



Контуры цифровой реальности

Г.Г. Малинецкий

Заведующий отделом моделирования нелинейных процессов
Института прикладной математики
им. М.В. Келдыша РАН



II Международная научная конференция
«Конвергентные когнитивно-
информационные технологии»
24.11.2017





Институт прикладной математики им.М.В.Келдыша РАН

Главные решенные задачи

- Совершенствование атомной и водородных бомб (в Атомном проекте СССР участвовало 800 тыс. человек, Минсредмаш)
- Обеспечение космических полетов (1,5 млн. человек, 1200 заводов, Минобщемаш)
- Разработка систем управления сложными объектами

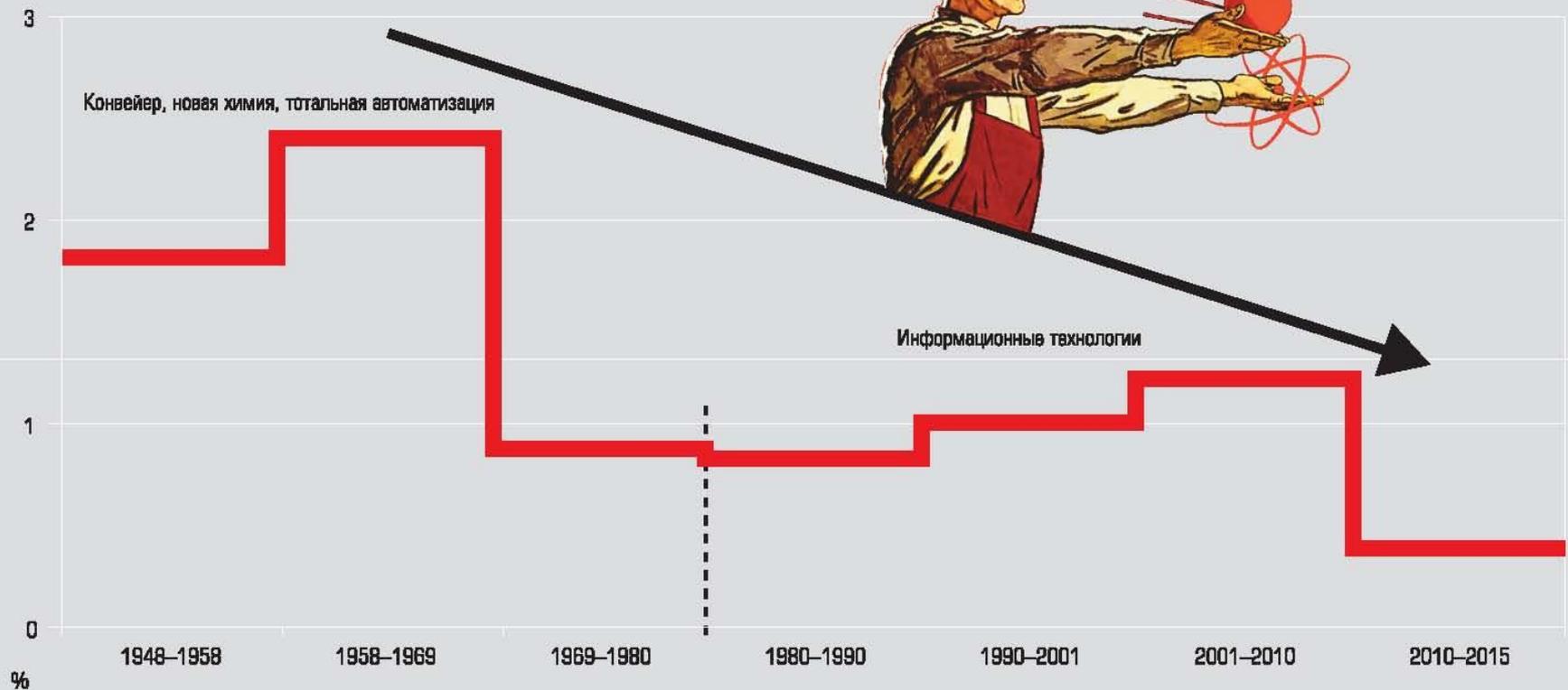


С.П.Королев,
И.В.Курчатов,
М.В.Келдыш

Технологический прорыв или война?

Темпы роста мультифакторной производительности в 1948–2015 годах

График 4



Источник: Бюро статистического анализа США

Карты будущего



Новое Средневековье



Космическая экспансия



Прорыв в виртуальную
реальность



Путь Аватара

Традиция Лейбница. Машины и управление

«Математика – наука о
ВОЗМОЖНЫХ мирах»

«Считающие машины»

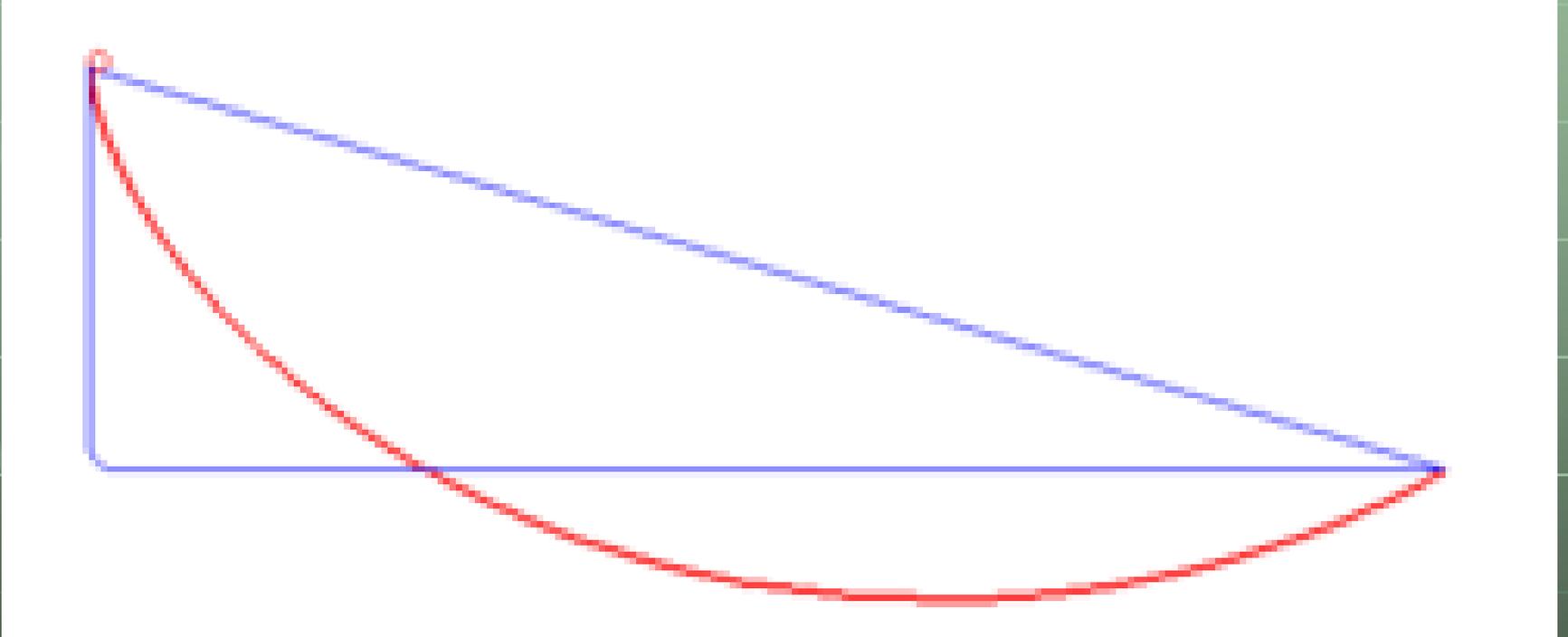
$$\frac{d}{dx} \int_a^x f(y) dy = f(x)$$

В.Г.Лейбниц
(1646-1716)

$$\frac{\pi}{4} = 1 - \frac{1}{3} + \frac{1}{5} - \frac{1}{7} + \frac{1}{9} \dots$$



Задача о брахистохроне



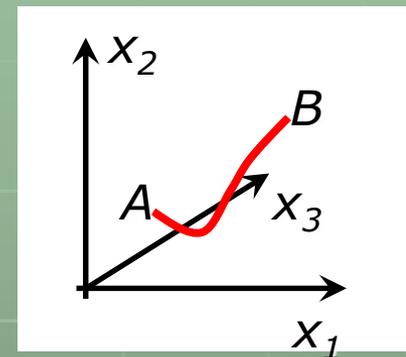
Бернулли, Гюйгенс, Лейбниц, Ньютон, Лопиталь



Л.Эйлер
(1707-1783)

