



НАУЧНО-ПОПУЛЯРНЫЙ
ЛЕКТОРИЙ ДЛЯ ШКОЛЬНИКОВ

**ПРОСТО
О СЛОЖНОМ !**

ИЛИ ВВЕДЕНИЕ
В СОВРЕМЕННУЮ
НАУКУ

$$E=mc^2$$



УМНЫЕ ВЕЩИ

- ВОЗМОЖНА ЛИ РЕВОЛЮЦИЯ РОБОТОВ?
- ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ.
ПРОСЧЕТ ИЛИ ПРОРЫВ?



ЛЕКЦИЮ ЧИТАЕТ:
Д.Т.Н., ПРОФЕССОР КАФЕДРЫ ИПОВС МИЭТ
ГАГАРИНА ЛАРИСА ГЕННАДЬЕВНА



ТЕОРИЯ БОЛЬШИХ ВОЛН

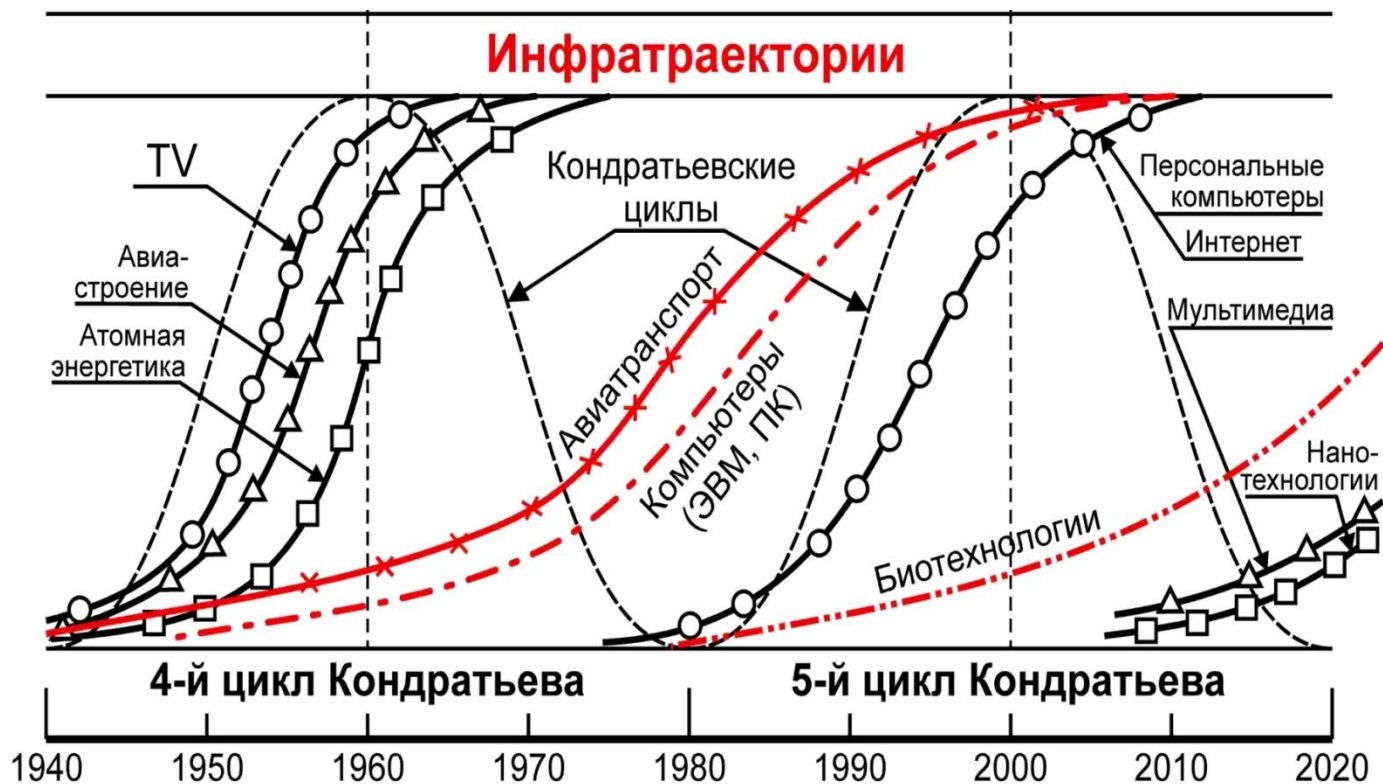


Рис. 3. Диффузия инноваций вдоль подъёмов циклов экономической активности Кондратьева

В России 180 миллионов мобильных телефонов, и все они произведены за рубежом.
6-й технологический уклад наступит по расчетам ученых уже в 2014 – 2018 годах.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ УКЛАДЫ



О. Тоффлер (1928)
«Футурошок»



VI технологический уклад

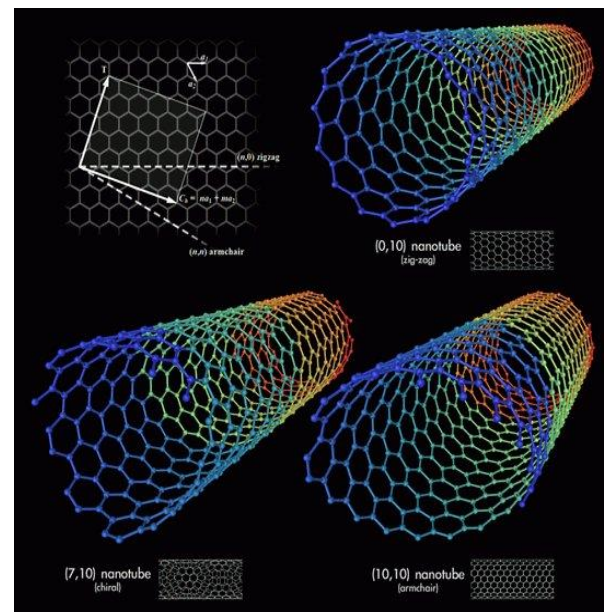
- Биотехнологии
- Нанотехнологии
- Вложения в человека
- Новое природопользование
- Новая медицина

V технологический уклад

- Компьютеры
- Малотоннажная химия
- Телекоммуникации
- Электроника
- Интернет

IV технологический уклад

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



АНАЛИЗ БУДУЩЕГО С ПОЗИЦИИ ТЕОРИИ СЛОЖНОСТИ



МЕДВЕДЕВ Дмитрий Анатольевич
Председатель Попечительского совета



Институт
Современного
Развития

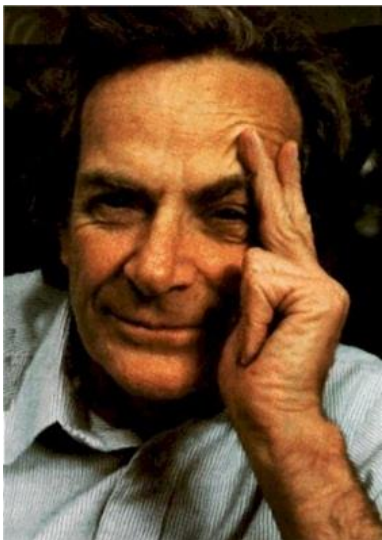
В США работает 50 мозговых центров, которые занимаются проектированием будущего. Они основываются на работах Н. Кондратьева

**Институт сложности в
Санта-Фе;
Институт современного
развития в Москве**

ОСНОВА:

