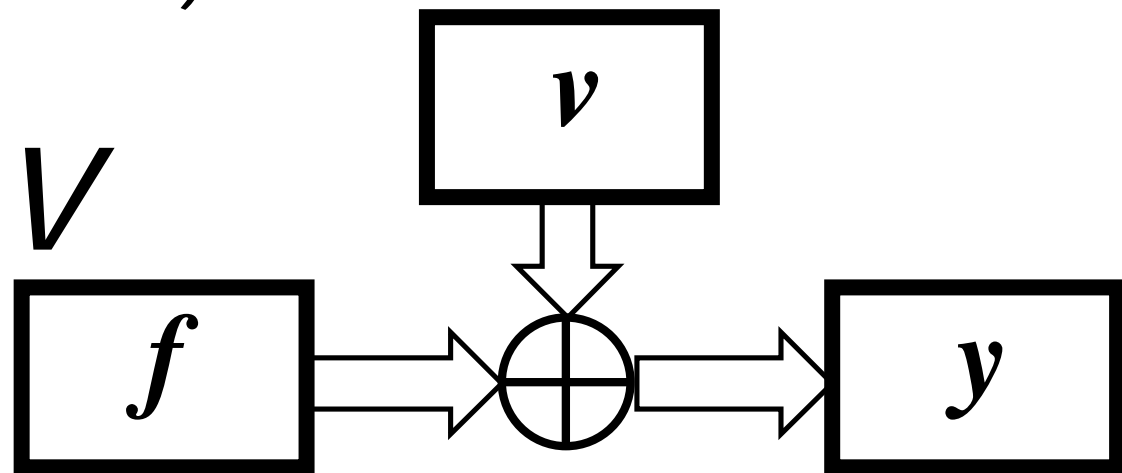
- y – наблюдения (данные)
- u – управление

$$u = U(y)$$

Наблюдения с помехами

- f – сигнал
- y – наблюдения (данные)
- v – ошибки (помехи)

