



САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
ЭКОНОМИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ



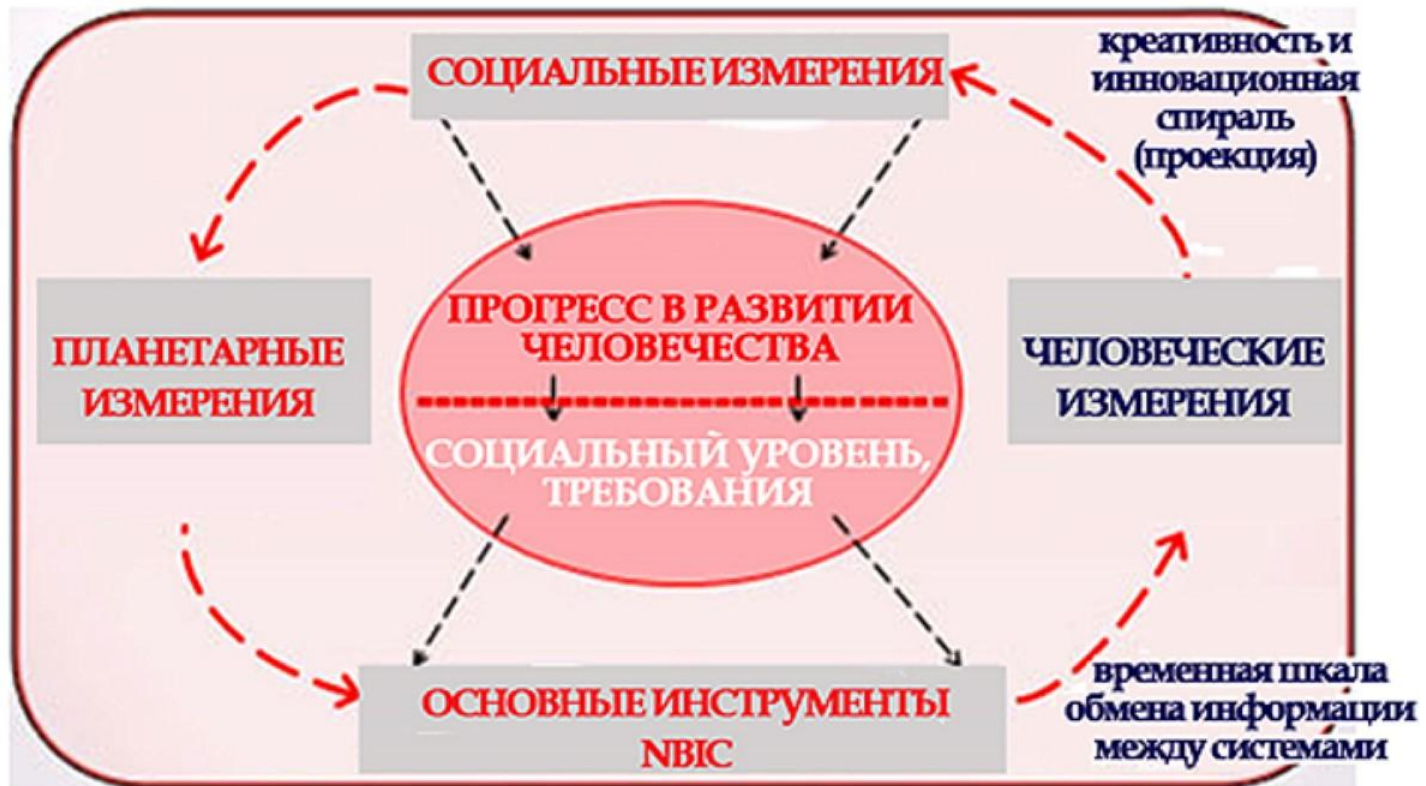
# Информационные системы и компьютерные технологии



Кафедра информатики  
Факультет информатики и прикладной математики

# Тема 7: Методологические аспекты эволюции информационных технологий.

## *NBICS-конвергенция*





# Конвергентные NBICS-технологии

*Конвергентные технологии* – это совокупность технологий, обозначаемая как NBIC-конвергенция – конвергенция нано-, био-, инфо-, когно-технологий.

Термин был введен Михаилом Роко и Уильямом Бейнбриджем в 2002 году, авторами отчета «Converging Technologies for Improving Human Performance» («Конвергирующие технологии для улучшения природы человека»).

Отчет был посвящен особенностям NBIC-конвергенции, её роли и значению в общем ходе мировой цивилизации.

NBIC-конвергенция является своего рода механизмом *взаимопроникновения и взаимовлияния* большого количества областей технологий: физика, химия, экология, науки о земле, биология, медицина, вычислительная техника, экономика, политология, психиатрия, психология, педагогика и др.

В настоящее время всё чаще рассматривается понятие NBICS-технологии, имея в виду пятую, *социальную составляющую*.



# Конвергентные NBICS-технологии

Работа Михаила Роко и Уильяма Бейнбриджа была посвящена:

- ❖ раскрытию особенностей NBIC-конвергенции
- ❖ её значению в общем ходе технологического развития мировой цивилизации, а также её эволюционному значению.

Проанализировав более миллиона научных статей в тысячах специализированных журналах, исследователи обнаружили большое количество тематических пересечений в этих статьях, относящихся к различным *технологическим аспектам*.

С помощью кластерного анализа они выделили журналы, где такие взаимосвязи были сильнее всего и на основании анализа составили *«Карту пересечений новейших технологий»*.