- Теория инновационного развития Брайана Артура
- Теория техноценоза
 - Л.Г. Бадалян, В.Ф. Криворотова
 - Структурно-демографические модели П.В. Турчина

- Большие волны
- Смена технологических укладов
- Шестой технологический уклад – биотехнологии, проектирование живого, высокие медицинские технологии

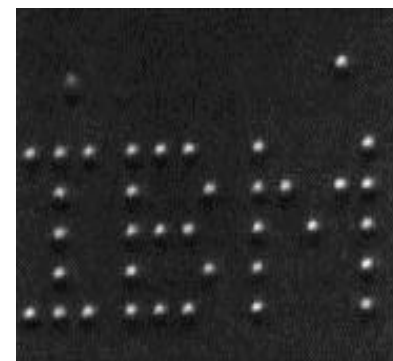


**Ричард
Фейнман**



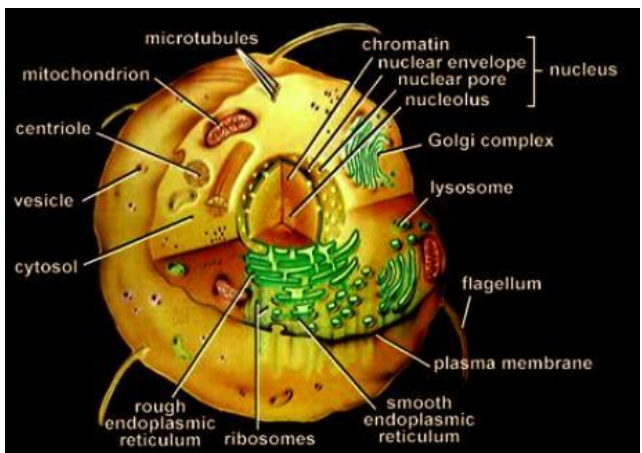
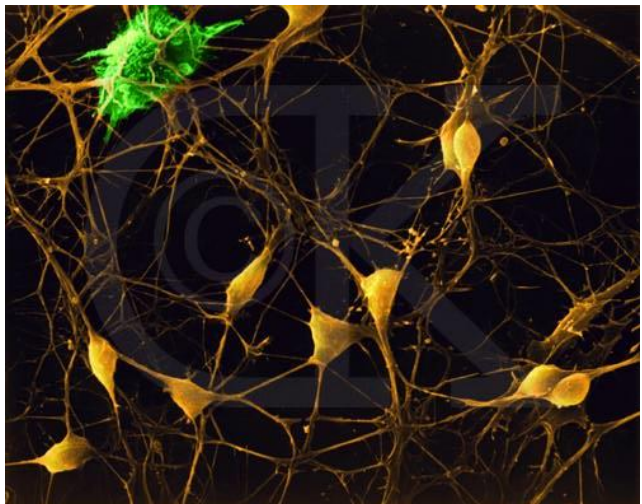
ОСНОВНАЯ ИДЕЯ БУДУЩЕГО

- ☐ **Р.Фейнман** :
«Внизу полным-полно места». Лекция
в Калтехе, канун 1960г.
- ☐ **Р. Фейнман** предлагал идти «сверху
вниз»
- ☐ Туннельный микроскоп сделал эту
надежду реальностью.





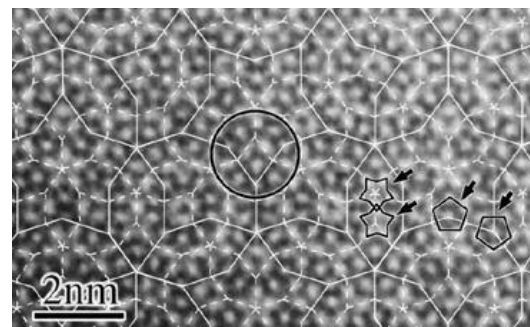
ШКАЛА МАСШТАБОВ



Атомное ядро	1 – 7 фм
Атом кремния (в кристаллической решетке)	0,24 нм
Молекула воды	0,37 нм
Углеродная нанотрубка	0,7 – 3 нм
ДНК	2 нм
Транзистор	100 нм
Клетка	2 – 20 мкм
Волос	5 – 100 мкм

$$1 \text{ нм} = 10^{-9} \text{ м}$$

$$1 \text{ мкм} = 10^{-6} \text{ м}$$





ПРЕДЕЛЫ РОСТА



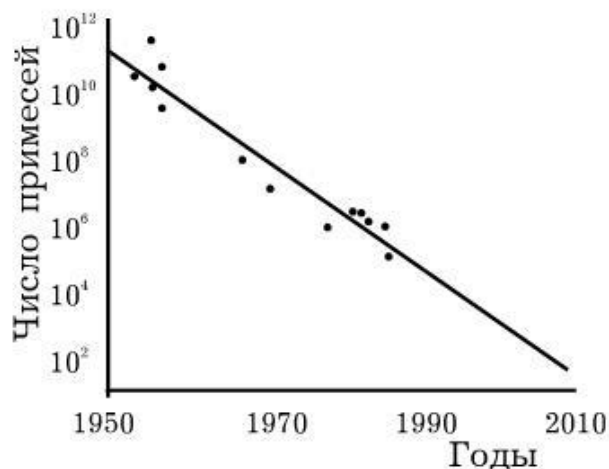
Gordon Moore
Intel co-founder

BlueGene/L

32768 процессоров

$R_{\text{peak}} = 91750 \text{ GFlops}$

$R_{\text{max}} = 70720 \text{ GFlops}$



Число электронов для хранения 1 бита

- Задачи экспоненциальной сложности.
- 30 нм – технологический предел размера элемента чипа (7-8 лет).
- Оценка числа примесей в основаниях транзисторов.
- Мы не умеем решать задач, которые успешно решаются системами обработки информации в клетках.