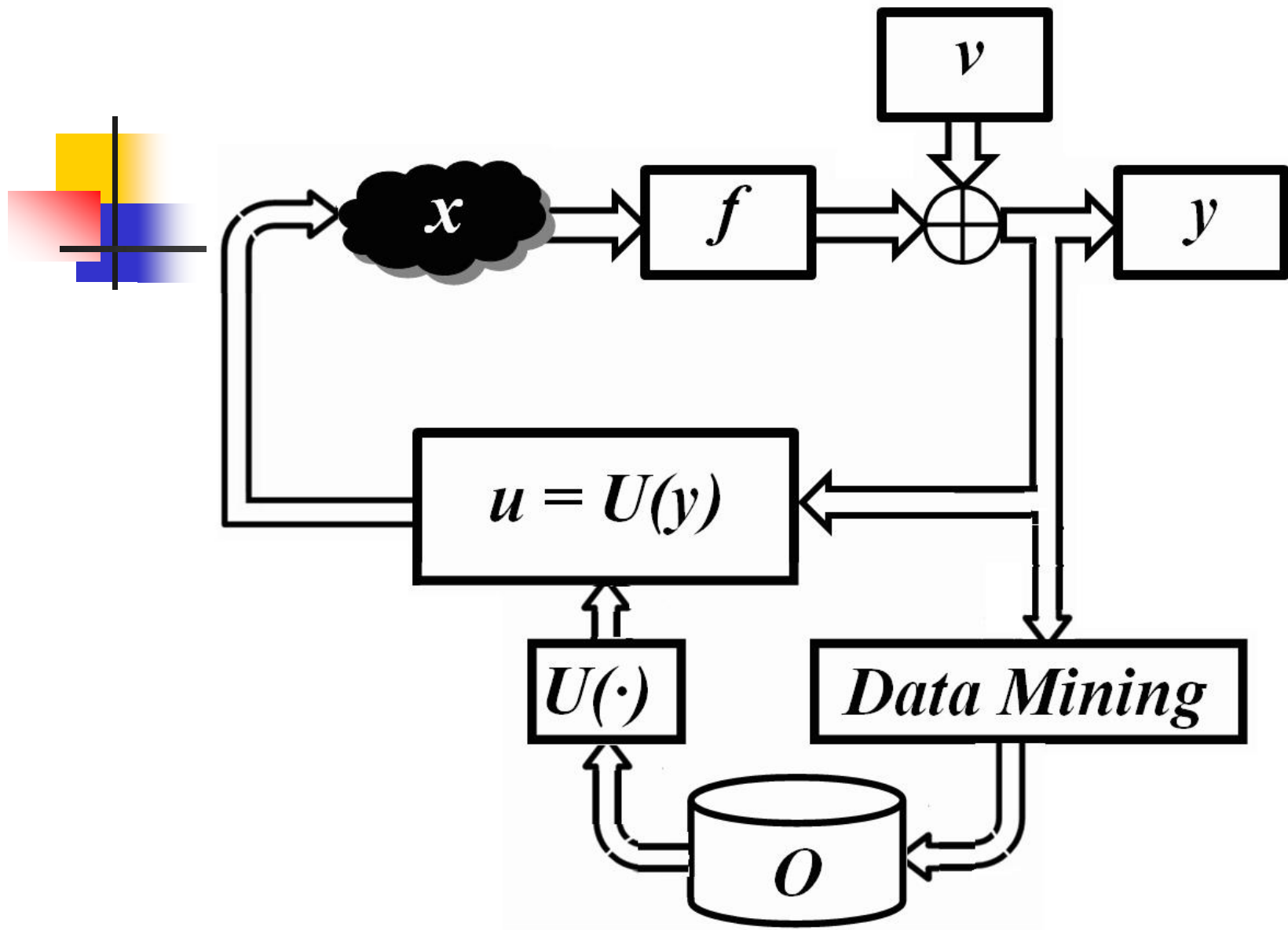
$$y = f + v$$



Типы помех и усреднение наблюдений

$$y = f + V$$

- помех нет
- помехи малы
- помехи малы с течением времени
- помехи гауссовские
- помехи произвольные



Эффективность замкнутых стратегий в условиях неопределенностей

Для ОУ задано $y(0) = 1$, и динамика при $t = 1, 2$ описывается уравнением

$$y(t) + ay(t-1) = u(t-1) + v(t)$$

с неопределенностями $v(t)$ и a двух типов:

- динамические возмущения $v(t)$ неизвестны и ограничены для всех t : $|v(t)| \leq 1$, но могут меняться со временем;
- коэффициент модели a также неизвестен и ограничен: $1 \leq a \leq 5$, но он не может изменяться со временем.

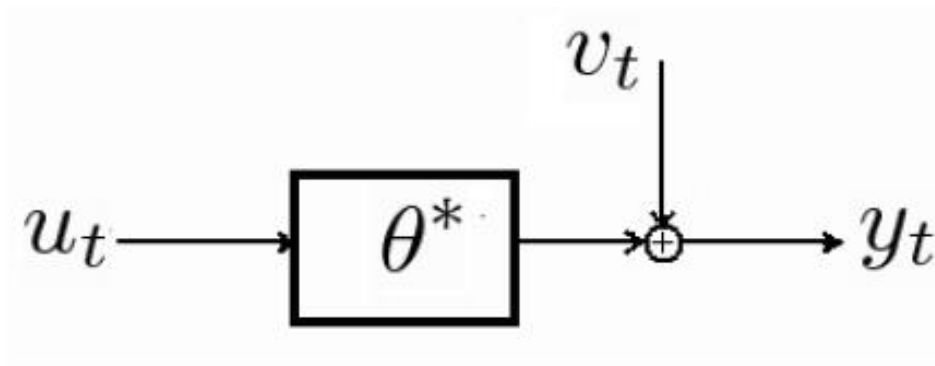
Можно выбирать входы $u(0)$ и $u(1)$. Цель – минимизировать $|y(2)|$.