# Карта пересечений новейших технологий

Mapping the Structure and Evolution of Science (Borner, 2006)



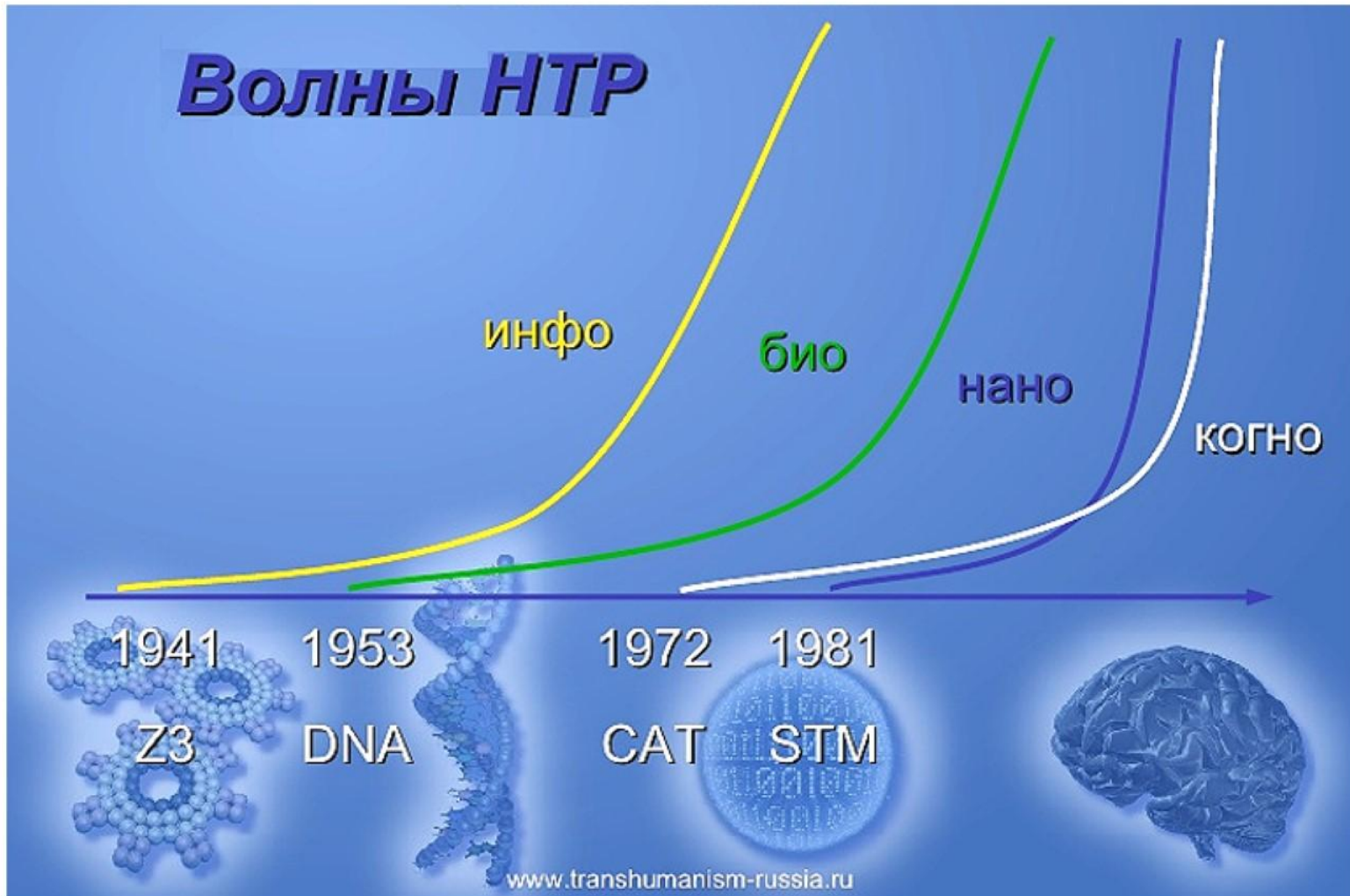


# Волны Научно-технической революции





# Волны Научно-технической революции





# Формирование NBICS

Можно выделить идущие с 1980-х годов:

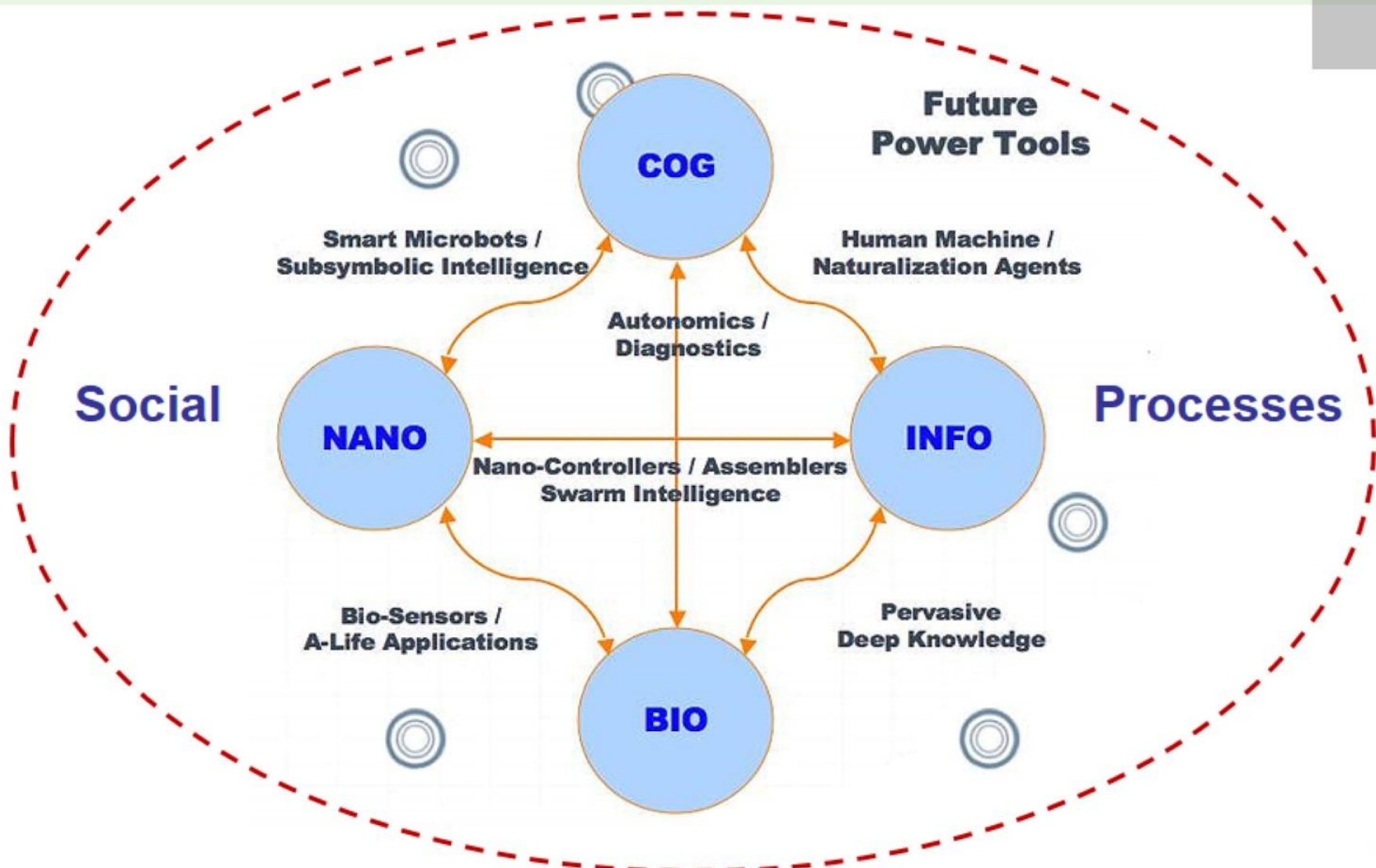
- ❖ революцию в информационных и коммуникационных технологиях – *ИНФО (INFO)*
- ❖ последовавшую за ней биотехнологическую революцию – *БИО (BIO)*
- ❖ начавшуюся недавно революцию в области нанотехнологий – *НАНО (NANO)*.