Время поиска новой парадигмы
ВЫЧИСЛЕНИЙ

СИНЕРГЕТИКА – ТЕОРИЯ САМООРГАНИЗАЦИИ

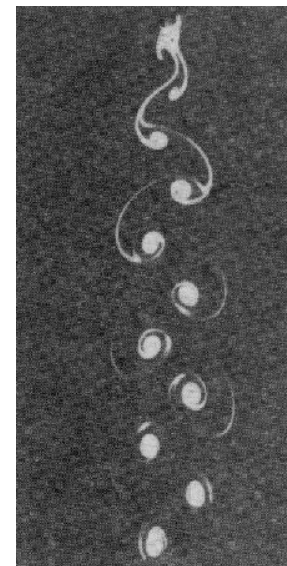


И.Р. Пригожин
Нобелевская премия
1977 года

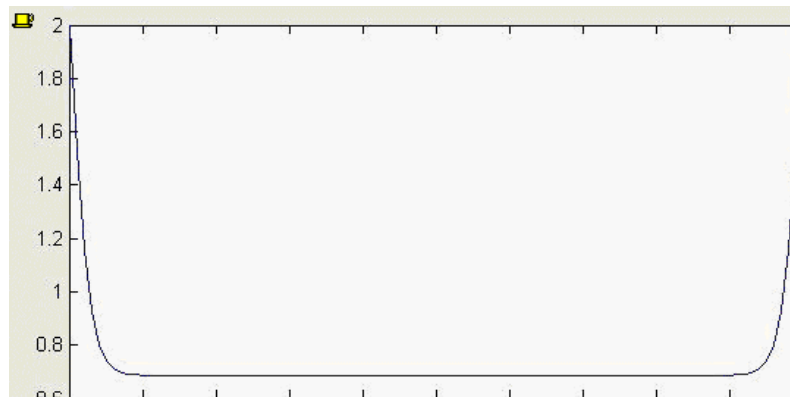
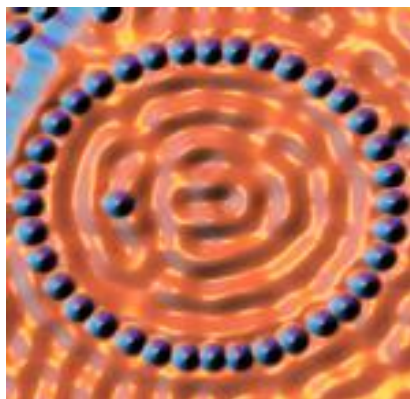
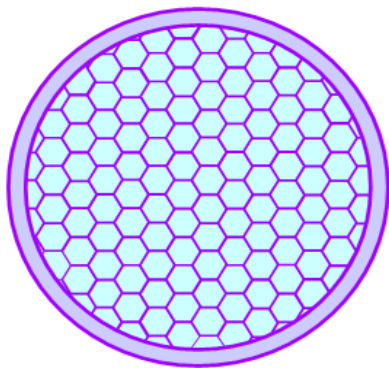


М.Эйген
Нобелевская премия
1967 года

- Парадигмы синергетики
- Диссипативные структуры
- Динамический хаос
- Сложность



Главная современная проблема – выяснение законов самоорганизации на наномасштабах



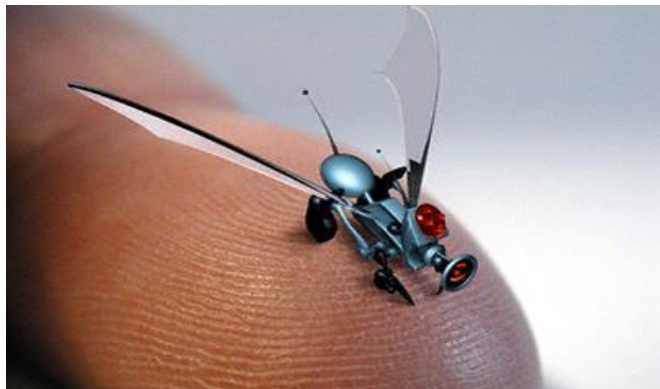


СИНЕРГЕТИЧЕСКОЕ РАЗВИТИЕ БУДУЩЕГО

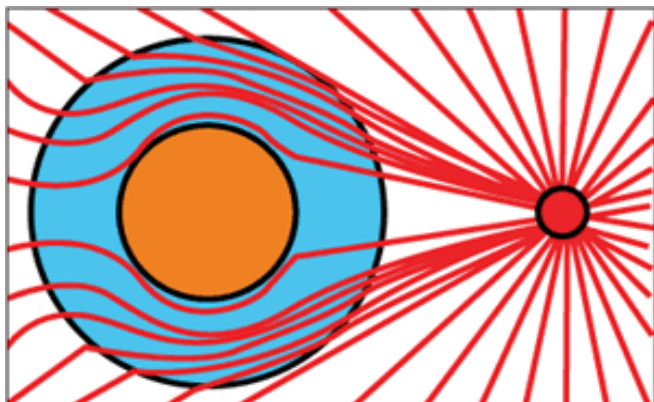
- **Выращивать наноструктуры, наноматериалы, нанообъекты «снизу вверх».**
- **Первый ключ к нанотехнологиям:**
 - **самоорганизация**
 - **самоформирование**
 - **самосборка**
- **Второй ключ – междисциплинарность**
- **Третий ключ - активный мониторинг и сопровождение**



ПРИНЦИПИАЛЬНАЯ РОЛЬ МЕЖИСЦИПЛИНАРНОСТИ



- ☐ «Эльфийский плащ»
Линза Веселаго-Пендри
- ☐ Проблема коллективных действий роботов



В.Г.Веселаго



Сверхзвуковой бомбардировщик В-2



РАСЧЕТ ПРОХОЖДЕНИЯ СВЕТА ЧЕРЕЗ ФОТОННЫЙ КРИСТАЛЛ

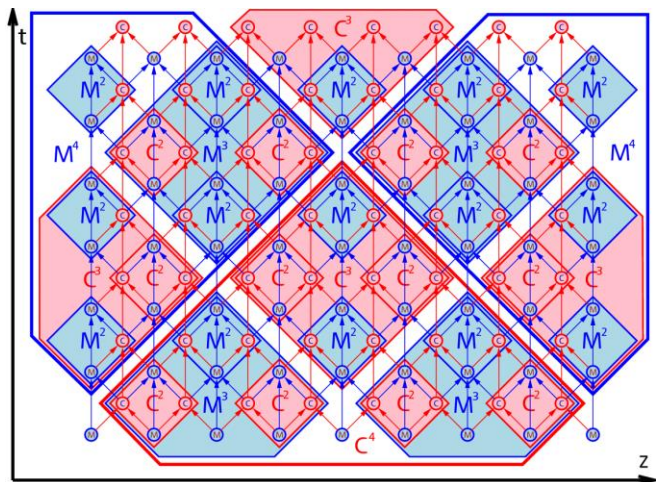
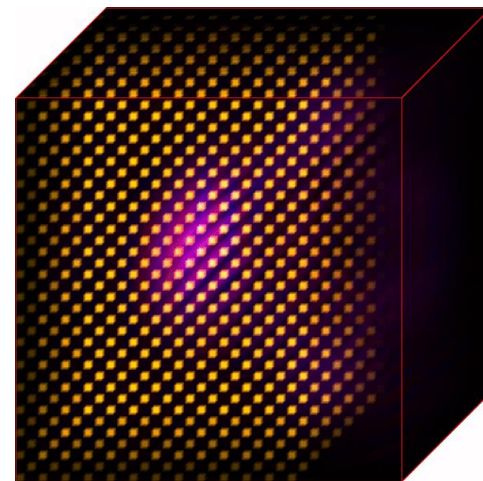
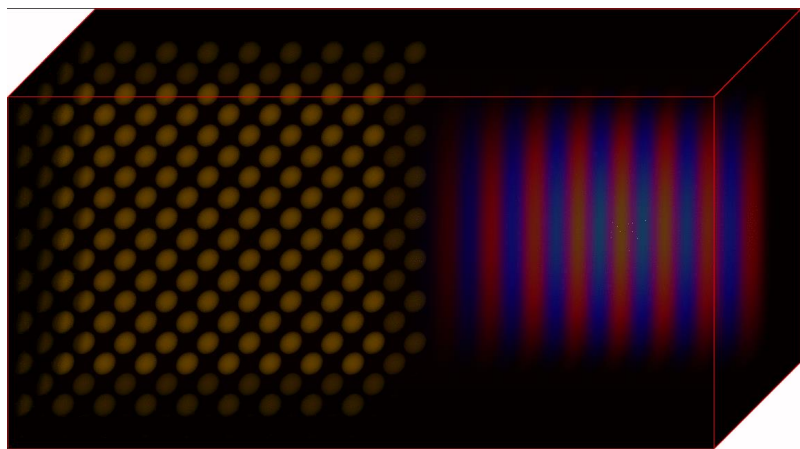


Схема В.Д.Левченко

Проблема состоит в том, что размер неоднородностей, необходимых для «эльфийского плаща» или управления излучением, должен быть сравним с длиной волны