Рождение математической теории управления

Задача управления



$$\dot{x} = f(x, t) + g(t) + h(t, x, g), \quad x(0) = r, \quad \dot{x}(0) = v.$$

Влияние
среды

Управление

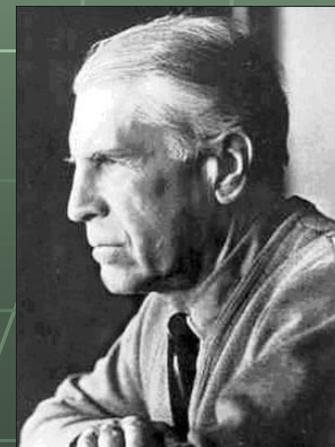
Начальные
условия

$$H(x(t), h(t)) \leq c$$

Ограничения

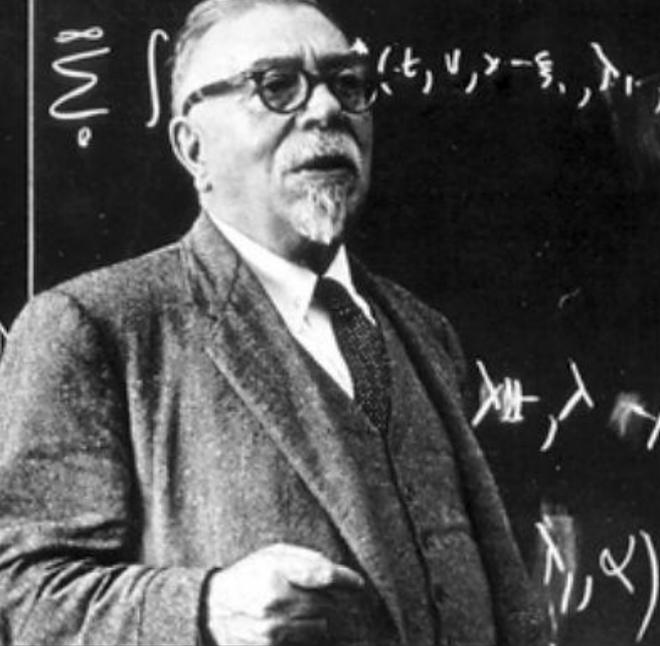
$$L(x(t), h(t)) = \min$$

Качество
управления

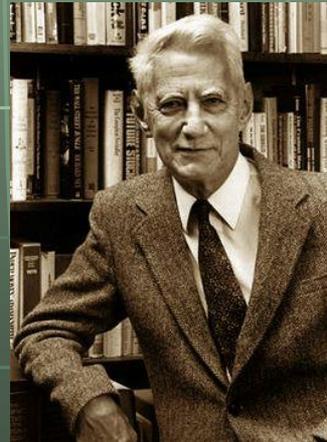
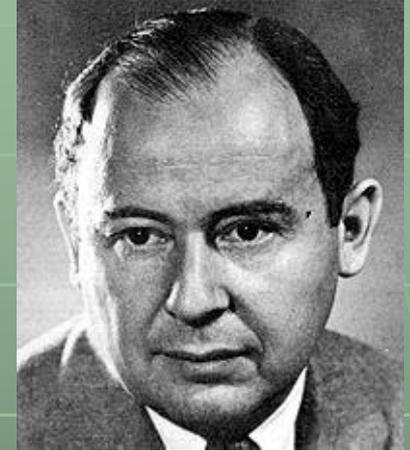
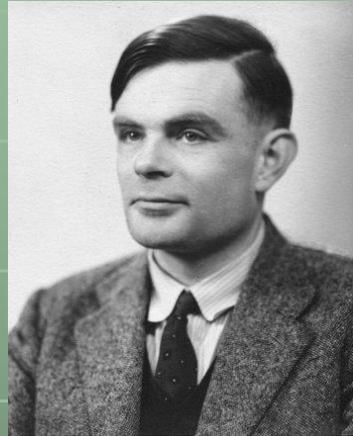


Л.С. Понтрягин
(1908-1988)

Кибернетика



Н. Винер
(1894-1964)



Программа «Цифровая экономика РФ»

- Государственное регулирование
- Информационная инфраструктура
- Исследования и разработки
- Кадры и образование
- Информационная безопасность
- Государственное управление
- Умный город
- Цифровое здравоохранение



Д.А. Медведев



Н.А. Никифоров

Промышленная революция

I. 1760-1840 гг. - железные дороги,
паровой двигатель

II. XIX-XX вв. – электричество,
конвейер

III. 1960-2010 гг. – персональные компьютеры,
интернет

IV. 2015-? – мобильный интернет,
мини-производственные установки,
искусственный интеллект,
обучающиеся машины



Мир Матрицы

ЧЕТВЕРТАЯ
ПРОМЫШЛЕННАЯ
РЕВОЛЮЦИЯ



поворотный момент

%

10% людей носит одежду, подключенную к сети Интернет

91,2

90% людей имеет возможность неограниченного и бесплатного (поддерживаемого рекламой) хранения данных

91,0

1 триллион датчиков, подключенных к сети Интернет

89,2

Первый робот-фармацевт в США

86,5

10% очков для чтения подключены к сети Интернет

85,5

80% людей с цифровым присутствием в сети Интернет

84,4

Производство первого автомобиля при помощи 3D-печати

84,1

Первое правительство, заменяющее перепись населения источниками больших данных

82,9

Первый, имеющийся в продаже имплантируемый мобильный телефон

81,1

90% населения используют смартфоны

89,7

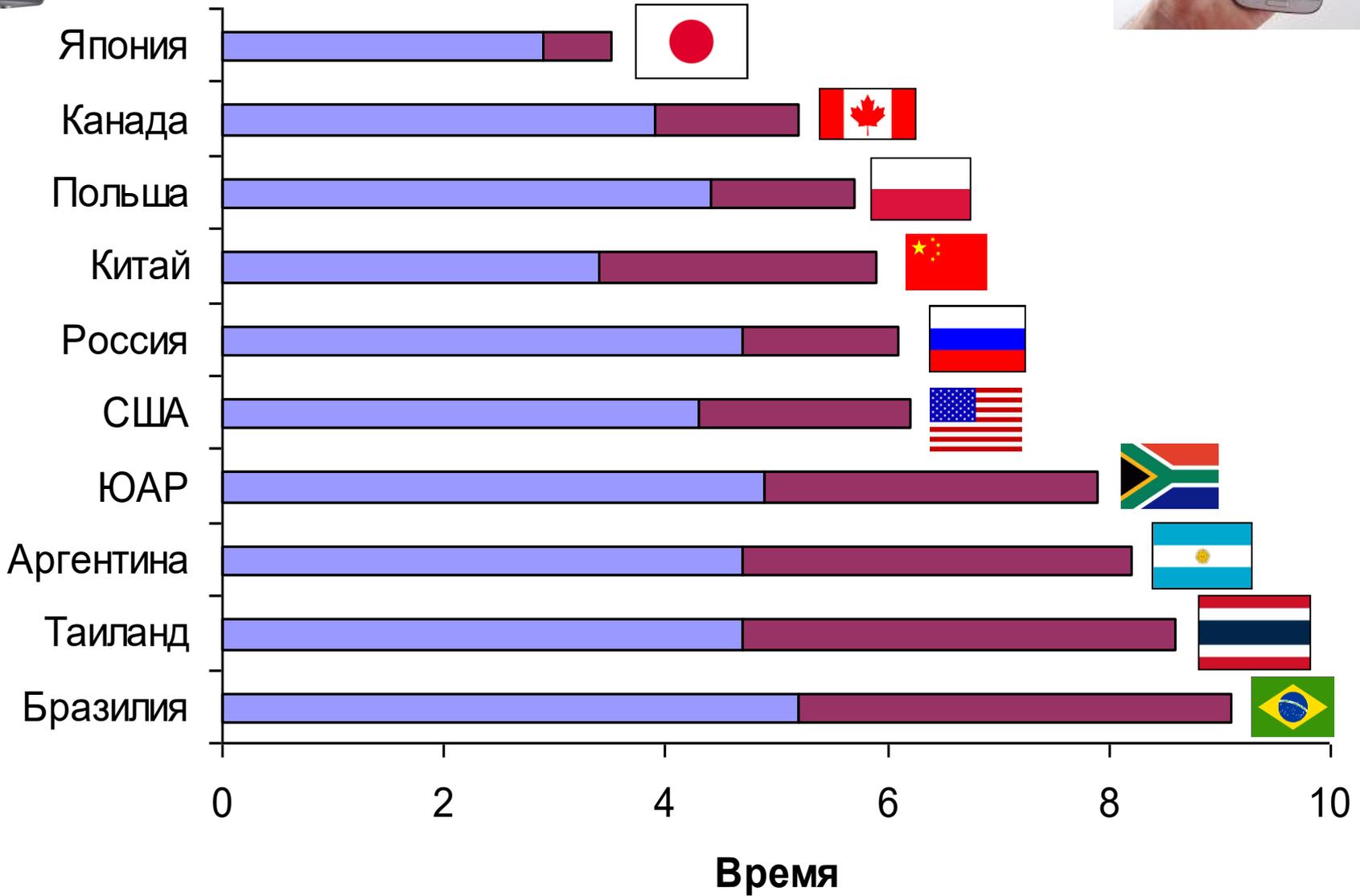
90% населения имеют регулярный доступ к сети Интернет

78,8

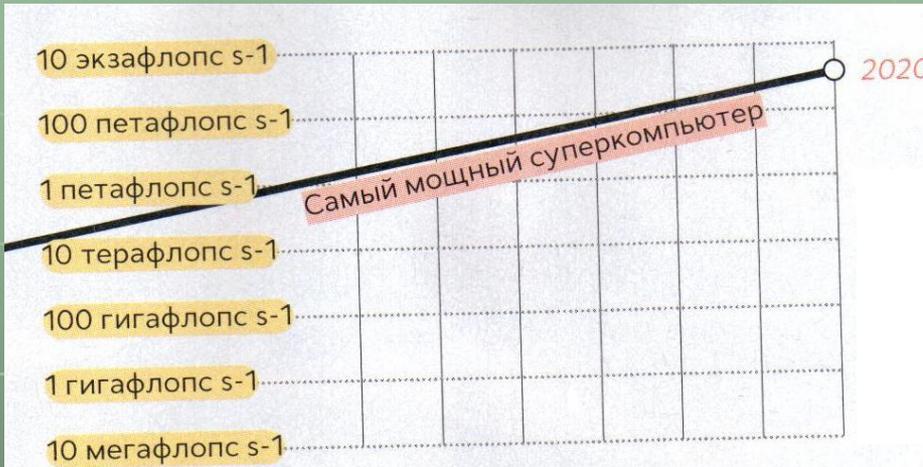


Беспилотные автомобили составляют 10% от общего количества автомобилей на дорогах США	78,2
Первая пересадка печени, созданной с использованием технологии 3D-печати	76,4
30% корпоративных аудиторских проверок проводит искусственный интеллект	75,4
Правительство впервые собирает налоги при помощи цепочки блоков (технологии блокчейн)	73,1
Более 50% домашнего интернет-трафика приходится на долю приложений и устройств	69,9
Превышение количества поездок/путешествий на автомобилях совместного использования над поездками на частных автомобилях	67,2
Первый город с населением более 50000 без светофоров	63,7
10% всемирного валового внутреннего продукта хранится по технологии цепочки блоков (технологии блокчейн)	57,9
Первый робот с искусственным интеллектом в составе корпоративного совета директоров.	45,2