Бурный прогресс в последнее десятилетие (с 2010 года) в развитии когнитивной и социальных наук дал толчок развитию соответствующим революций – *КОГНО (COG)* и *СОЦИО (SOC)*





# Формирование NBICS





## Революция в информационных и коммуникационных технологиях

*Информационные технологии* ( Information Technology, IT) – широкий класс дисциплин и областей деятельности, относящихся к технологиям управления и обработки данных, а также создания данных, в том числе, с применением вычислительной техники.

В последнее время под информационными технологиями чаще всего понимают *компьютерные технологии*, используемые для работы с данными, информацией и знаниями.

В частности, ИТ имеют дело с использованием компьютеров и программного обеспечения для хранения, преобразования, защиты, обработки, передачи и получения информации.

Специалистов по компьютерной технике и программированию называли *ИТ-специалистами*.

В настоящее время это понятие существенно расширилось!



## Революция в информационных и коммуникационных технологиях

Согласно определению, принятому ЮНЕСКО, ИТ – «это комплекс взаимосвязанных научных, технологических, инженерных дисциплин, изучающих методы эффективной организации труда людей, занятых обработкой и хранением информации».

Понятие ИТ включает также вычислительную технику и методы организации и взаимодействия с людьми и производственным оборудованием, программные приложения, а также связанные со всем этим *социальные, экономические и культурные проблемы*.

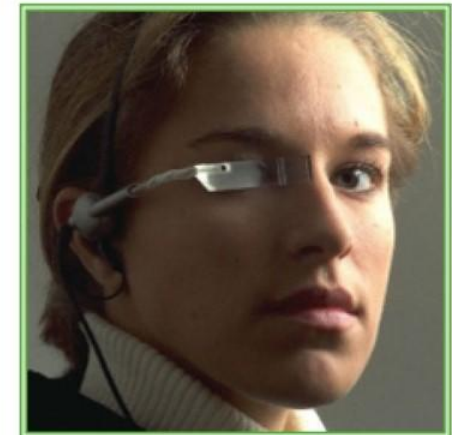
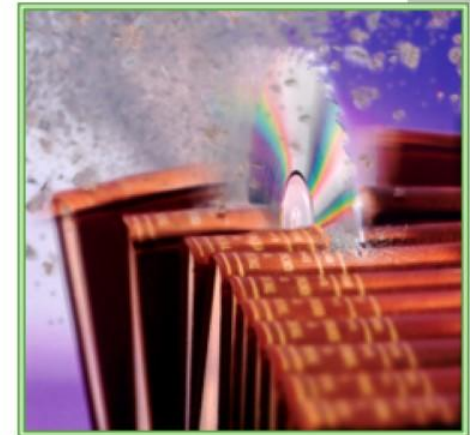
Сами ИТ требуют *сложной профессиональной подготовки*, больших первоначальных затрат и наукоемкой техники.

Внедрение ИТ должно начинаться с создания концептуального, алгоритмического, математического обеспечения, формирования информационных знаний в системах подготовки специалистов.



## Инфо-технологии

- ❖ Информация и информационные услуги становятся всё более доступными
- ❖ Скорость компьютеров неуклонно растёт
- ❖ Глобальная сеть охватывает весь мир
- ❖ Компьютерные устройства и интерфейсы всё более удобны





# Биотехнологическая революция

*Биотехнология* – дисциплина, изучающая возможности получения использования живых организмов, их популяций или продукты их жизнедеятельности

Это стало необходимо *для решения технических и технологических задач*, а также возможности создания живых организмов с заданными свойствами *методами генной инженерии*.

Термин *«биотехнология»* относится к более широкому комплексу процессов модификации биологических организмов для обеспечения потребностей человека, начиная с модификации растений и одомашенных животных путем искусственного отбора и гибридизации.

С помощью современных методов традиционные биотехнологические производства получили возможность улучшить качество пищевых продуктов и увеличить продуктивность живых организмов.



# Биотехнологическая революция

С помощью современных методов традиционные биотехнологические производства получили возможность улучшить качество пищевых продуктов и увеличить продуктивность живых организмов.

До 1970 года термин *«биотехнология»* использовался, большей частью, в пищевой промышленности и сельском хозяйстве.

С 1970 года ученые используют термин в применении к лабораторным методам, таким, как использование рекомбинантной ДНК и культур клеток, выращиваемых «в пробирке» (In Vitro).

Биотехнология основана на генетике, молекулярной биологии, биохимии, эмбриологии и клеточной биологии, а также прикладных дисциплинах — физической, химической и информационной технологиях и робототехнике (микророботы).