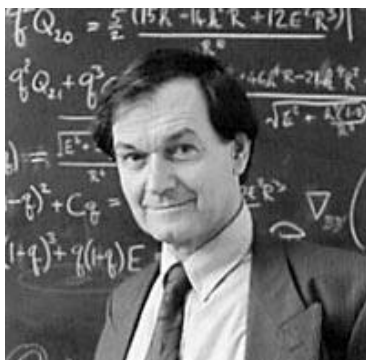
МЕЖДИСЦИПЛИНАРНОСТЬ – ОТ СЛОЖНОГО К ПРОСТОМУ (МОЗГ -> КЛЕТКА -> СТРУКТУРЫ)

NanoBioInfoCognito – США, 3 конференции в год



Дж. фон Нейман –
самовоспроизводящиеся автоматы

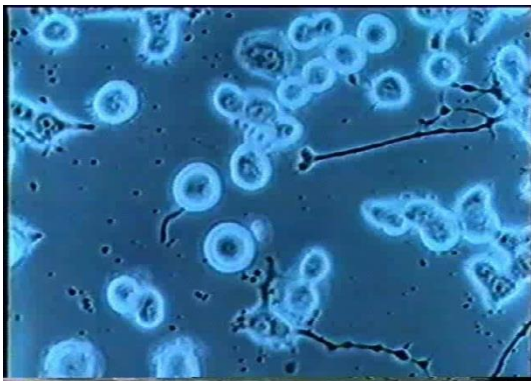
А. Тьюринг –
Вычислительная сложность



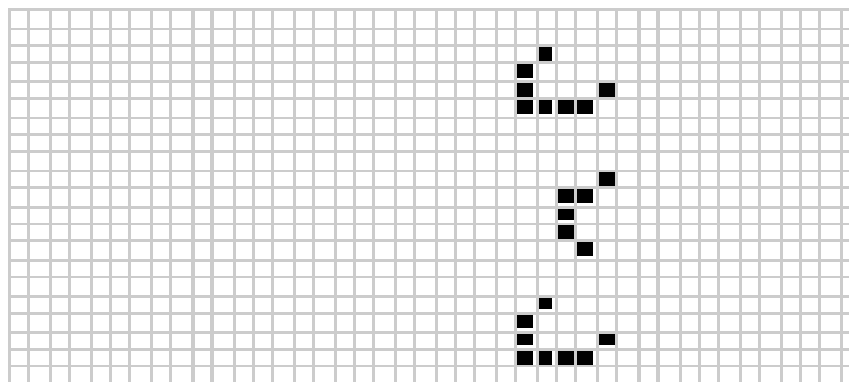
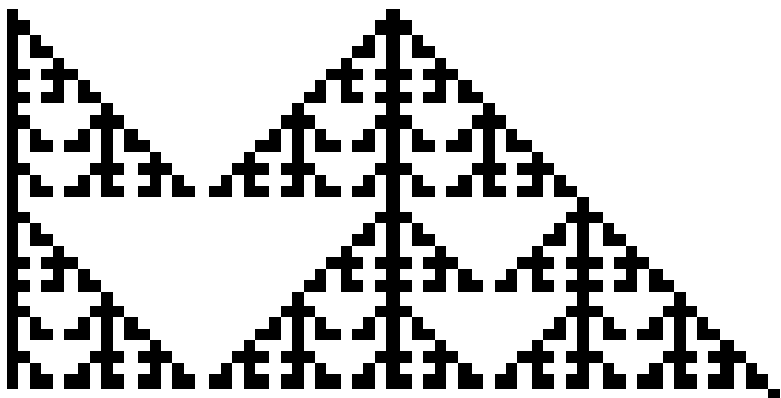
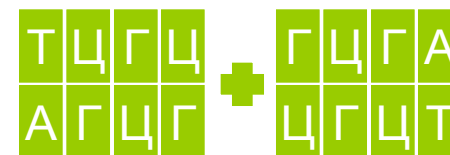
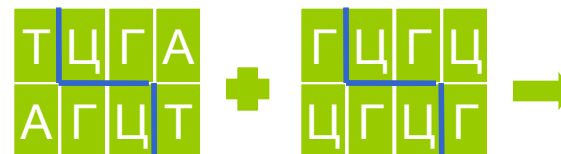
Р. Пенроуз –
Тени разума



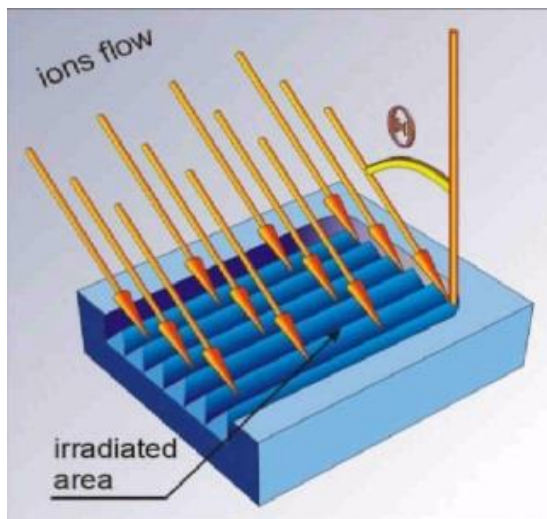
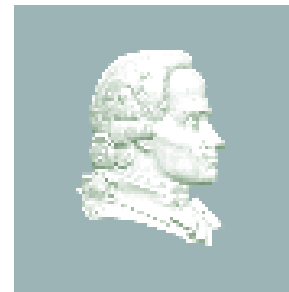
БИОВЫЧИСЛЕНИЯ, НЕЙРОНАУКА



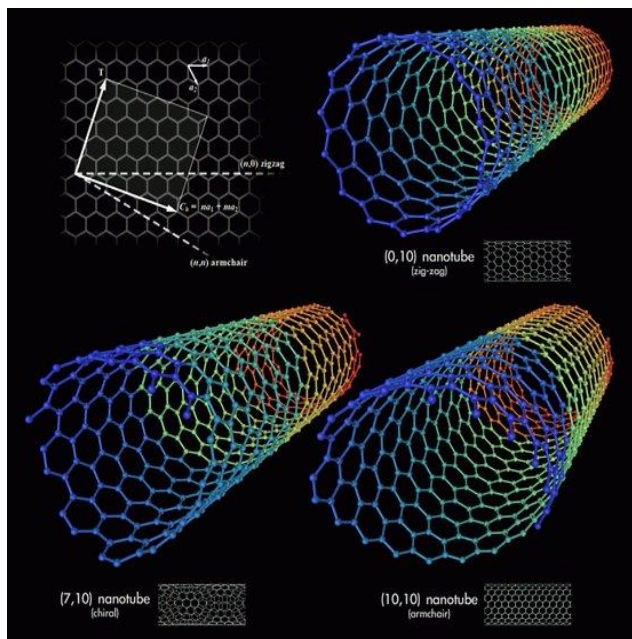
Многоагентные системы
ДНК-вычисления
Нейронные сети
Генетические алгоритмы
Клеточные автоматы
Иммунные сети



Пример: прототипы для промышленного внедрения, созданные в ЯрГУ им. П.Г. Демидова



1. Полевой транзистор с поперечным легированием канала
2. Сверхтонкие палладиевые мембраны с поддерживающей системой для водородной энергетики
3. Кремниевые фотоэлементы (солнечные батареи)
4. Наноструктурированные стекла (медицина)
5. Решетчатый поляризатор ($D < 25$ нм)
6. Защита драгоценных камней маркерами $1\text{ мкм} \times 1\text{ мкм}$



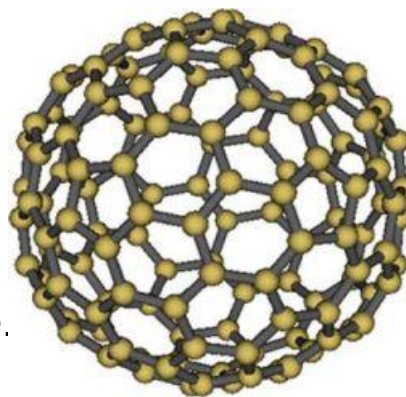
Возможности

- В 100 раз прочнее стали и в 6 раз легче её.
- Броня, бронежилеты, системы защиты.
- Космический лифт: 36 000 км геостационарная орбита, канат – 100 000 км.