Виртуальная жизнь



Предпосылки индустрии 4.0. Тотальная информатизация



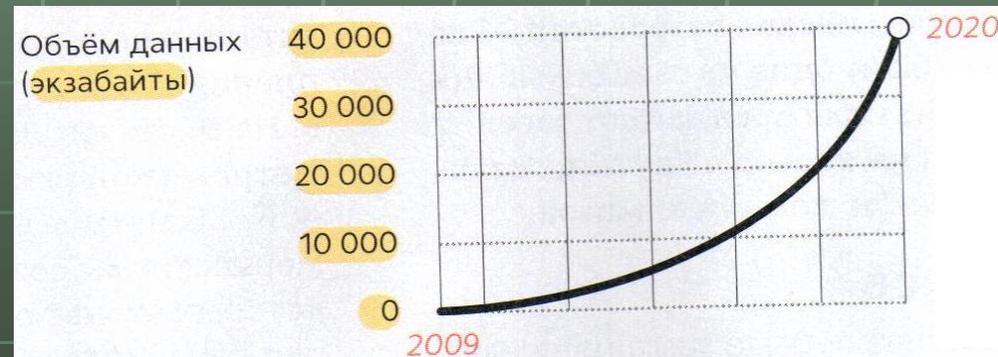
Закон Мура



Ускорение коммуникаций



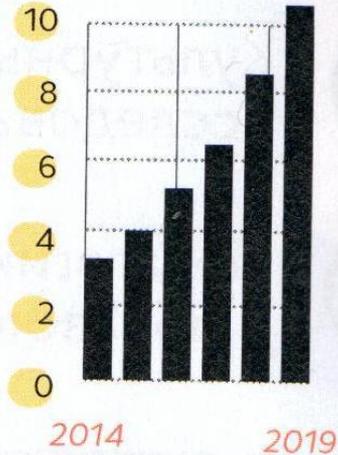
Р. Курцвейл
«20 тысяч за столетие»



Взрыв Больших данных

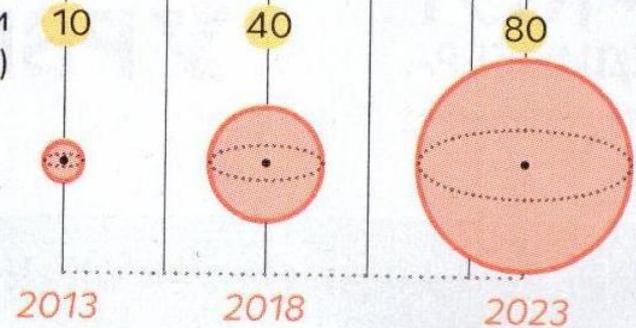
Искусственный интеллект+

Связи между машинами (млрд)



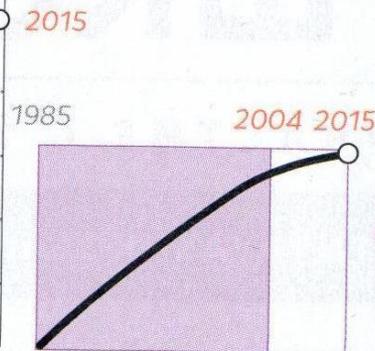
Интернет вещей

Скорость печати (см³/час)

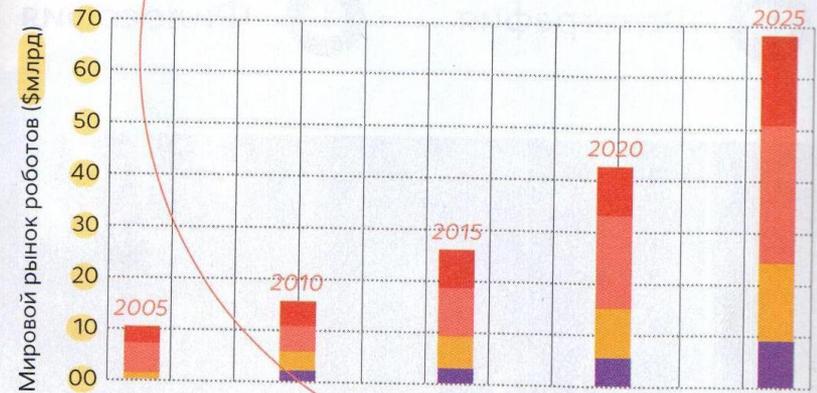


3D принтеры

Количество определённых последовательностей ДНК



Бум в биологии



Мир роботов



Н.Д. Кондратьев
1892-1938

Технологические уклады и путь к модернизации

VI технологический уклад

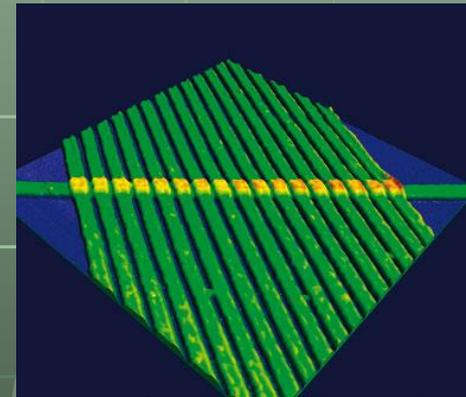
- Биотехнологии
- Нанотехнологии
- Вложения в человека
- Новое природопользование
- Новая медицина

V технологический уклад

- Компьютеры
- Малотоннажная химия
- Телекоммуникации
- Электроника
- Интернет

IV технологический уклад

- Массовое производство
 - Автомобили
 - Самолеты
- Тяжелое машиностроение
 - Большая химия



*В соответствии с теорией
Н.Д. Кондратьева кризисы,
войны и революции
определяются прежде всего
сменой технологических ¹⁷
укладов*