## Био-технологии

- ❖ Выращиваются искусственные органы
- ❖ Созданы кибернетические органы
- ❖ Завершена расшифровка генома
- ❖ Начат проект «Базовая система моделирования человека» E.coli
- ❖ Идёт работа по борьбе со старением





# Революция в области нанотехнологий

*Нанотехнология* — междисциплинарная область фундаментальной и прикладной науки и техники, имеющая дело с совокупностью теоретического обоснования, практических методов исследования, анализа и синтеза,

В состав *нанотехнологий* входят также методы производства и применения продуктов с *заданной атомной структурой* путём контролируемого манипулирования отдельными атомами и молекулами.

Практический аспект нанотехнологий включает в себя производство устройств и их компонентов, необходимых для создания, обработки и манипуляции атомами, молекулами и наночастицами.



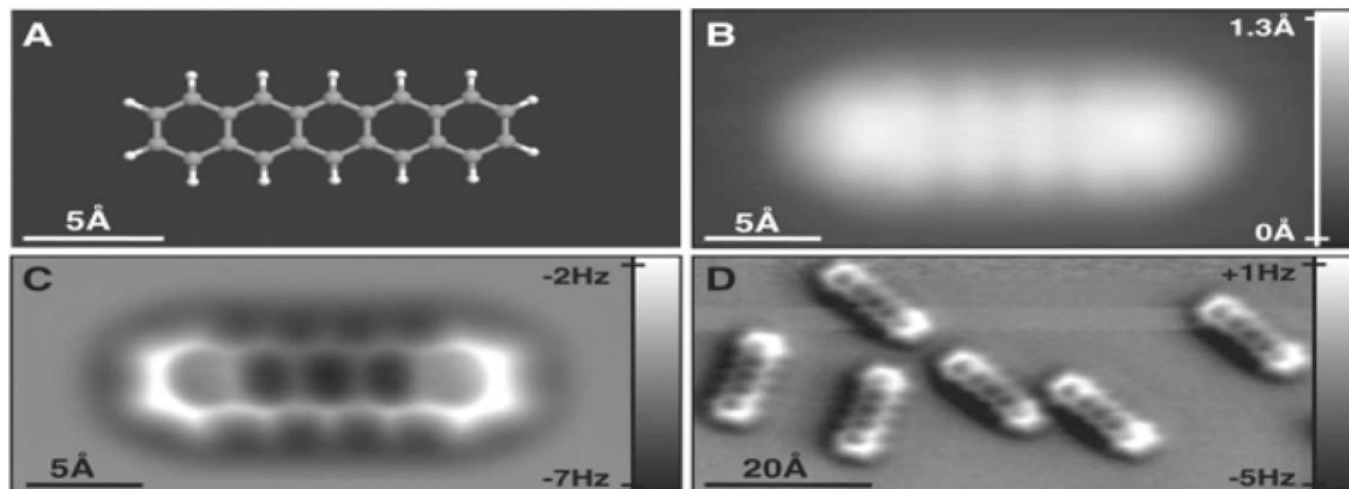


# Революция в области нанотехнологий

Подразумевается, что исследуемый объект не обязательно должен обладать хоть одним линейным размером менее 100 нм.

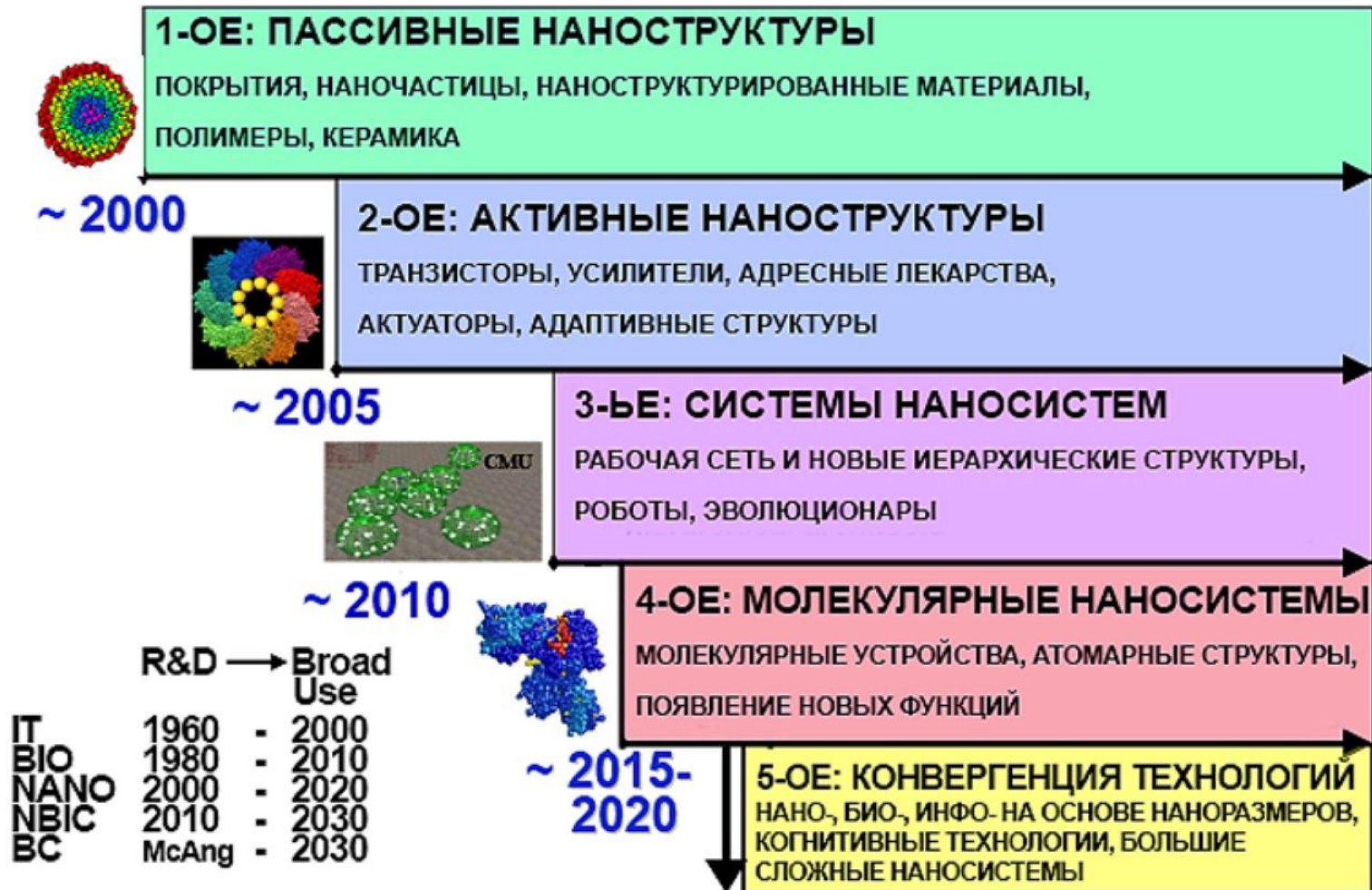
Это могут быть макрообъекты, атомарная структура которых контролируемо создаётся с разрешением на уровне отдельных атомов, либо же содержащие в себе нанобъекты.