НАНОТРУБКИ

Риски

- Утилизация «абсолютных» материалов.
- Загрязнение ближнего космоса.
- Новый виток гонки вооружений.
- Формирование нового технологического уклада нанонеравенства



Фуллерен C_{60}



ДВУХНЕДЕЛЬНАЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ РЕВОЛЮЦИЯ



- Принципиально новые устройства могут быть созданы в маленькой лаборатории. Стоимость новых форм живого – 200 тыс. \$
- Возможность редактировать геном (евгеника)
- Наноассемблеры позволяют производить все желательные вещества очень быстро
- Плотность записи информации $10^{15} / \text{см}^2$ (сейчас $10^8 / \text{см}^2$)
- Принципиально новые растения, животные, другие формы жизни (Пущинский центр – суперсосна)
- Универсальные анализаторы. Постоянный мониторинг состояния организма
- Распад цивилизаций (все можно произвести на месте)



Риски

- новое неравенство (короткоживущие против долгоживущих – И.Ефремов)
- проклятие вечности - людей нечем занять (гражданин России 3ч 40 мин у телевизора ежедневно)
- распад человечества на несколько рас (Стругацкие «Волны гасят ветер»)
- неясная взаимосвязь различных способностей человека (проклятие Люцифера)

МОДИФИКАЦИЯ ЧЕЛОВЕКА

Возможности

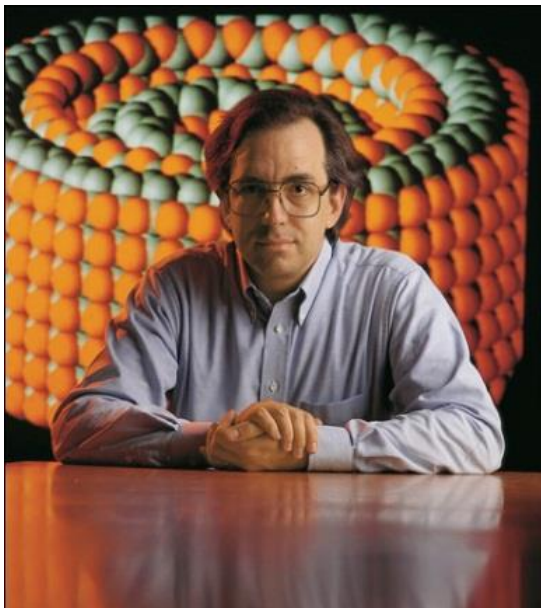
- продление жизни (120-150 лет)
- радикальное продление жизни (300-500 лет)
- нанороботы, чистящие кровеносную систему
- респироциты, переносящие в 20 раз больше кислорода
- укрепление костей и зубов с помощью алмазов
- индивидуальные лекарства
- изменение механизма биосинтеза
- наделение сверхспособностями
- новые органы чувств



1844 - 1900



РЕВОЛЮЦИЯ В ВОЕННОМ ДЕЛЕ



- ☐ Прогноз Дрекслера: машины уничтожения
- ☐ Наноассемблеры – путь к принципиально новым системам вооружений
- ☐ Системы искусственного интеллекта, угроза появления «серой слизи»
- ☐ Микробиологические войны
- ☐ Сценарий Джереми 1995 г.
- ☐ Микродатчики, имплантируемые в организм структуры, роботы – андроиды

РЕВОЛЮЦИЯ В ВОЕННОМ ДЕЛЕ



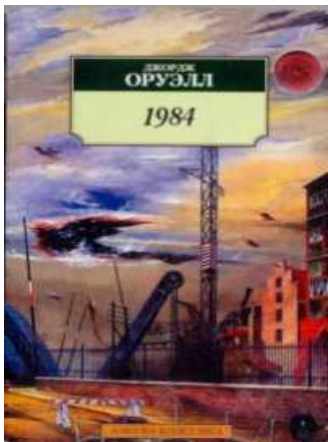
- ☐ Прогноз Л.Хэмли: мокрые и сухие нанотехнологии – военное применение через 20 лет
- ☐ Биологическое оружие триггерного действия
- ☐ Проект «наблюдающей пыли»
- ☐ Боевые насекомые
- ☐ Прогноз Б.Джоя – 2000 г. «Почему будущее не нуждается в нас?»
- ☐ Генетика + нанотехнологии + робототехника (JNR)
- ☐ Вероятность выживания человечества - 30%



РЕВОЛЮЦИЯ В ВОЕННОМ ДЕЛЕ



- Прогноз С. Мецца – 2000 г.: микросистемные технологии + нанотехнологии (МЦТ)
- Создание клопов-роботов
- Создание наноспутников и наступление эпохи сетевых войн
- «Битвы огненных муравьев»
- Боевые животные после имплантации в их организмы датчиков и управляющих систем



СИСТЕМЫ ТОТАЛЬНОГО КОНТРОЛЯ И НАБЛЮДЕНИЯ

Возможности

- Контроль за инфраструктурой (мониторинг целостности)
- Контроль за передвижениями
- Контроль за состоянием организма
- Контроль за психикой и сознанием
- Контроль общества в целом
- Радикальное повышение безопасности
- Многократное повышение наблюдаемости и управляемости социальных процессов

Риски

- Злоупотребление информацией
- Манипулирование обществом в личных целях
- Новые виды преступлений
- Деградация социальных структур
- Сверхзависимость от программных средств.
Возможность перехода от сообщества людей к сообществу программ (С.З. Любимский)
- Оруэлл «1984»
«Война – это мир, свобода – это рабство, незнание – сила»
- Замятин «Мы»

НАНОМЕЧТЫ

3.1. Нанотехнологические разработки США



Проект Института армейской технологии (ISN)

Динамическое боевое обмундирование солдата будущего, включающее в себя интегрированные нанотехнологические устройства и системы