При сравнении качества минимаксной оптимизации для двух классов допустимых стратегий управления:

- программных (всевозможные пары $u(0), u(1)$) и
- замкнутых (в которых в момент времени $t = 1$ можно использовать наблюдение $y(1)$ и управление $u(0)$), получаются два существенно разных ответа

8,25 и 2,125

Пример: оценивание неизвестного параметра



$$y_t = \theta^* \cdot u_t + v_t,$$

- можно выбирать входы (управления) u_t
- измерять выходы y_t , $t = 1, 2, \dots, N$

Модель эксперимента

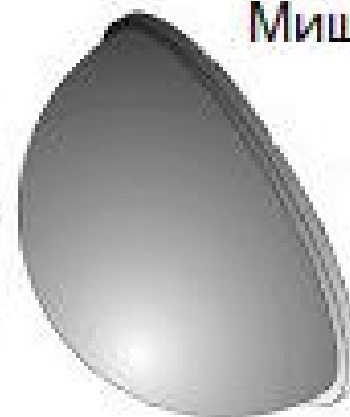
Инжектор



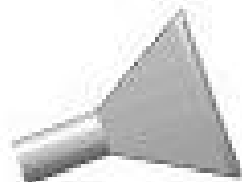
и



Мишень



Детектор



и

и



Помеха

При произвольных внешних помехах

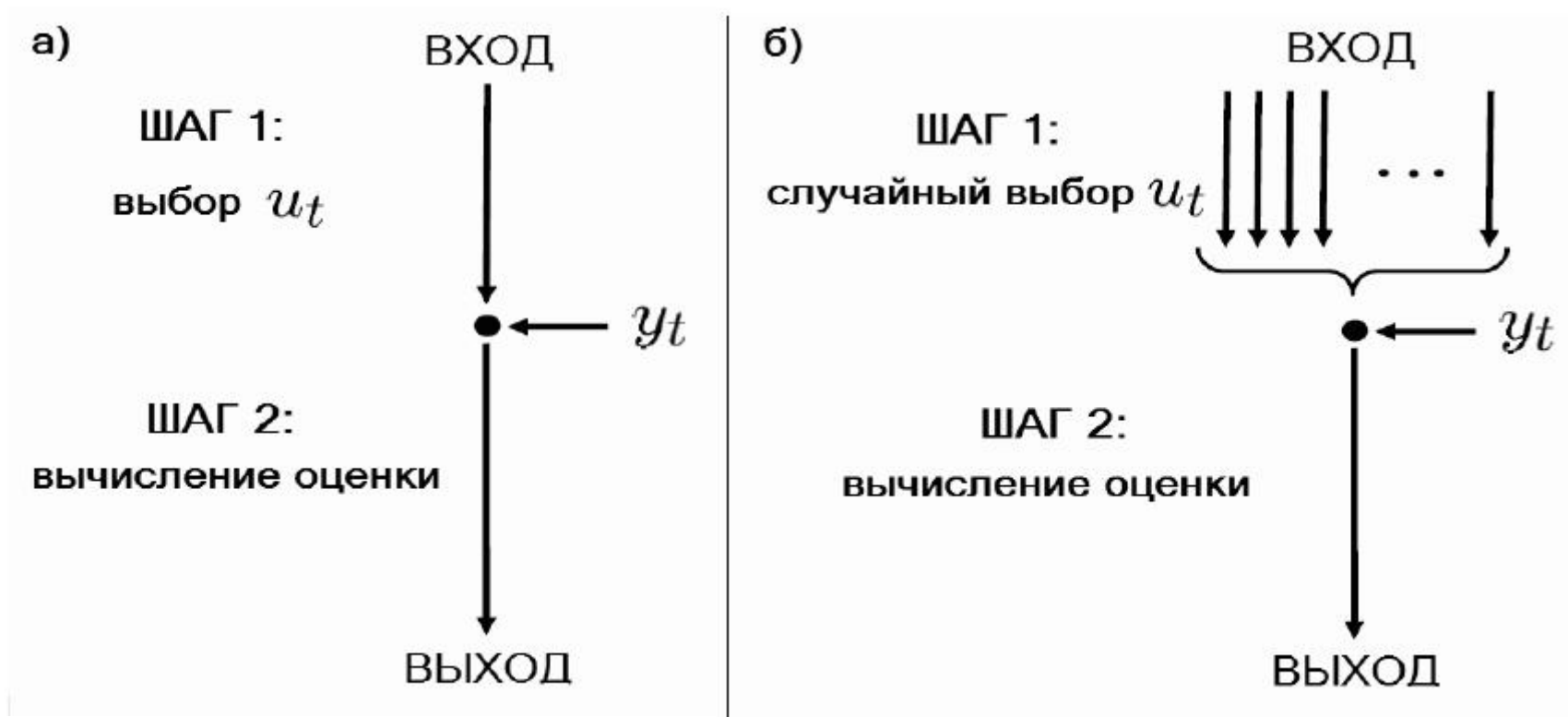
НЕТ РЕШЕНИЯ в классе

детерминированных алгоритмов!

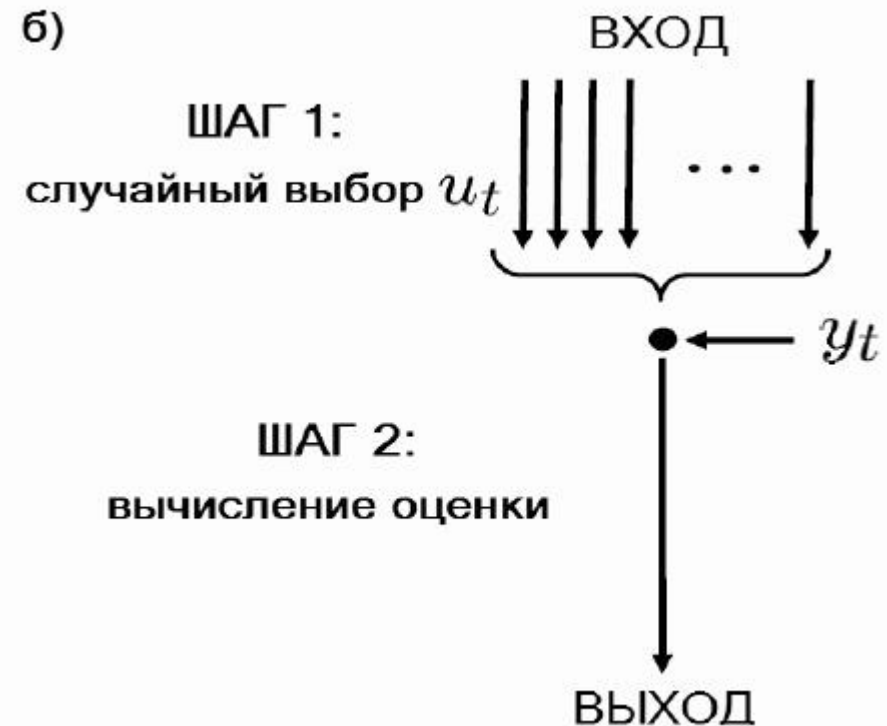
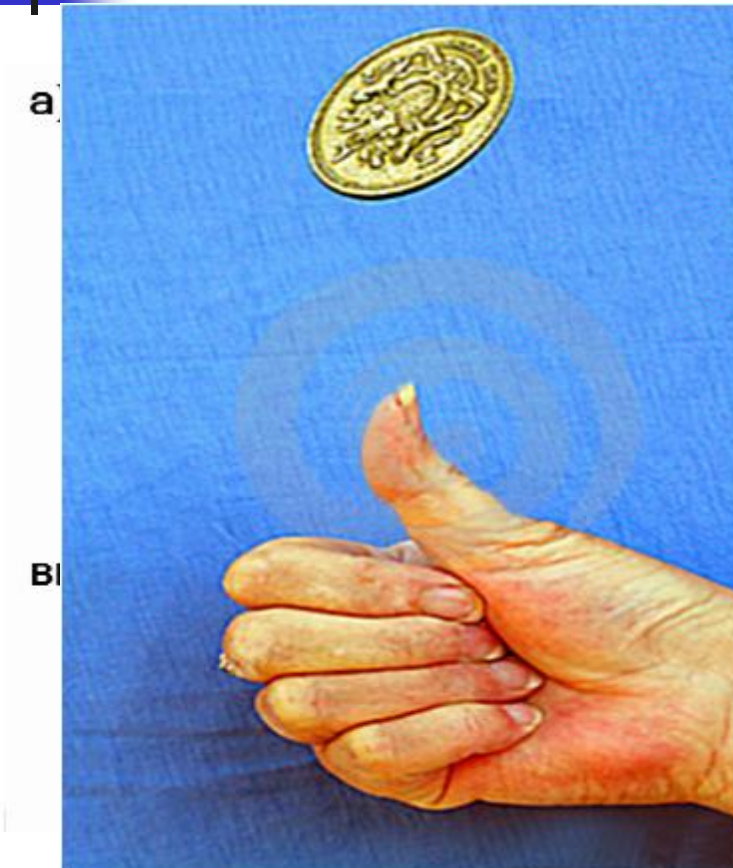
$$\theta^* = 3$$