Технологическая основа кризиса

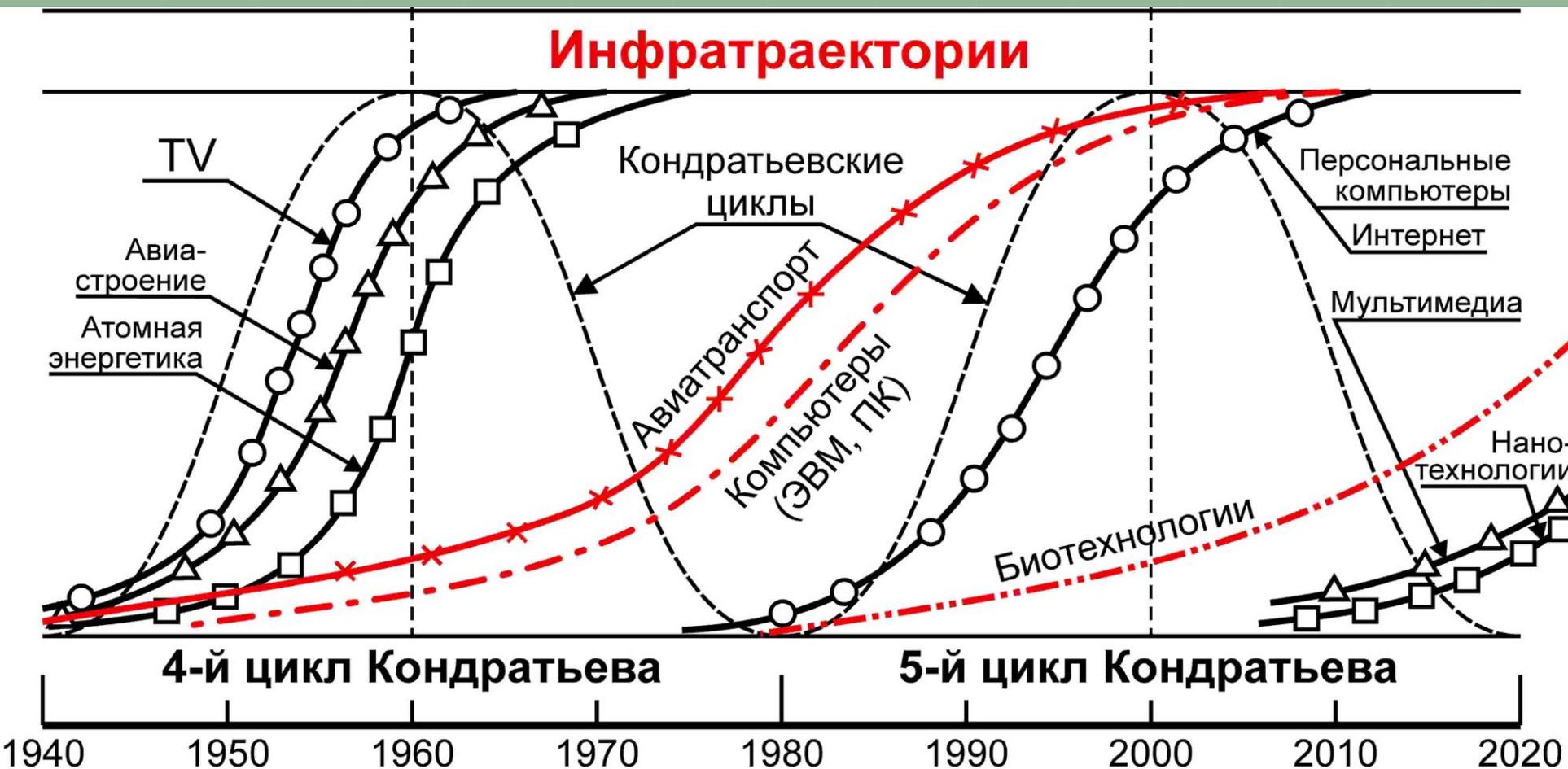
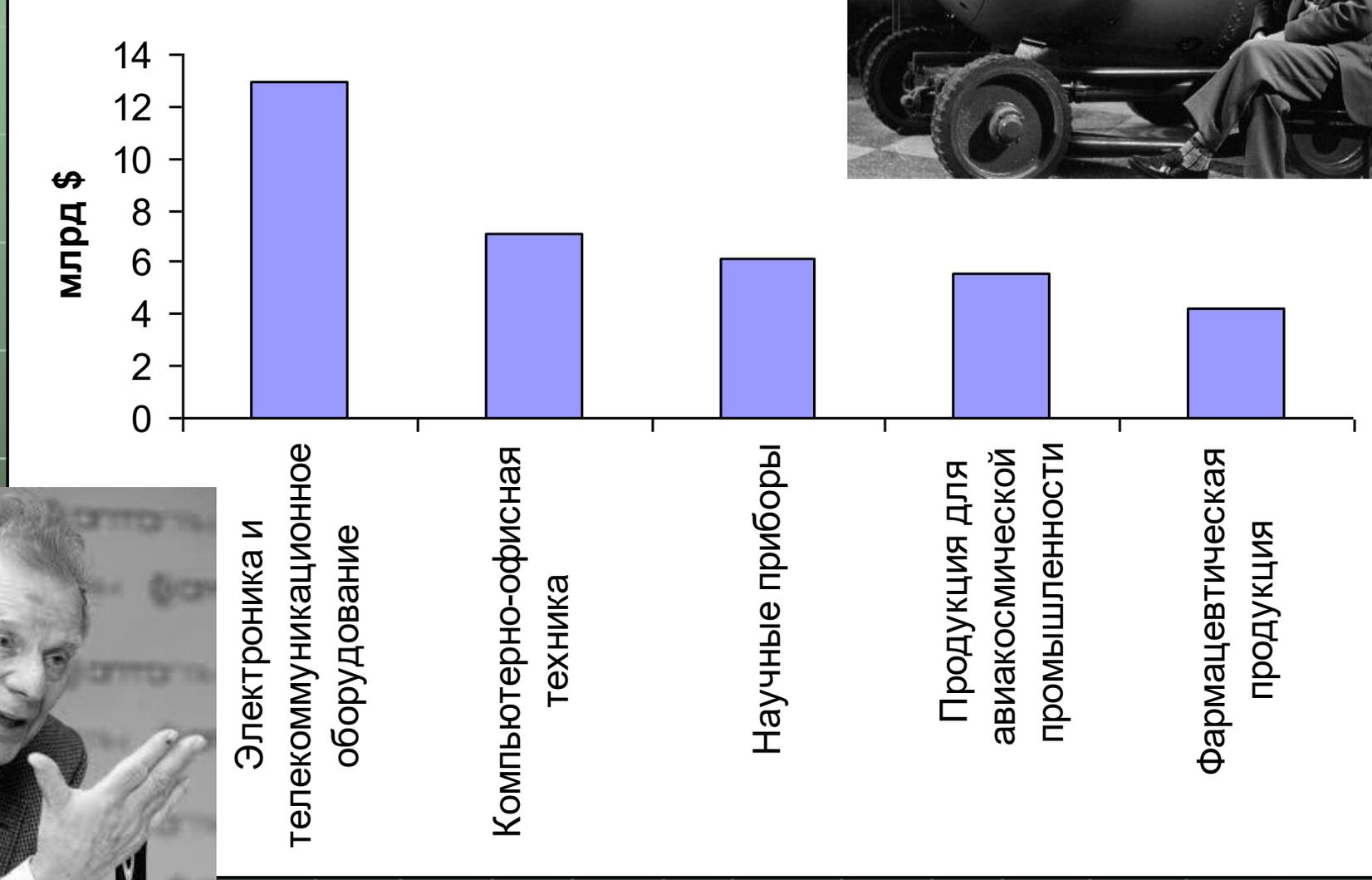
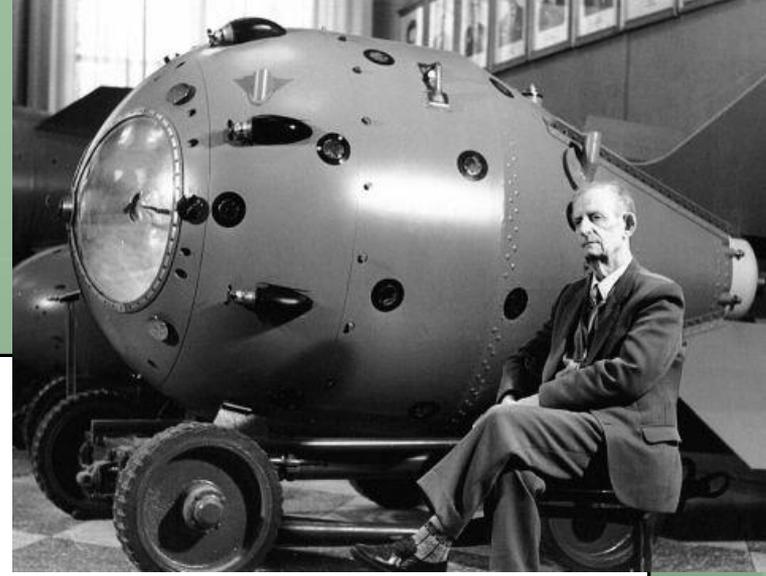
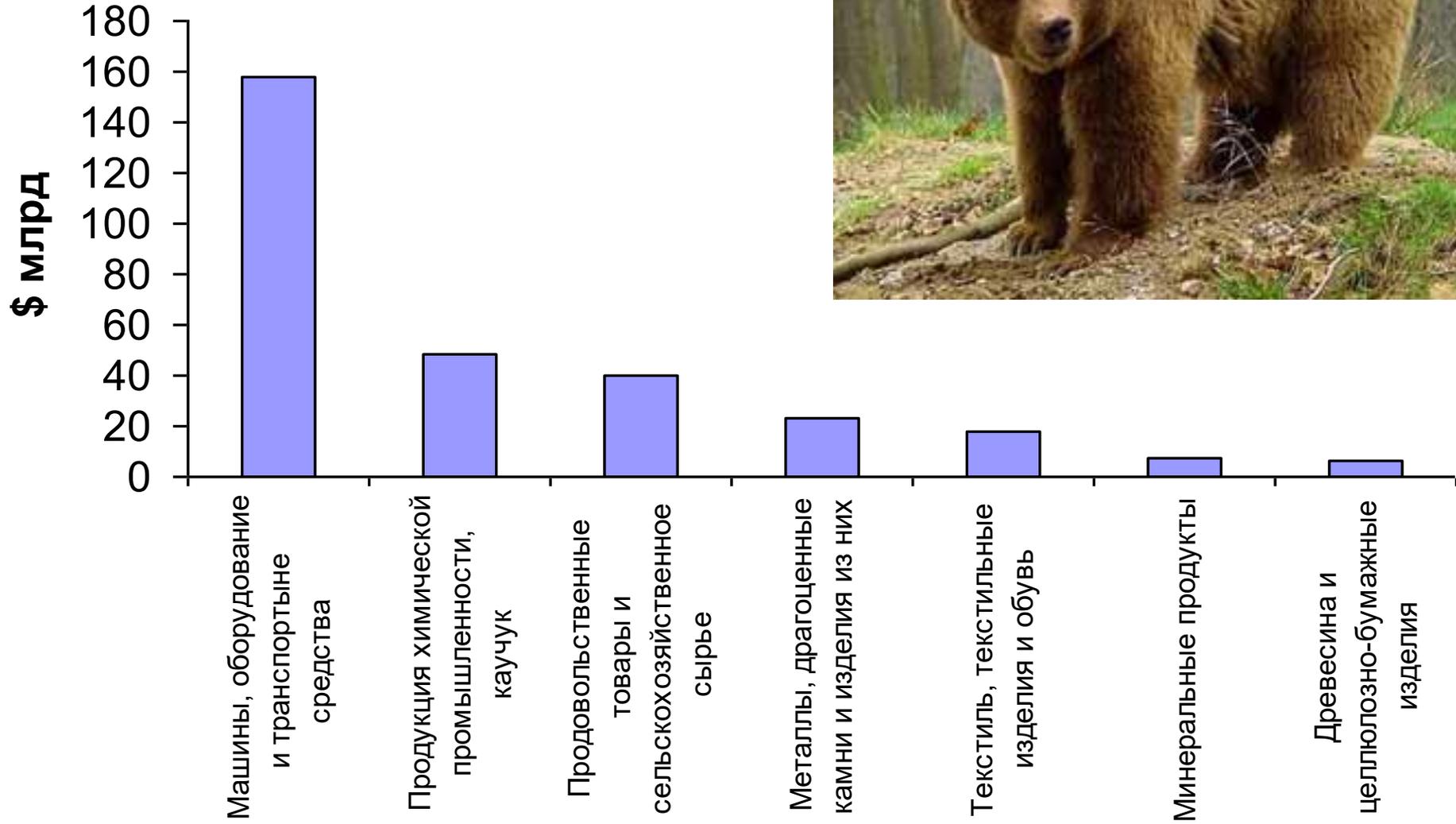


Рис. 3. Диффузия инноваций вдоль подъёмов циклов экономической активности Кондратьева