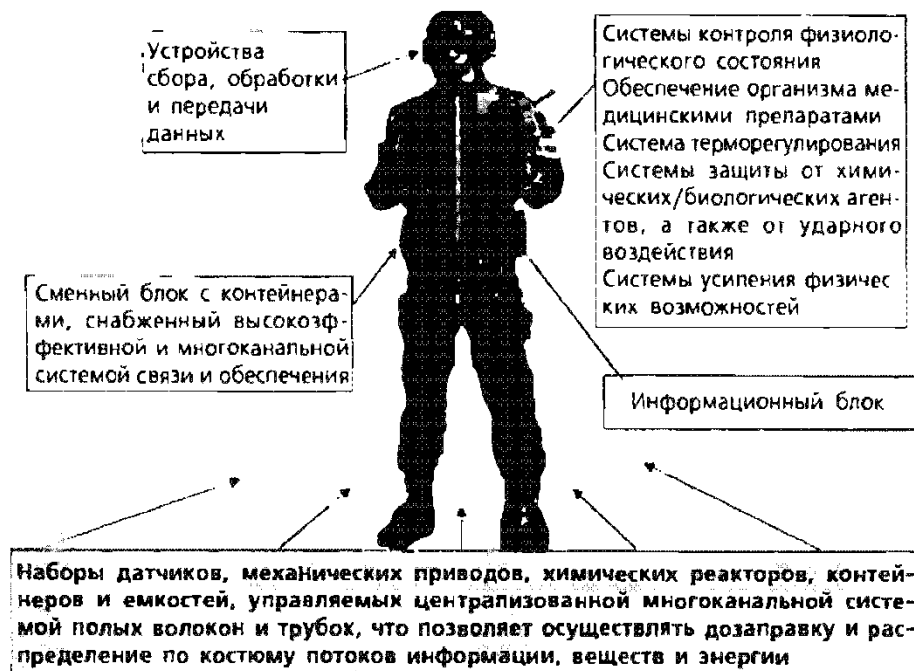
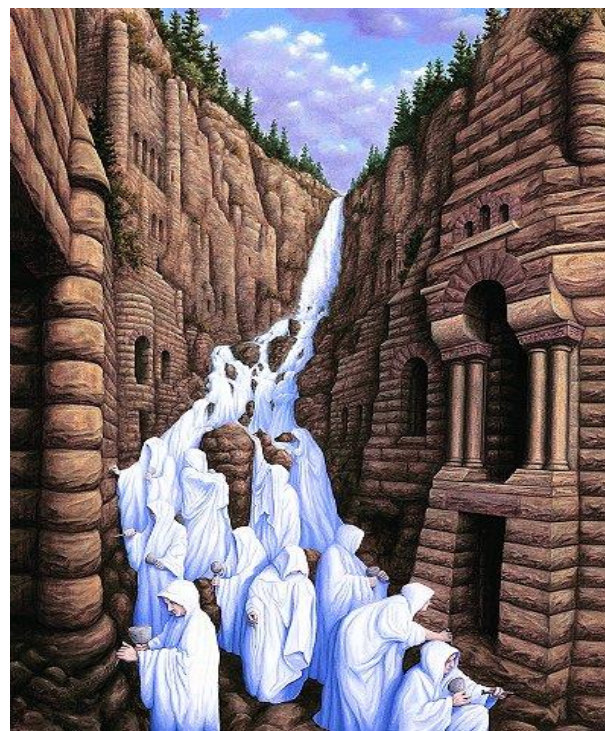


Рис. 3.2. Структура боевой экипировки, разрабатываемой Институтом нанотехнологии для солдат (воспроизводится с разрешения ISN)

НАНОМЕЧТЫ

- ☐ Мобильные нанороботы
- ☐ Универсальные молекулярные ассемблеры
- ☐ Самовоспроизводящиеся структуры
- ☐ Модификация биохимии
- ☐ Искусственные органы
- ☐ Предотвращение старения
- ☐ Компьютерное бессмертие
- ☐ Имплантация в мозг
- ☐ Работа в космосе

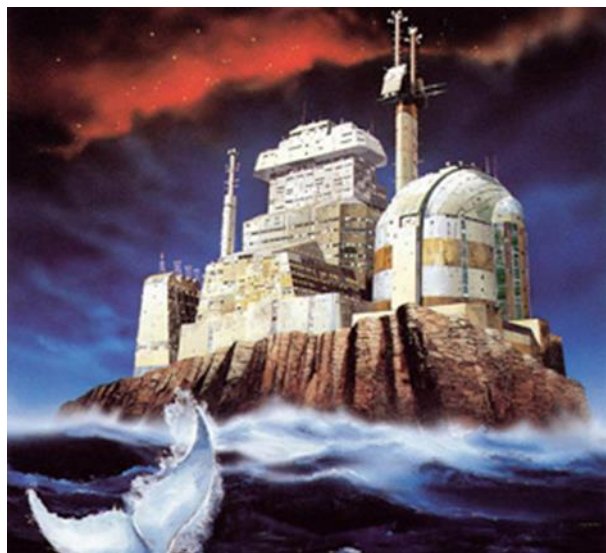




КАДРОВАЯ РЕВОЛЮЦИЯ И ВРЕМЯ ПЕРЕМЕН

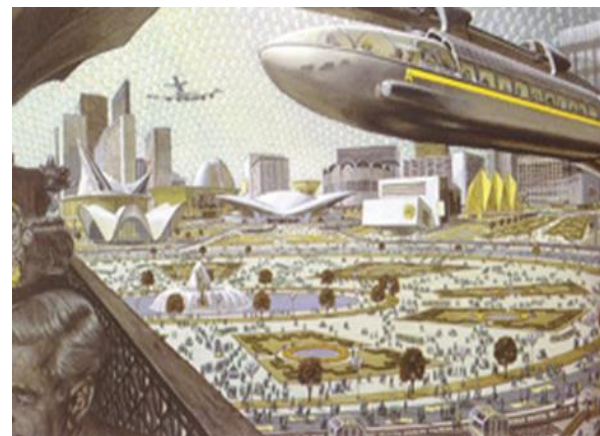
Оставляя будущее на волю случая, ты плывешь по направлению к катастрофе.

Менеджер мафии



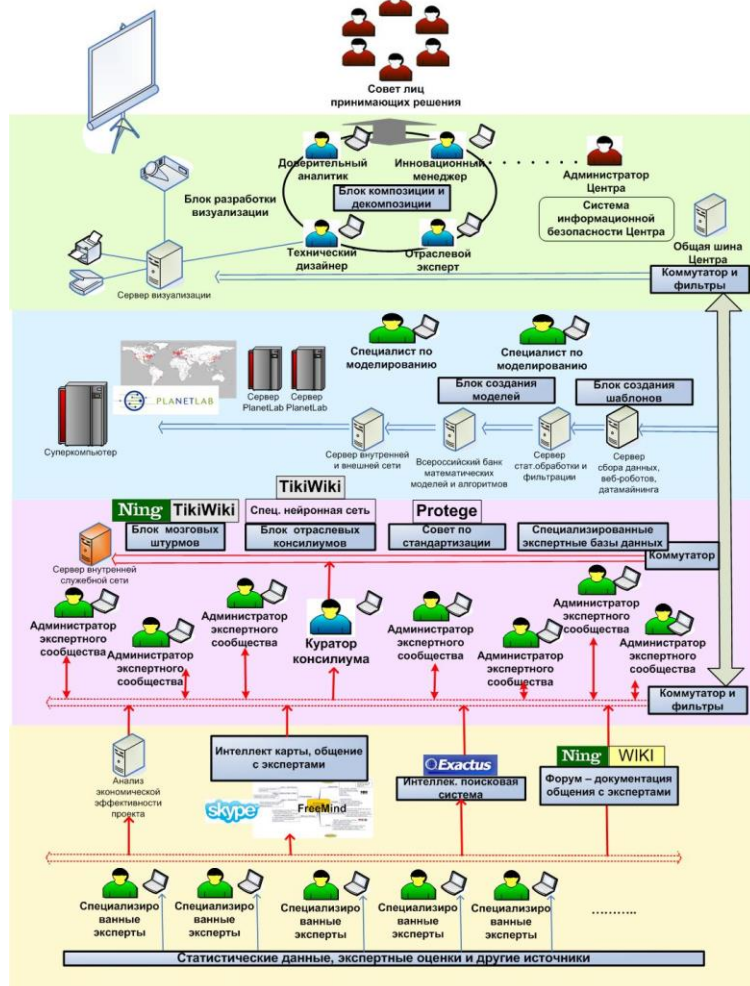
В эпоху Б.Н. Ельцина 80% управленческих кадров либо вообще не имели хоть как-то совместимого с этой работой образования и профессионального пути, либо просто являлись ставленниками криминала.