t	1	2	3	4	5	6	7
u_t	1	1	1	1	1	1	1
$v_t = rand() - 0.5$							
y_t	2.9	2.8	3.2	3.3	2.6	3.4	2.7
$\hat{\theta}_t$	2.9	2.85	2.97	3.05	2.96	3.03	2.99
$v_t = rand() - 0.5 + m, m = 1$							
y_t	3.9	3.8	4.2	4.3	3.6	3.9	4.2
$\hat{\theta}_t$	3.9	3.85	3.97	4.05	3.96	4.03	3.99

Два типа алгоритмов



Два типа алгоритмов





«Обогащенные» наблюдения

На первом шаге

$$u_t = \begin{cases} +1, & \text{с вероятностью } \frac{1}{2}, \\ -1, & \text{с вероятностью } \frac{1}{2}, \end{cases}$$

На втором шаге формируем величины

$$\bar{y}_t = u_t \cdot y_t.$$

Для “новой” последовательности наблюдений

$$\bar{y}_t = \theta^* \cdot \bar{u}_t + \bar{v}_t, \quad \bar{u}_t = u_t^2 \text{ и } \bar{v}_t = u_t \cdot v_t.$$

Предварительный результат

$$\theta^* = 3$$

t	1	2	3	4	5	6	7
u_t	-1	1	-1	1	1	1	-1
$v_t = rand() - 0.5 + m, m = 1$							
y_t	-2.1	3.8	-1.8	4.3	3.6	4.4	-2.3
\bar{u}_t	1	1	1	1	1	1	1
\bar{y}_t	2.1	3.8	1.8	4.3	3.6	4.4	2.3
$\hat{\theta}_t$	2.1	2.95	2.57	3.00	3.12	3.33	3.19

Гарантированное множество

1. Пусть $M = 8$, выберем случайно семь ($= M - 1$) разных групп по четыре индекса T_1, \dots, T_7 .
2. Вычислим семь частичных сумм $\bar{s}_i = \sum_{j \in T_i} \bar{y}_j$, $i = 1, \dots, 7$.
3. Сформируем доверительный интервал

$$\hat{\Theta} = [\min_{i \in 1:7} \bar{s}_i; \max_{i \in 1:7} \bar{s}_i],$$

содержащий θ^* с вероятностью $p = 75\%$ ($= 1 - 2 \cdot 1/M$).