В более широком смысле термин *«нанотехнологии»* охватывает также методы диагностики, характерологии и исследований таких объектов.





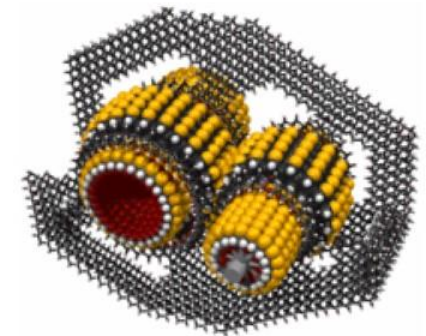
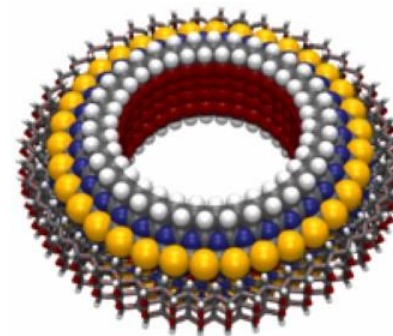
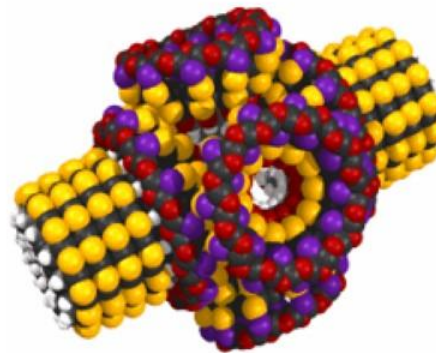
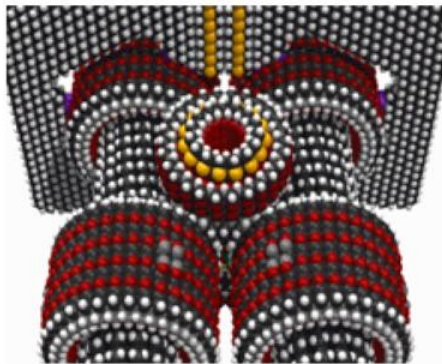
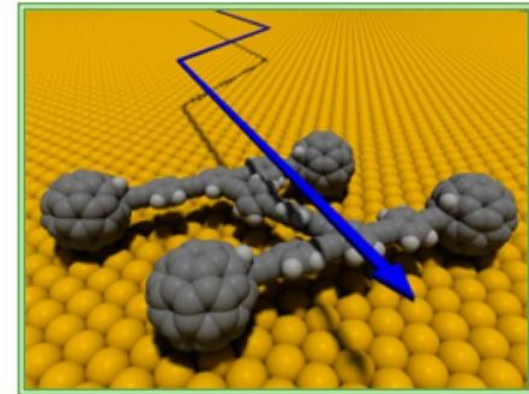
# Пять поколений nano-продуктов



Источник: <http://www.rusnor.org/pubs/reviews/12585.htm>

# Нано-технологии

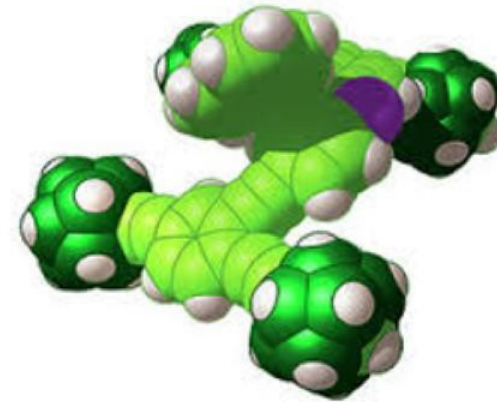
- ❖ Моделируются нано-объекты размером до 20 000 атомов
- ❖ Созданы детали «нано-автомобиля»
- ❖ Разработаны нано-роботы для очистки крови и кровеносных сосудов





## Гонки на «наномашинках» по треку из чистого золота

Группа химиков из французского университета Тулузы готовится строить, пожалуй, самое невероятное по меркам современной науки мероприятие для популяризации научных достижений в области нанотехнологий.



Сначала создают «автомобили» – каждый из них представляет собой одну или несколько молекул, возможно, из нескольких десятков атомов, устроенную таким образом, что электроны, выпущенные с наконечника сканирующего туннельного микроскопа, будут двигать её вперед.

При этом «наномашинки» могут обладать разными физическими свойствами и по-своему реагировать на внешнее воздействие.



## Гонки на «наномашинках» по треку из чистого золота

Гоночный трек представляет собой 100-нанометровый кусочек полированного чистого золота, поскольку золото инертно и не будет «мешать» гонщикам.