В справочнике Государственной Думы почти половина электронных адресов и 45% факсов руководителей регионов неверны



КОГНИТИВНЫЕ ЦЕНТРЫ – ИНСТРУМЕНТЫ УПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЕМ И РИСКАМИ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ

Центр разработки технологий развития административных
и бизнес структур



Когнитивный центр

=

система

математических моделей

+

распределенная экспертиза

+

большие информационные

потоки

ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

Имитационное моделирование не позволяет выяснить, «как все будет происходить на самом деле», но оно помогает увидеть типичные ошибки, поставить вопросы и подготовить участников будущих событий.

(Н.Н.Моисеев)



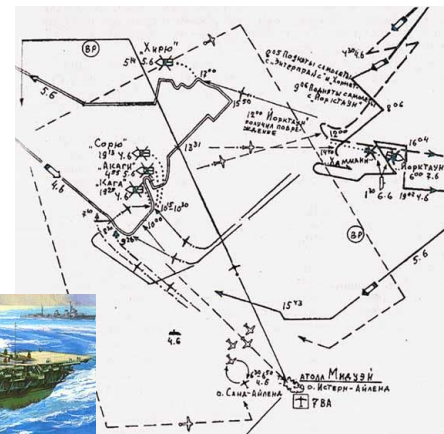
Г.К.Жуков

Участник командно-штабной игры 1940г.



И.Ямамото

Участник командно-штабной игры 1942 г.



ИМИТАЦИОННО МОДЕЛИРОВАНИЕ ГЕОПОЛИТИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

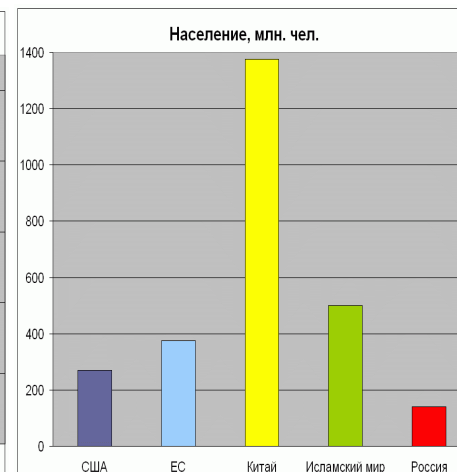
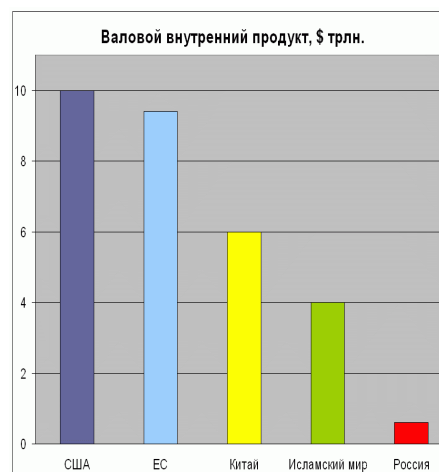
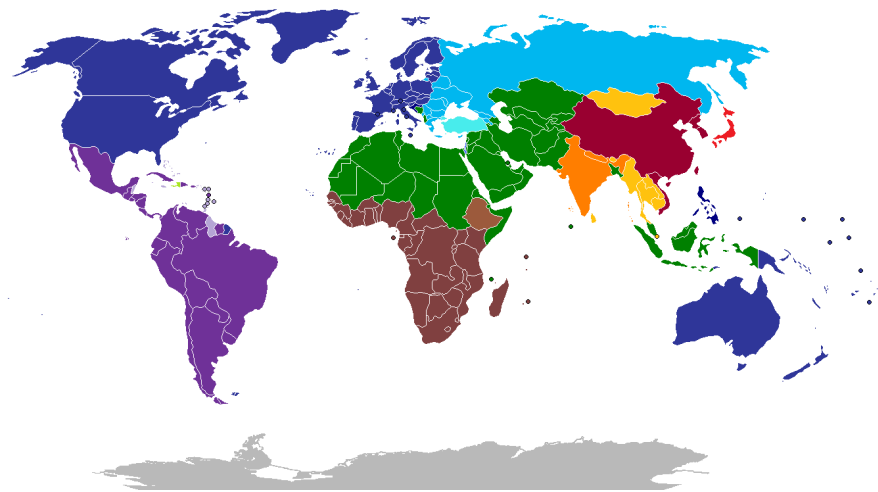


Карибский кризис

P-12

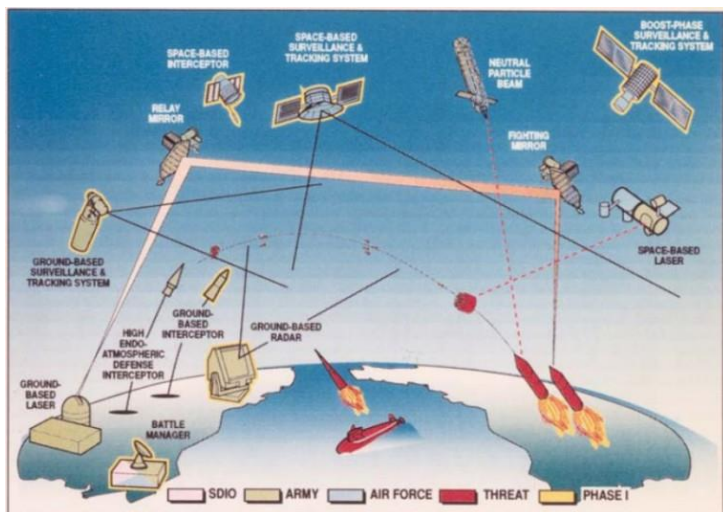


Юпитер





«ЗВЕЗДНЫЕ ВОЙНЫ»