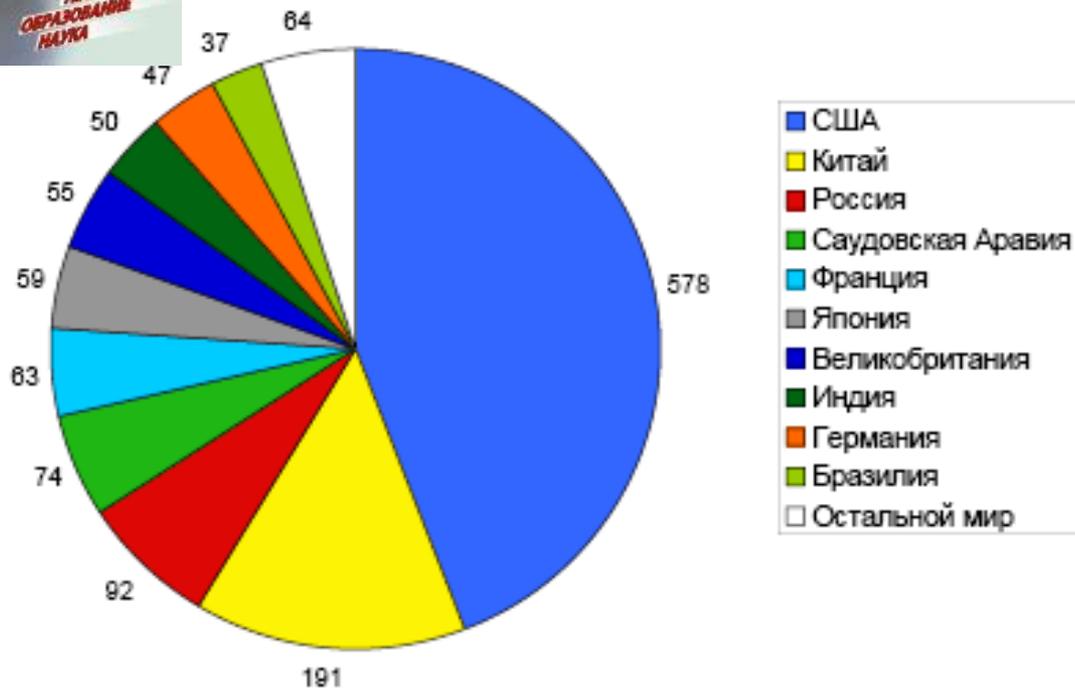
Высокотехнологичные проблемы



Налог на развал – \$ 300 млрд

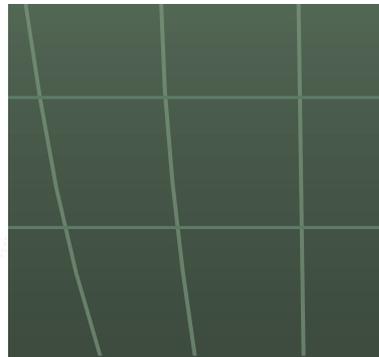
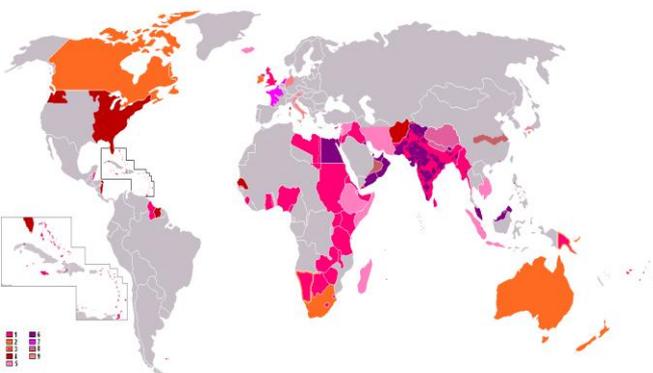


Мир на пути к войне



Мировой ВВП –
\$80 трлн./год

Объем
финансовых
инструментов –
\$800 трлн.



DARPA - Defense Advanced Research Projects Agency

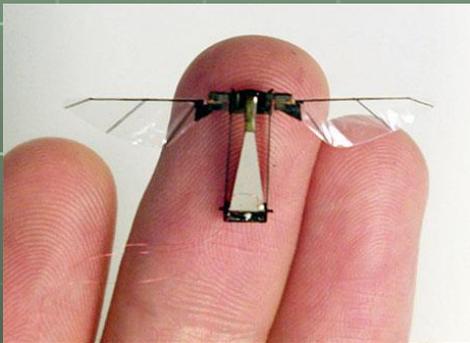
Роботы, передвигающиеся
и балансирующие, как животные



Летающая субмарина



АПЛ Вирджиния



Кибернетические насекомые



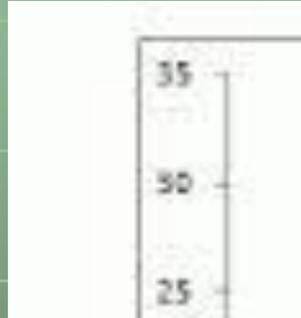
Автомобили для слепых



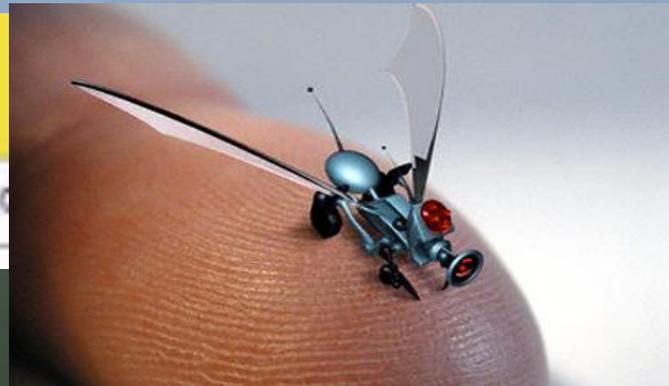
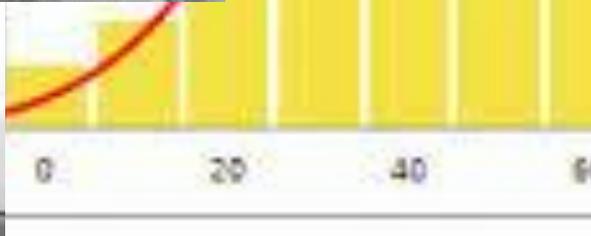
Эволюция вооружений в XXI веке. Прогноз Лема



С. Лем
(1921-2006)



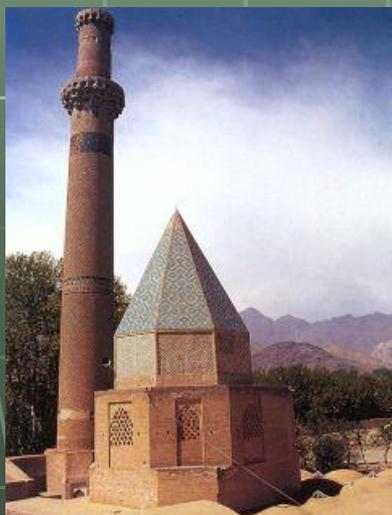
феврале 1915г. служил Иван Орлов.



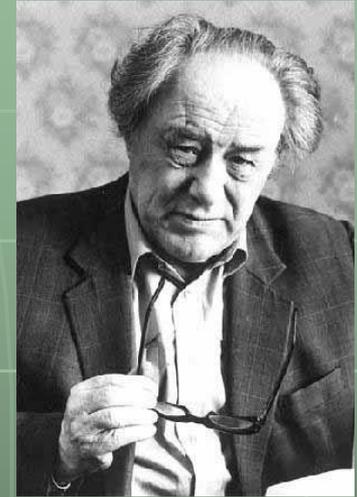
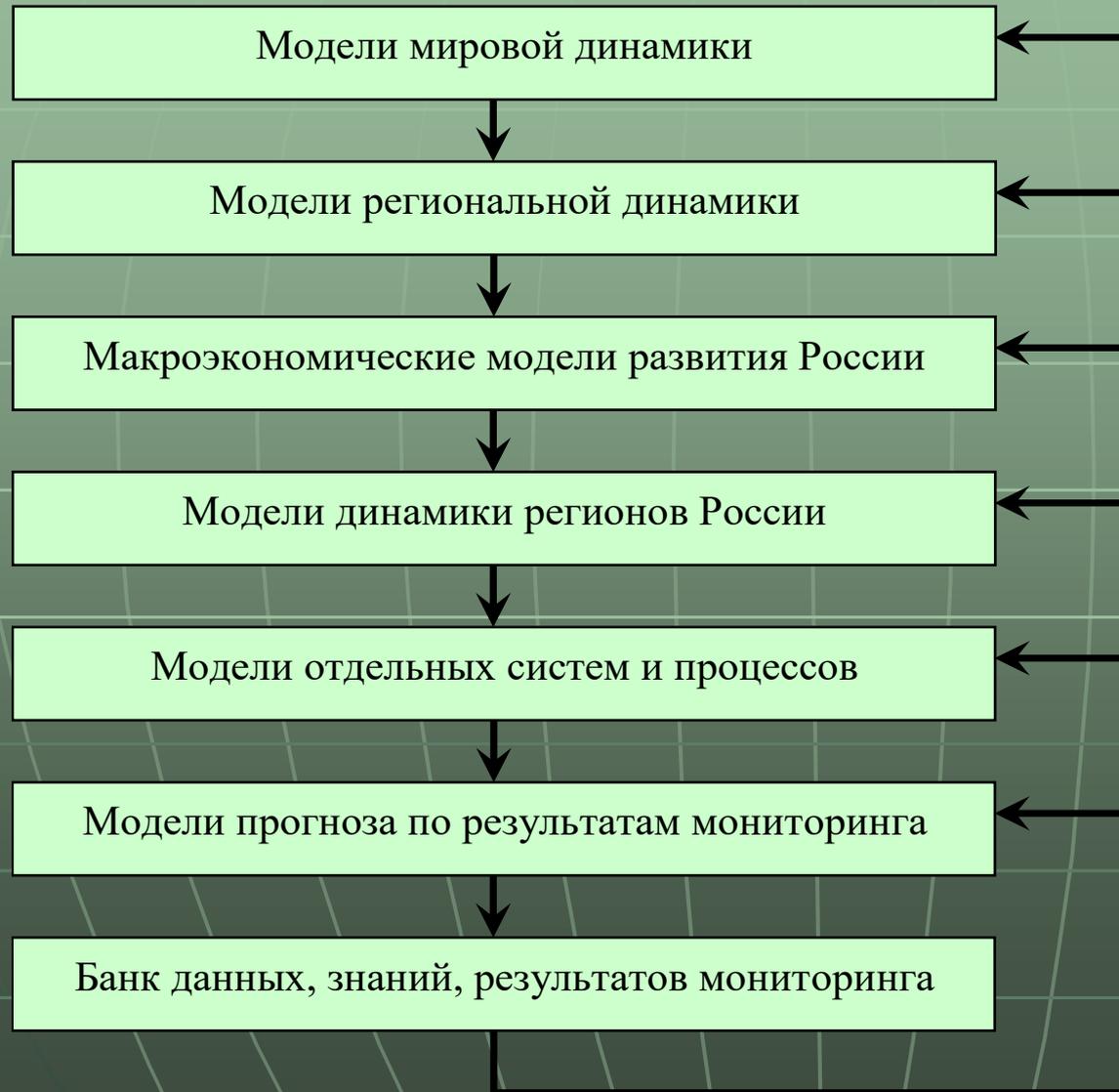


Кибервойна продолжается...