Результат

i	T_i	\bar{s}_i
1	{2, 3, 4, 5}	3.375
2	{1, 3, 4, 6}	3.15
3	{2, 3, 5, 6}	3.4
4	{1, 2, 6, 7}	3.15
5	{1, 4, 5, 7}	3.075
6	{2, 3, 5, 7}	2.875
7	{1, 4, 6, 7}	3.275

- интервал $\hat{\Theta} = [2.875; 3.4]$ содержит θ^* с вероятностью $p = 75\%$,

Student Best Paper Finalist

Konstantin Amelin

Is hereby selected as a

Student Best Paper Finalist
at the 2012 American Control Conference
June 27–29, Montréal, Canada

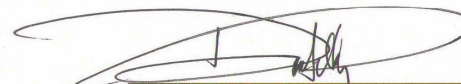
for authoring and presenting the paper

**“Randomized Controls for Linear Plants and Confidence Regions
for Parameters under External Arbitrary Noise”**

on behalf of the 2012 ACC Student Best Paper Committee



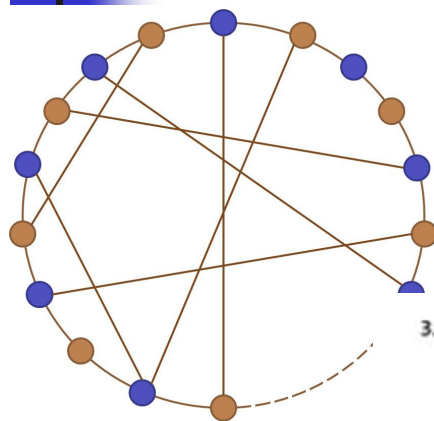
Tariq Samad, General Chair



Dawn Tilbury, Program Chair



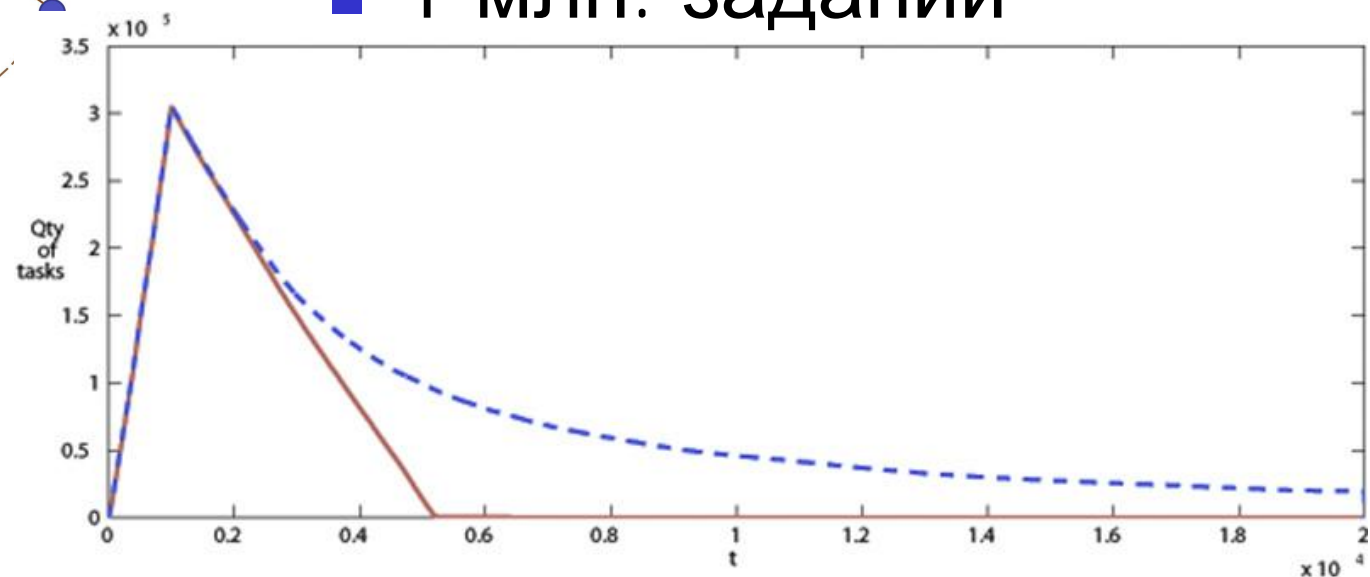
Мультиагентные технологии



Сеть из 1024 узлов

■ 2048 связей

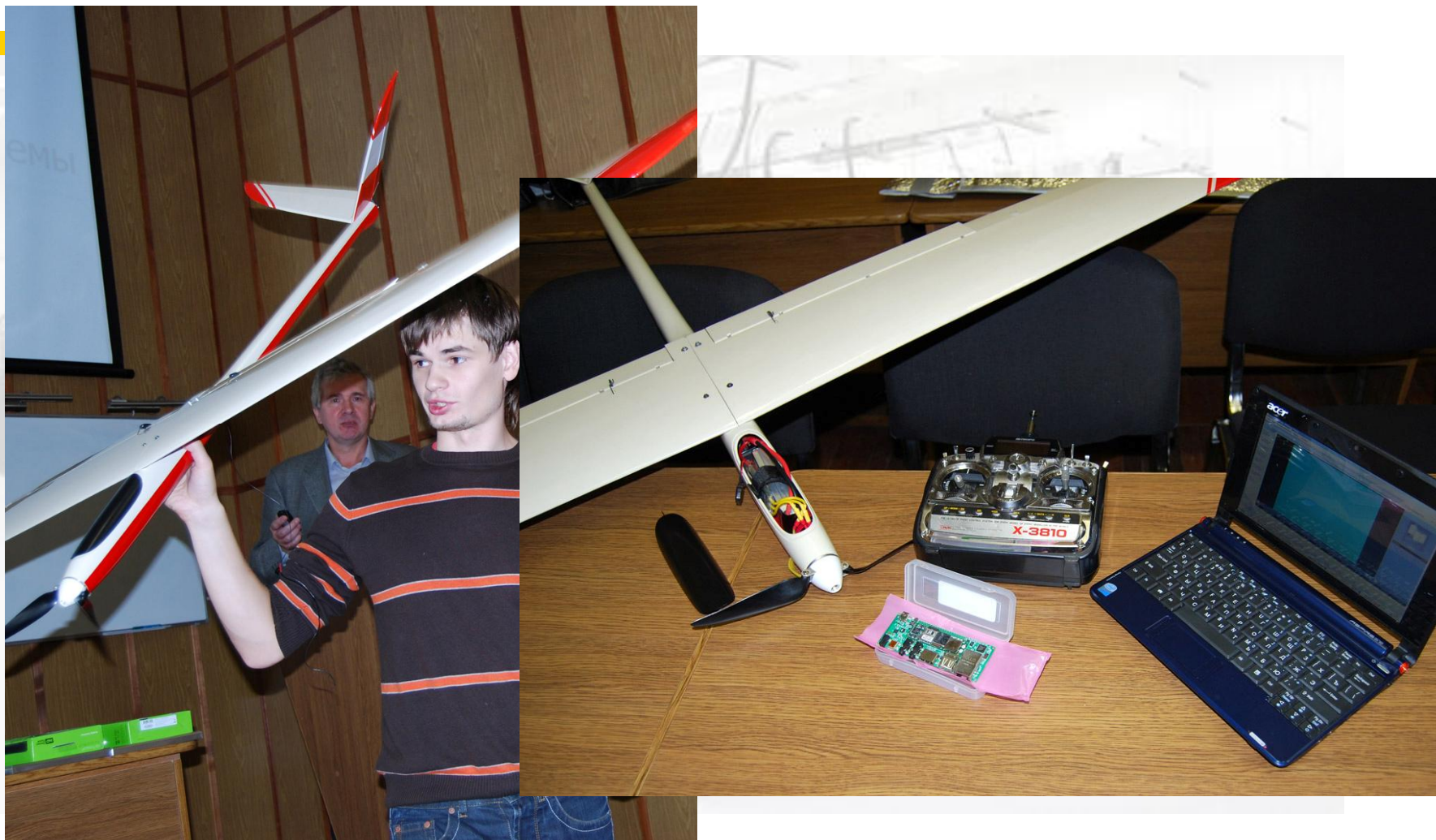
■ 1 млн. заданий



Санкт-Петербург, 2013 г.