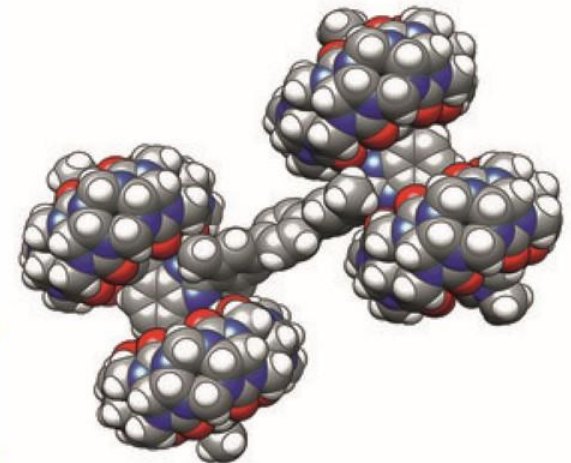
Трасса будет находиться в вакууме и при температуре, близкой к абсолютному нулю, поскольку только так некоторые «машинки» смогут сохранить свою молекулярную форму.

На трассе даже будет два поворота.

На самом деле, никто пока с точностью не может сказать, что будет происходить во время гонок.

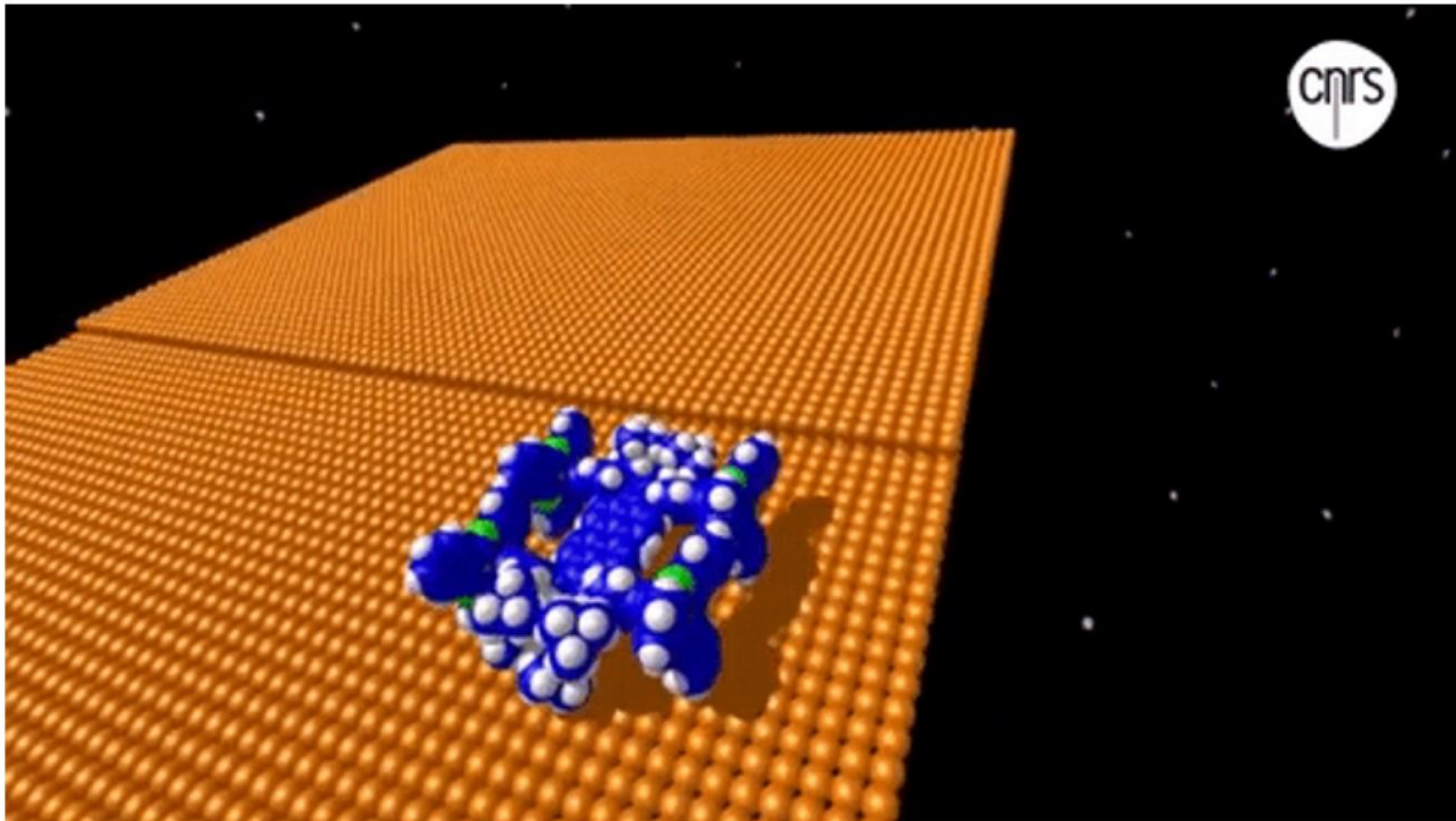
Процесс гонок пока моделируют на компьютере одновременно создавая визуализацию в реальном времени для зрителей в Интернете.

Ближайший заезд должен состояться уже в этом году, сообщает журнал «Популярная механика».





# Гонки на «наномашинках» по треку из чистого золота





## Грядущая революция в области КОГНИТИВНОЙ НАУКИ

*Когнитология, когнитивная наука* (лат. *cognitio* – познание + греч. *logos* — учение) – междисциплинарное научное направление, объединяющее теорию познания, когнитивную психологию, нейрофизиологию, когнитивную лингвистику и теорию искусственного интеллекта.

В *когнитологии* совместно используются компьютерные модели, построенные на базе методов искусственного интеллекта, и экспериментальные методы, взятые из психологии и физиологии высшей нервной деятельности, для разработки точных теорий работы человеческого мозга.

Часто отмечают, что когнитология во многом обязана своим появлением *учению о ноосфере* (академик В. И. Вернадский).

Ключевым техническим достижением, сделавшим когнитологию возможной, стали *новые методы сканирования мозга человека*.



## Грядущая революция в области КОГНИТИВНОЙ НАУКИ

Томография и другие методы впервые позволили заглянуть внутрь мозга и получить прямые, а не косвенные данные о его работе.