Натанз - 2012



Инструмент – иерархия упрощенных математических моделей



Н.Н. Моисеев
(1917-2000)

Н. Н. Моисеев.
Математические задачи
системного анализа.
М.: «Наука»,
1981.



Методы регуляризации некорректных задач

А.Н. ТИХОНОВ
(1906-1993)

$$Az = u$$

$$\|u_\delta - u\| \leq \delta$$

δ - ТОЧНОСТЬ
ИСХОДНЫХ ДАННЫХ

$$A_\alpha z = u_\delta$$

$$\alpha \rightarrow 0$$

$$A_\alpha \rightarrow A$$

A_α - регуляризующий
оператор

$$A_\alpha = \frac{u(t+\alpha) - u(t)}{\alpha}$$

Если выбрать

$$\alpha = \sqrt{\delta}$$

то

$$A_\alpha(u, \delta) \rightarrow \frac{du}{dt}$$

$$u_\delta(t) = u(t) + v(t)$$

$$|v(t)| < \delta$$

$$A_\alpha = \frac{u(t+\alpha) - u(t)}{\alpha} + \frac{v(t+\alpha) - v(t)}{\alpha}$$

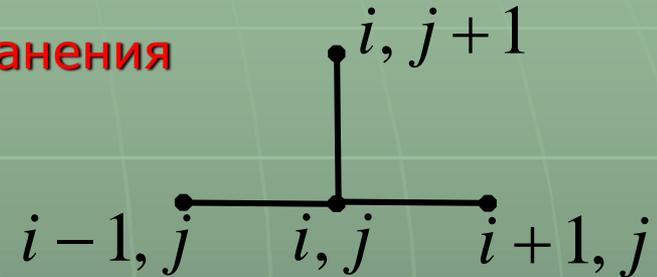


Вычислительный эксперимент



Какие свойства непрерывного мира отразить в дискретном аналоге ?

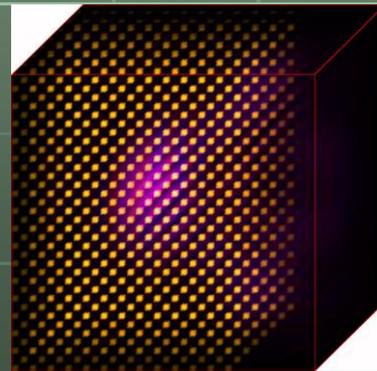
Законы сохранения



$$u_t = u_{xx}$$



$$\frac{u_i^{j+1} - u_i^j}{\tau} = \frac{u_{i+1}^j - 2u_i^j + u_{i-1}^j}{\eta^2}$$



Фотонный кристалл



Академик
А.А. Самарский
1919-2008



Распознавание образов



И.М. Гельфанд
(1913-2009)

Больной
400-1000 параметров



Врач
Оперирует 1-5.
Какими?

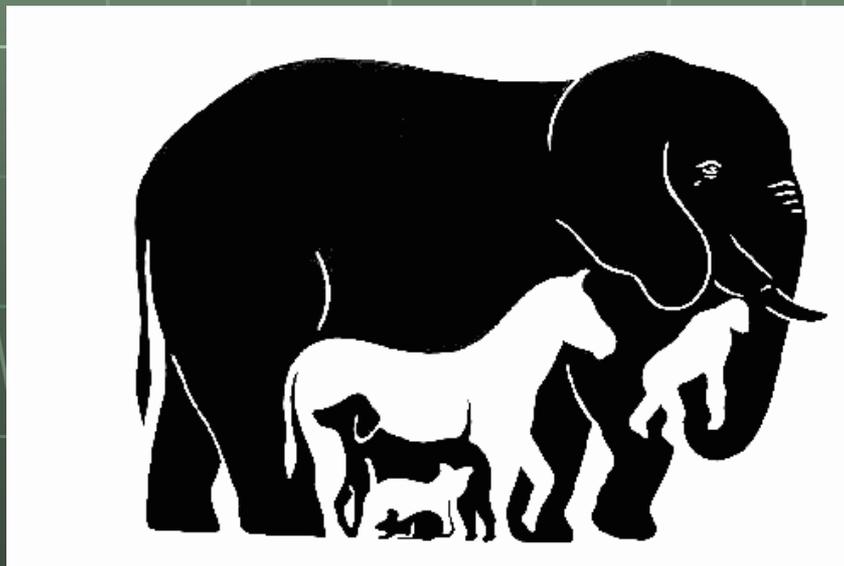
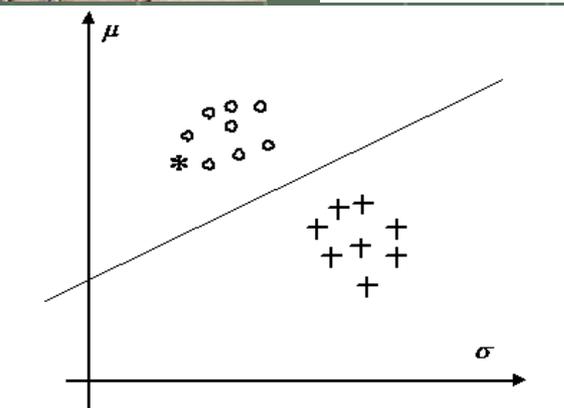
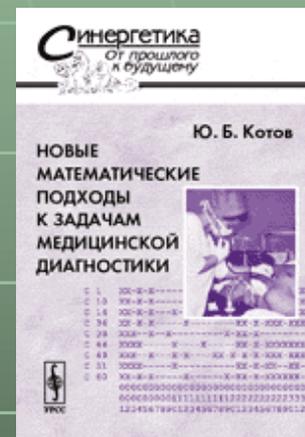
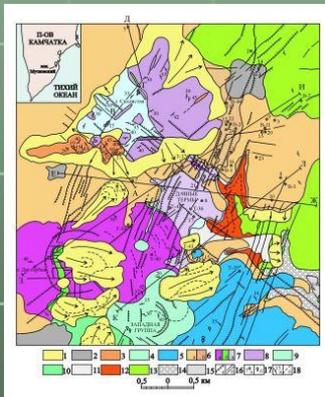


Метод
диагностических игр



Путь к
профессиональному
бессмертию

КЧП (к черту
подробности)



Ю.Б. Котов

НОВЫЕ ВЫЗОВЫ. Ответ России?

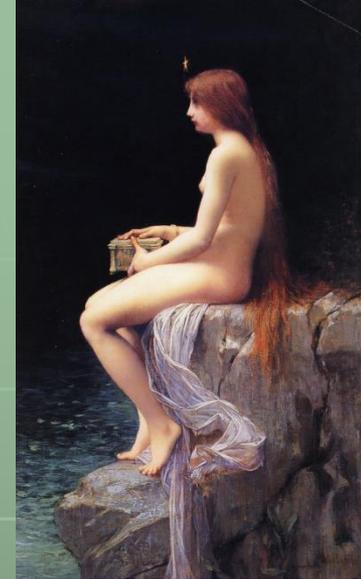


С. Брин,
Основатель Google

От геномики
к протеомике



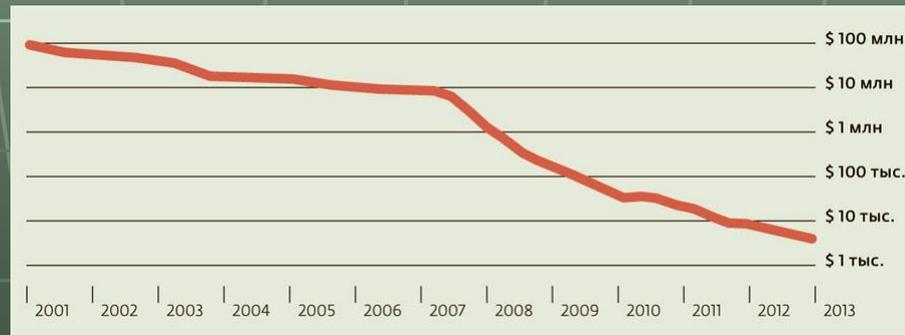
3,2 млрд
долларов,
вложенных в США
в проект «Геном
человека», уже
дали 800 млрд
прибыли (1/140)