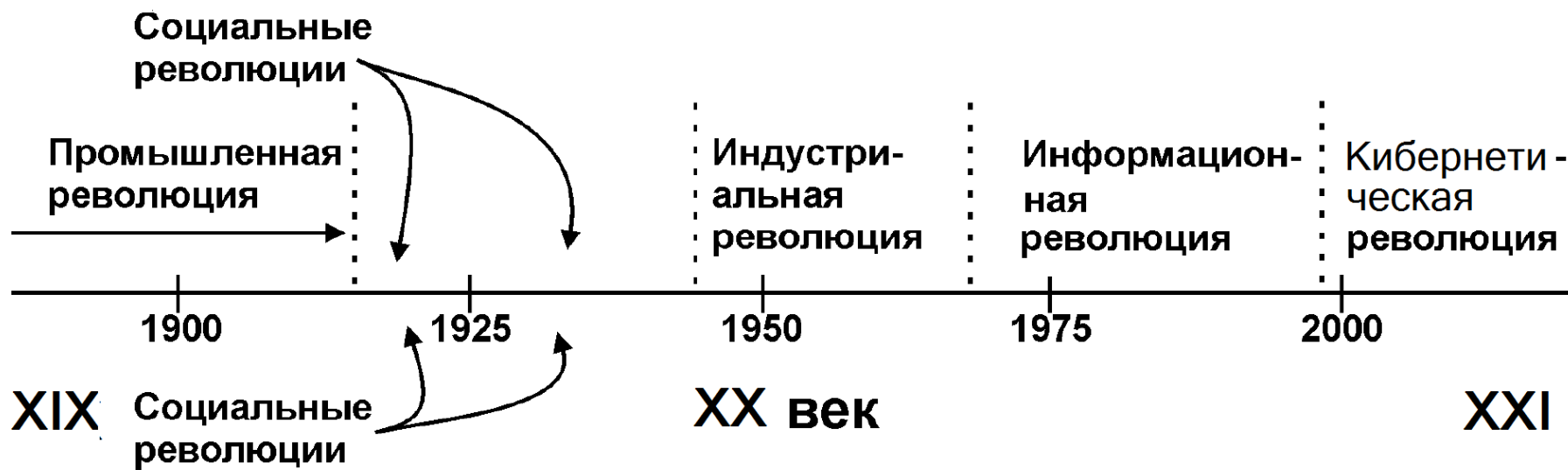


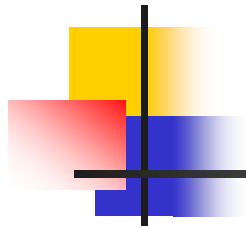
Разработка мультиагентной системы для БПЛА



Санкт-Петербург, 2013 г.

Кибернетическая революция

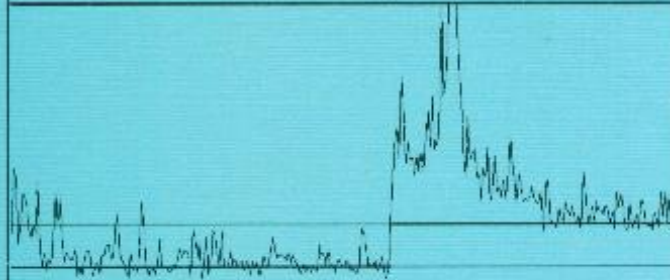




СТОХАСТИЧЕСКАЯ ОПТИМИЗАЦИЯ В ИНФОРМАТИКЕ

Межвузовский сборник

Под редакцией проф. О. Н. Граничина



ИЗДАТЕЛЬСТВО С.-ПЕТЕРБУРГСКОГО УНИВЕРСИТЕТА

Санкт-Петербург, 2013 г.

САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ



Благодарю за внимание!

Вопросы?

Санкт-Петербург, 2013 г.