Важную роль сыграли и всё более мощные компьютеры.

Наблюдаемый прогресс в когнитологии, как полагают учёные, позволит *«разгадать загадку разума»*, то есть описать и объяснить процессы в мозгу человека, ответственные за высшую нервную деятельность человека.



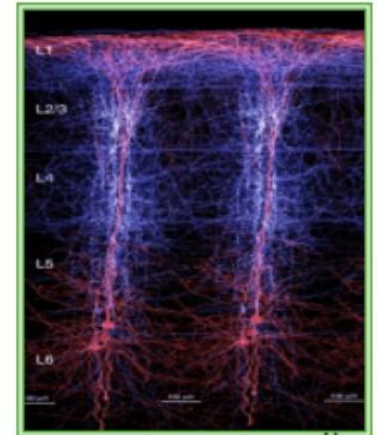
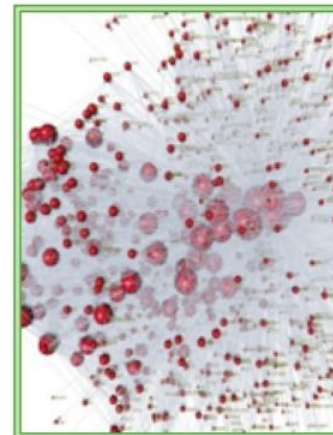
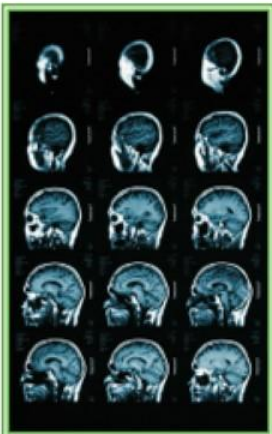
Это позволит создать системы *«сильного искусственного интеллекта»*, который будет обладать способностями к самостоятельному обучению, творчеству, свободному общению с человеком.





## Когно-технологии

- ❖ Сформулированы базовые принципы работы мозга
- ❖ Создаются прямые интерфейсы взаимодействия с искусственным интеллектом (движение, зрение, слух)
- ❖ Активно разрабатываются ноотропики для оказания специфического воздействия на высшие психические функции
- ❖ Создаются подробные карты мозга
- ❖ Запущен проект по моделированию мозга





# Конвергенция технологий

- ❖ Робототехника (*Инфо*)
- ❖ Виртуальная реальность (*Когно-Инфо*)
- ❖ Киборгизация (*Био-Инфо*)
- ❖ Искусственный интеллект (*Когно-Инфо*)
- ❖ Медицина (*Био-Нано*)





## Социо-технологии

Целью *социо-технологий* является обеспечения потребностей человека, создания условий для реализации его потенциальных способностей и интересов.

Методы решения социальных проблем направлены на формирование соответствующих условий жизни и развития общества, общественных отношений, социальной структуры

Социо-технологии используются с учетом одобренной обществом *системы ценностей* и взаимосвязи между общественным прогрессом и экономическим развитием.

Активное вовлечение таких наук, как философия, социология, антропология, экология, психология, педагогика, экономика способствует более полному и разностороннему решению проблем направленности техно- и биоразвития.