Пандора с ларцом
Ж.Ж. Лефевр, 1882



Линда Авей
Рук-ль фирмы 23andme



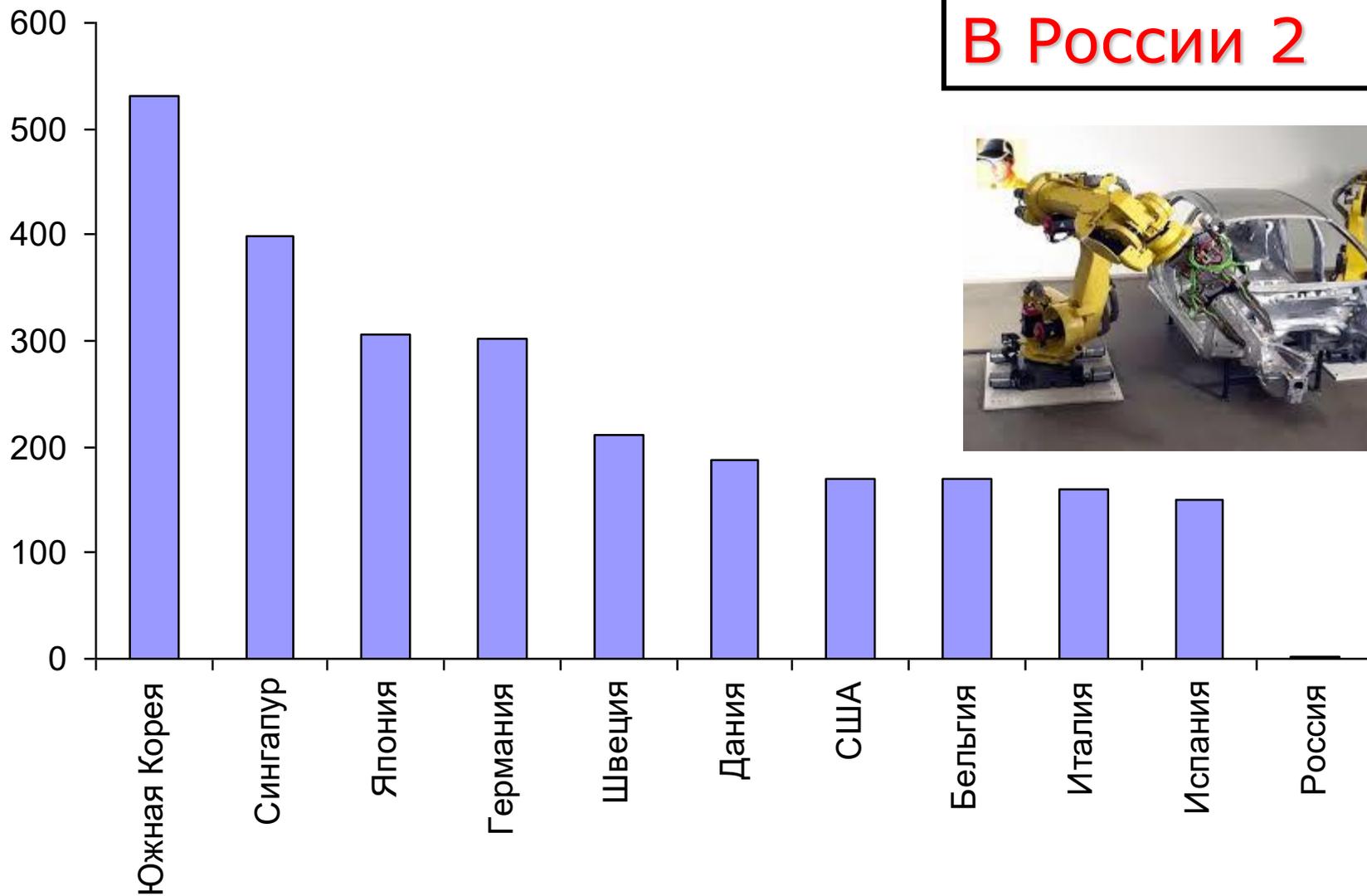
Эра персональной
геномики, 2008 год.



Дж. Уотсон,
Нобелевская прѐмия
1962г.

Число роботов на 10 тысяч работающих

В России 2



Национальная система управления опасными явлениями и процессами (2002)



Объектно-ориентированный подход

$$S = \sum_{i=1}^N p_i x_i$$

p_i – вероятность i -го сценария
 x_i – издержки-прибыли
 N – число сценариев.

Скупой платит 100 раз...

Субъектно-ориентированный подход

$$\tilde{S} = \sum_{i=1}^N g_i(p_i, x_i) H_i(p_i, x_i)$$

N – число учитываемых сценариев
 $g_i(p_i, x_i)$ – субъективная вероятность
 $H_i(p_i, x_i)$ – ожидаемая полезность

Инструменты управления

Финансы

Ресурсы

Организация

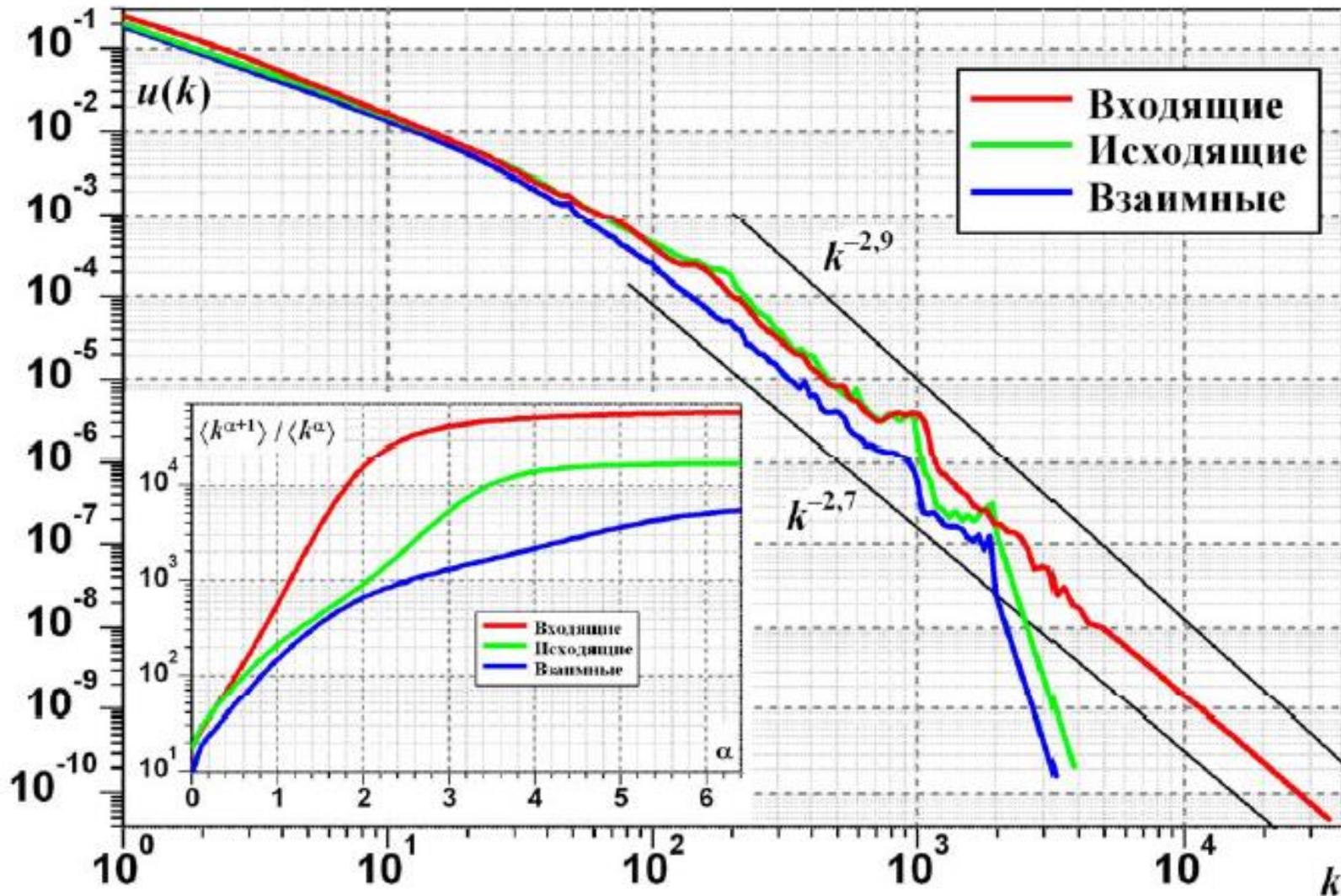
Кадры

Информация

ИПМ
ИПУ
ВЦ
МИТПЗ
ИСПИ
ИП
ИМШ
ИС
ЦЭМИ

Безмасштабные сети

$$u(k) \sim k^{-(1+\alpha)}$$





Парадигма сложности

Агент имеет генотип, фенотип,
способность действовать,
обучаться, вырабатывать цели
и стратегии