Стратегическая оборонная инициатива, США
1983-1992



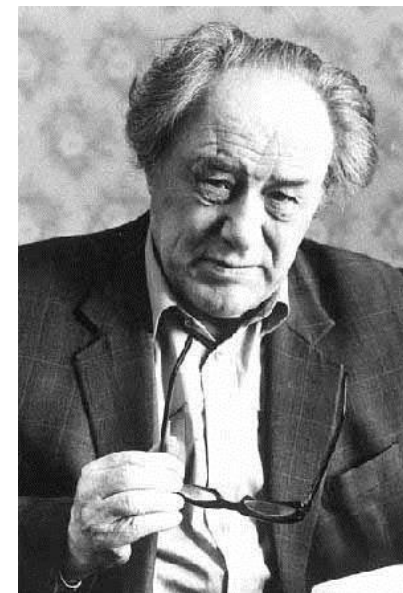
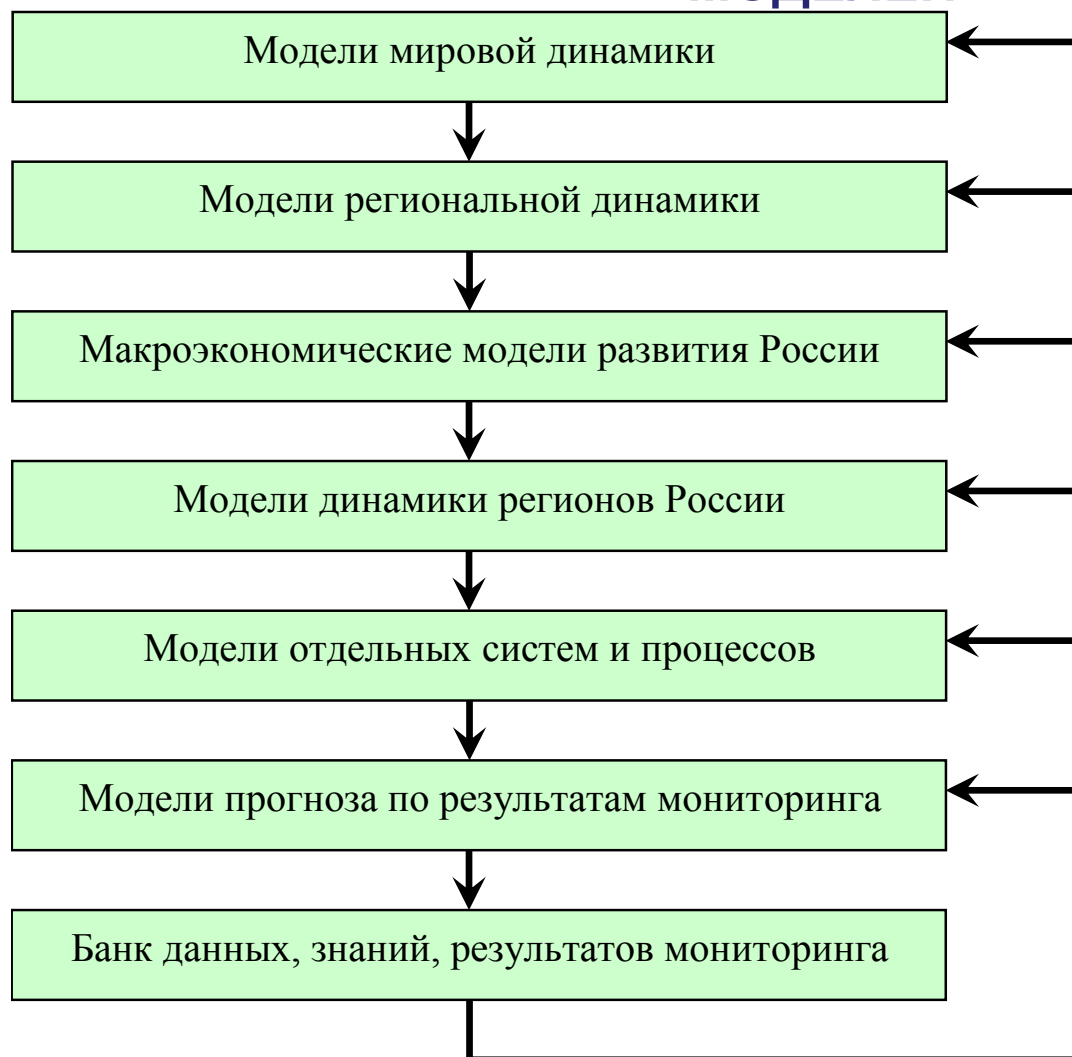
Акад. А.Н.Тихонов



«Ритуал»

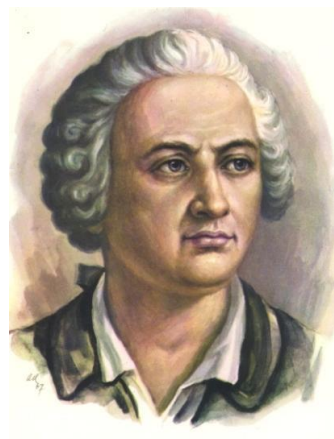


ИНСТРУМЕНТ – ИЕРАРХИЯ УПРОЩЕННЫХ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ



**Н.Н. Моисеев
(1917-2000)**

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

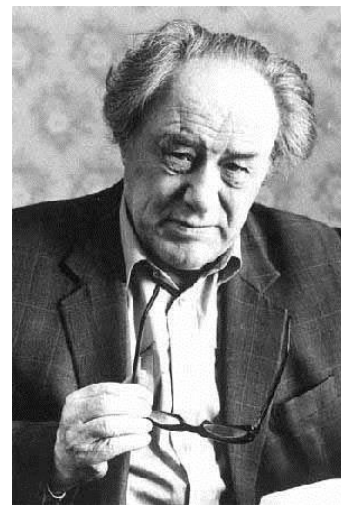


ВЫСОКОТЕХНОЛОГИЧНАЯ ТРАНСПОРТНАЯ СИСТЕМА



проект
превращения
России в
сверхдержаву
нового поколения

*«Богатство России
прирастать будет
Сибирью».*
М. В. Ломоносов



*Русь возникла на пути из варяг в греки. Новая Россия может
возникнуть на пути «из англичан в японцы».*

Н.Н. Моисеев

**Н.Н. Моисеев
(1917-2000)**



Н.Н. Моисеев (1917-2000)

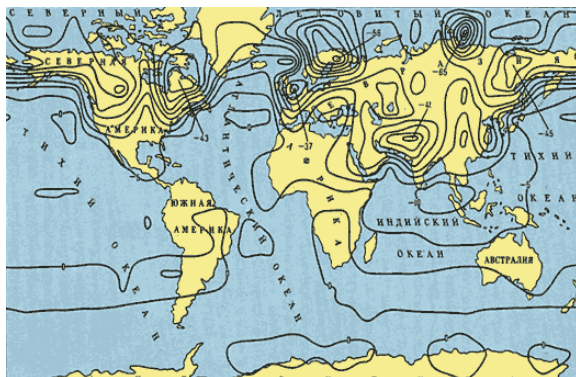


Конгресс США



Ватикан

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И ПРОГНОЗ ГЛОБАЛЬНЫХ КЛИМАТИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ



Изменение температуры воздуха
у поверхности Земли на 30-40-й день
после ядерного конфликта. Доклад
В.В.Александрова (США 1983 г.)

*Если произойдет обмен ядерными
ударами, общей мощностью более
1000 мегатонн, то изменится
глобальная циркуляция атмосферы
и под угрозу будет поставлено
само существование человечества*

А.Гор Нобелевская
премия Мира, 2007



ИБМ РАН



САМООРГАНИЗАЦИЯ, СИНЕРГЕТИКА, КОГНИТИВНЫЙ БАРЬЕР

• **Барьеры вычислений** – невозможно отладить программу более чем в 1 млн. команд (в СОИ – 1 млрд.)

• **Барьер имитации** – модель сложной системы нельзя собрать как мозаику.

• **Барьер понимания** – человек может учесть лишь 5-7 переменных и работать лишь с 5-7 людьми

И понимание, и успех человеко-машинной систем обычно опирается на простые нелинейные математические модели и стратегии



**П.О. Сухой
(1895-1975)**



**Ключ к ответу – субъективная
самоорганизация**





Главная опасность для России и человечества

- Вывод гонки вооружений на наноуровень (Договоры о запрещении нановооружений нужно начинать сейчас)
- Биороботы в оборонной сфере представляются сейчас более значимыми, чем ядерный или космический проект



«Философы лишь различным образом объясняли мир,
а дело заключается в том, чтобы изменить его» К. Маркс, 19в.
... чтобы сохранить его! 21 в.