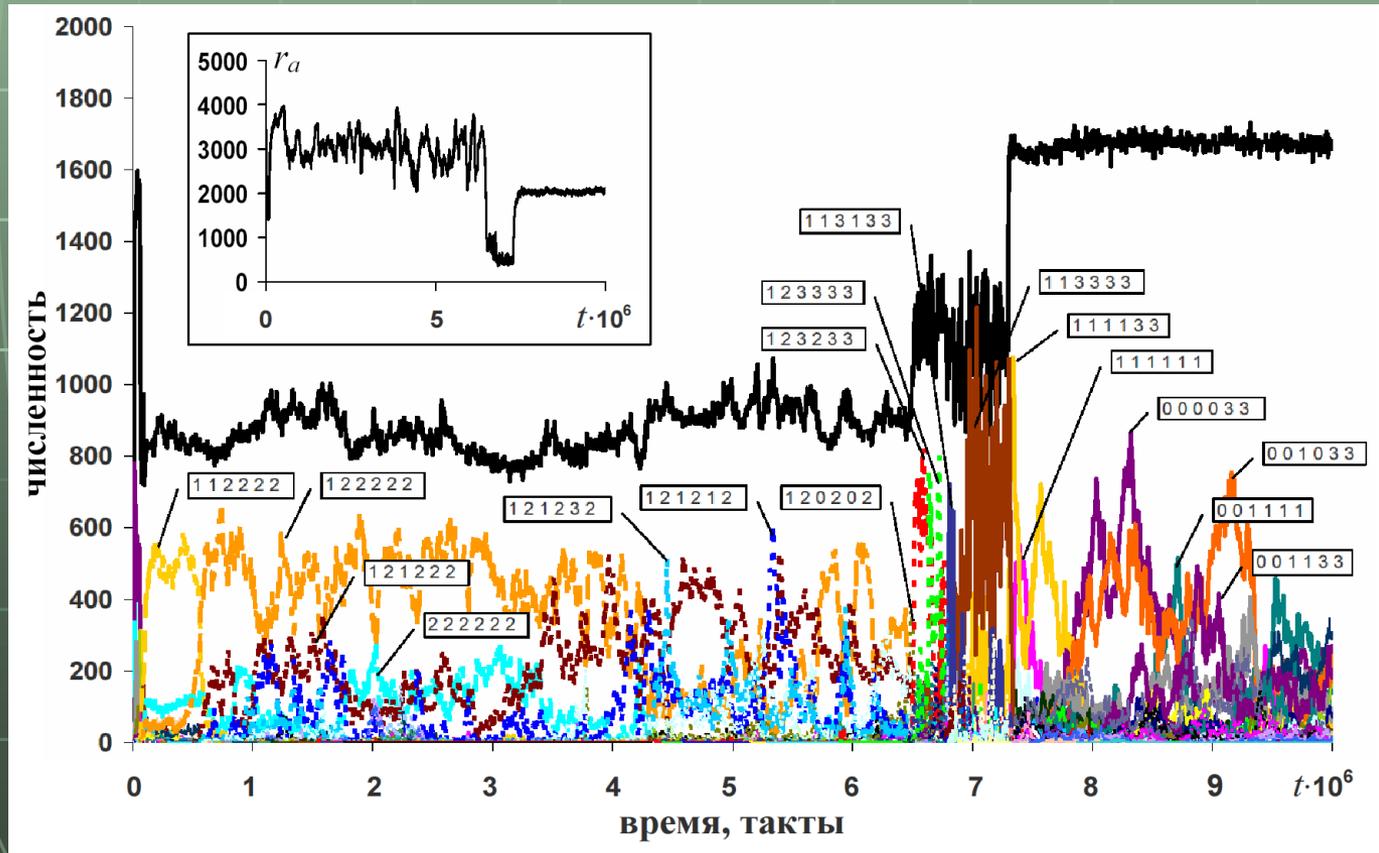
2^{1000} стратегий

Г.В.Ф. Гегель
1770-1831

«Математика наука
точная потому что
математика наука
тощая»

Биологическая
эволюция,
возникновение
альтруизма,
коэволюция
примитивных
обществ

Необходима ли
смерть?





Новое поколение задач управления

$$\dot{x} = f(x(t), x(t - \tau), y) + h(t, x) + g(t, S(x(t))) + \Omega(x, \dots)$$

Франциск Ассизский

$$y = q(y, r(x))$$
$$S(x(t))$$
$$r(x)$$
$$\Omega(x, \dots)$$

- история, развитие
- уравнение цели
- оператор навигации
- оператор рефлексии
- действия партнеров

Образовательный расизм

Международный рейтинг качества школьного математического и естественнонаучного образования PISA



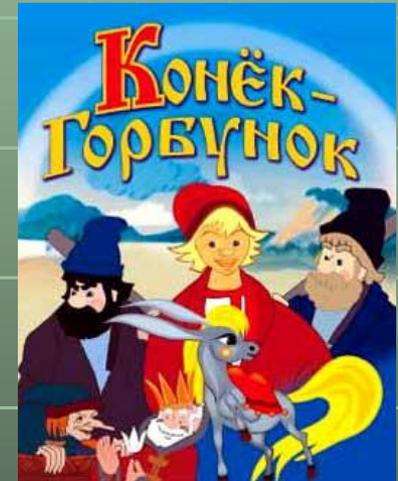
Ректор МПГУ
А.Л. Семёнов

Математика

1. Шанхай, Китай
2. Сингапур
3. Гонконг, Китай
4. Тайвань
5. Южный Корея
6. Макао, Китай
7. Япония
8. Лихтенштейн
9. Швейцария
10. Нидерланды
-
34. **Россия**
35. Словакия
36. США
37. Литва

Естественные науки

1. Шанхай, Китай
2. Гонконг, Китай
3. Сингапур
4. Япония
5. Финляндия
6. Эстония
7. Южная Корея
8. Вьетнам
9. Польша
10. Лихтенштейн
-
34. Люксембург
35. Хорватия
36. Португалия
37. **Россия**



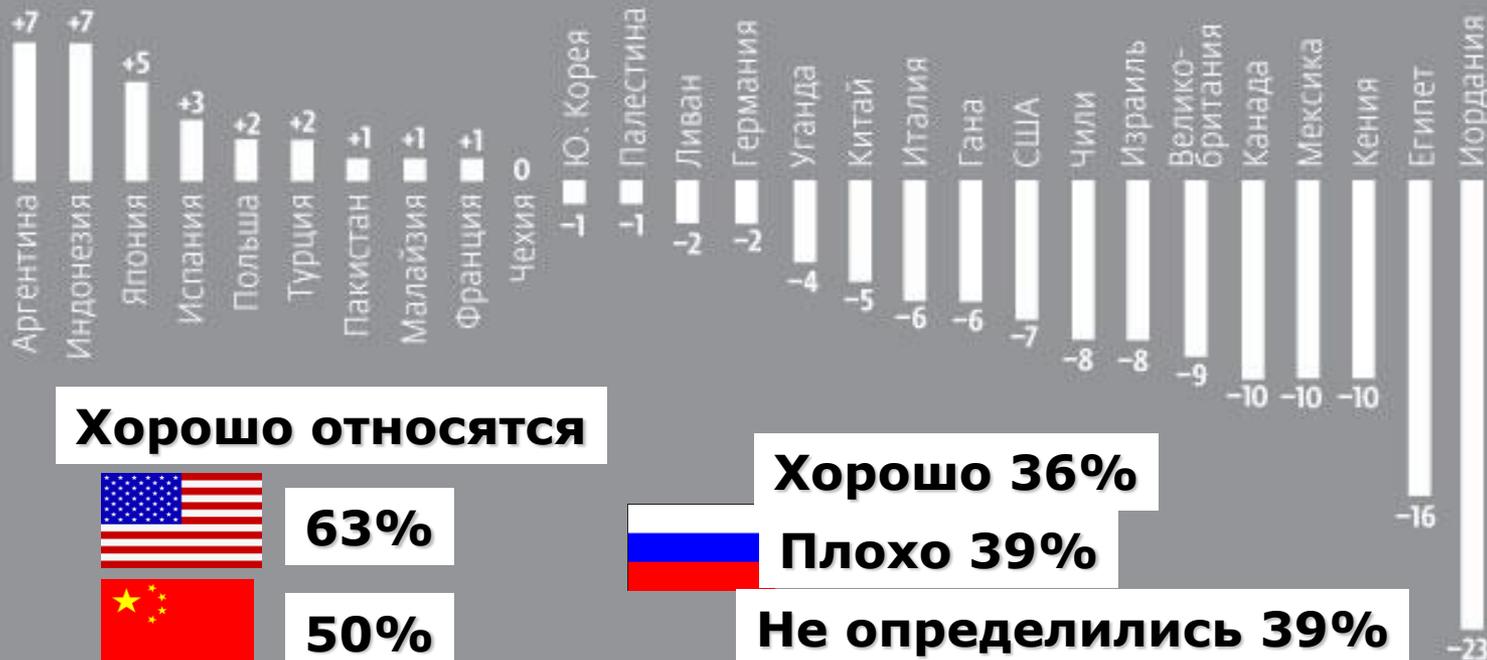
ЕГЭ-2014
Математика – 3 из 33
Русский – 11 из 64
(угадывается 10)

Атака на Россию

- Финансовая война
- Информационная война
- Когнитивная война



Как изменился имидж России с 2007 по 2013 год
(Процент жителей, изменивших отношение)



Гуманитарно-технологическая революция



Нет такого места «далеко»

Бог – это любовь

**Будьте реалистами –
требуйте невозможного**



Рай – это другие

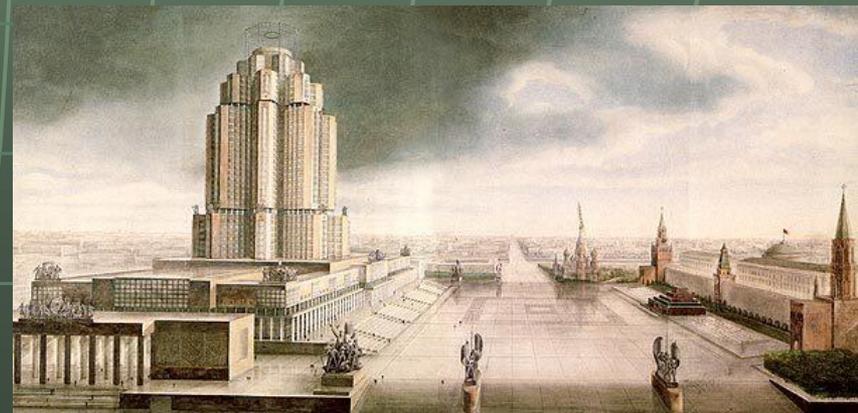
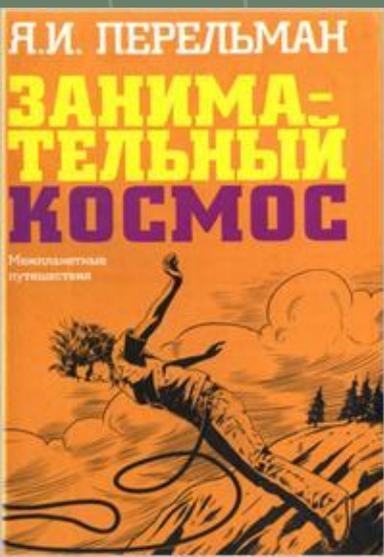
Курс на мечту!



Н.Ф. Федоров
(1829-1903)



В.В. Маяковский
(1893-1930)



Не упустить Возможность!



Научная основа проектирования будущего