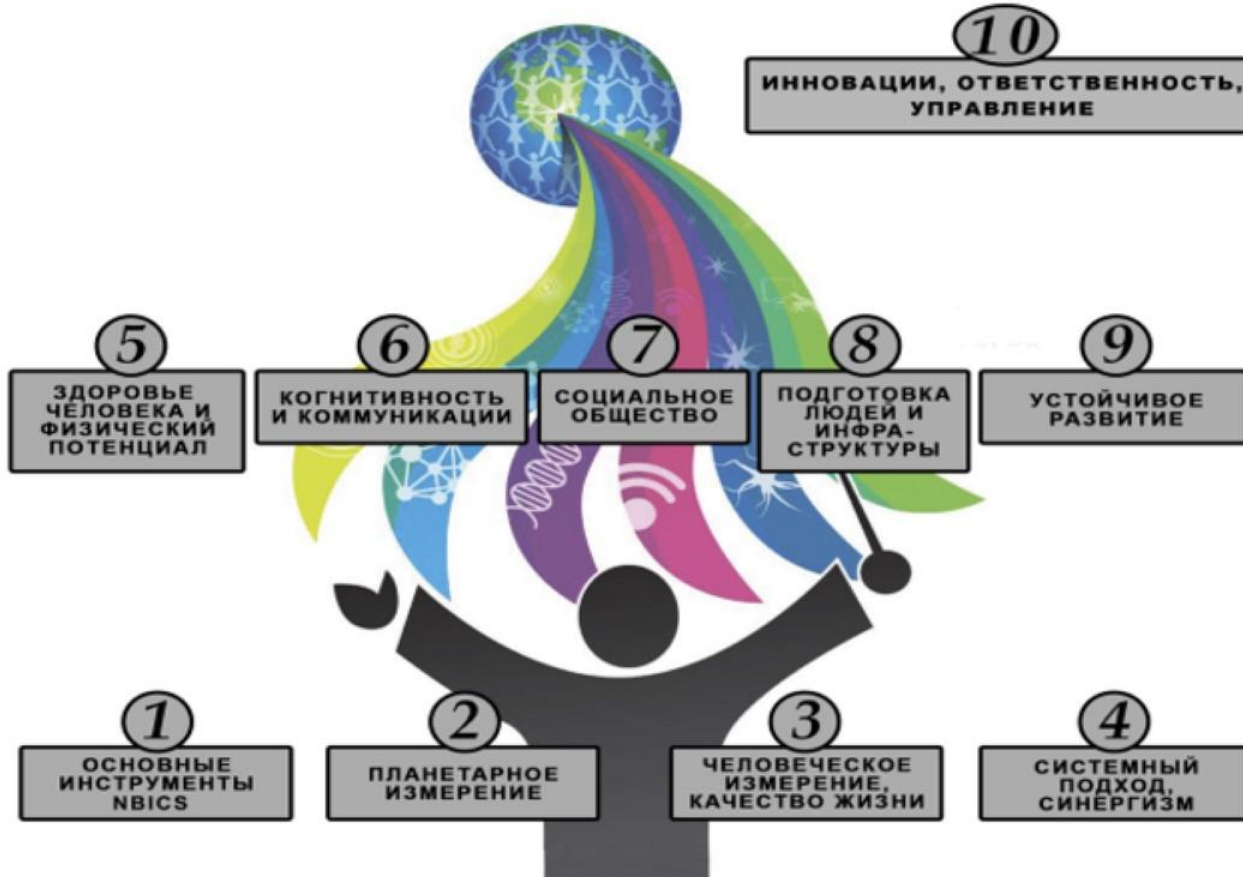
# Поле конвергенции NBICS





# Платформы конвергенции NBICS

Инфо + Био + Нано + Когно + Социо





## Взаимодействие: Нано ↔ Био

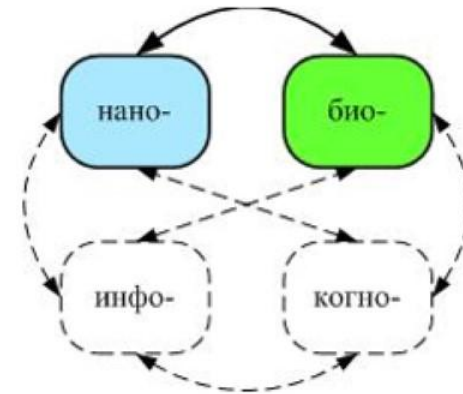
Взаимодействие *нано- и биотехнологий* (также, как и остальных составляющих схемы) является *двусторонним*.

Биологические системы дали ряд инструментов для строительства наноструктур.

Показана возможность синтеза специальных последовательностей ДНК, пакующихся в двумерные и трехмерные структуры, которые по команде сами сворачиваются в заданные плоские и трехмерные структуры.

В перспективе видна возможность синтеза белков, выполняющих заданные функции по манипуляции веществом на наноуровне.

Продемонстрированы и обратные возможности, например, модификация формы белковой молекулы с помощью механического воздействия (фиксация «нано-скрепкой»).





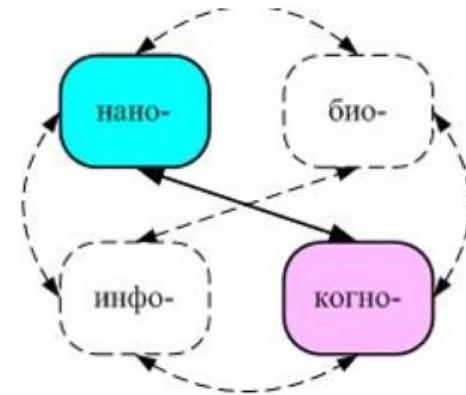
## Взаимодействие: Нано ↔ Когно

*Нанотехнологии* (работающие с материей на самых низких уровнях) и *когнитивная наука* (высшие нервные функции) наиболее далеко отстоят друг от друга, так что на данном этапе развития науки возможности для взаимодействия между ними ограничены.

Следует выделить использование нано-инструментов для анализа и изучения мозга, а также его компьютерного моделирования.

Нанотехнологии (разрабатываемые во многих ведущих лабораториях *нанороботы*) представляются наиболее технически простым путем для изучения деятельности отдельных нейронов и даже их внутриклеточных структур.

Такие нанотехнологические внутриклеточные «датчики» можно использовать для анализа работы нейрона и построения модели его работы.





## Взаимодействие: Нано ↔ Инфо

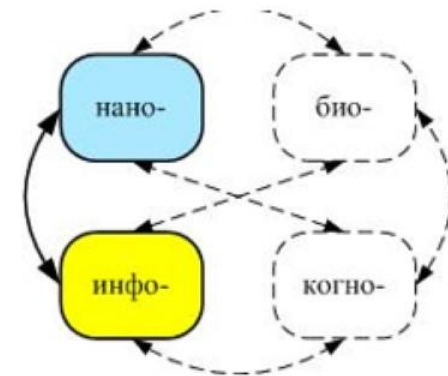
Взаимодействие между *нано-технологиями* и *информационными технологиями* носит взаимно усиливающийся характер.

Информационные технологии используются для компьютерной симуляции нано-устройств.

Уже сегодня идет активное использование нанотехнологий для создания более мощных *вычислительных и коммуникационных устройств*.

Подобное взаимодействие, по прогнозам специалистов, обеспечит относительно быстрое (всего за 20—30 лет) развитие нанотехнологий до уровня молекулярного производства (одно из главных ожидаемых технологических достижений XXI века).

Это приведет к появлению компьютеров, достаточно мощных для *моделирования человеческого мозга*.







## Взаимодействие: Био ↔ Инфо

*Био-информатика*, вычислительная биология – информационные технологии для моделирования биологических систем.

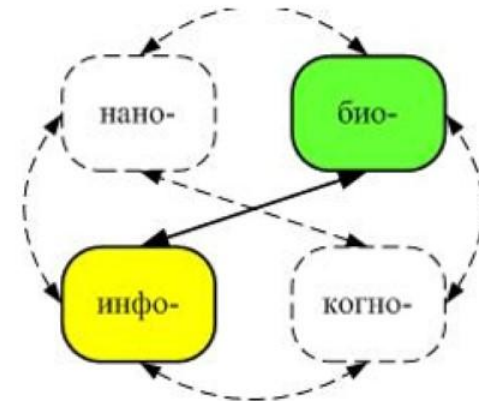
Создано множество разнообразных моделей, симулирующих системы от молекулярных взаимодействий до популяций.

Ряд проектов занимается совмещением уже построенных *частных моделей человека* разного уровня.

Пока продемонстрированы модели вирусов, содержащие несколько миллионов атомов и модели внутриклеточных структур (РНК и др.) схожей сложности.

В будущем станет возможным *полное моделирование живых организмов*, от генетического кода до строения организма, его роста и развития, вплоть до эволюции популяции.

Полученные на компьютере существа принципиально могут быть созданы в реальности с помощью синтеза ДНК и искусственного выращивания или даже с помощью нанотехнологий!





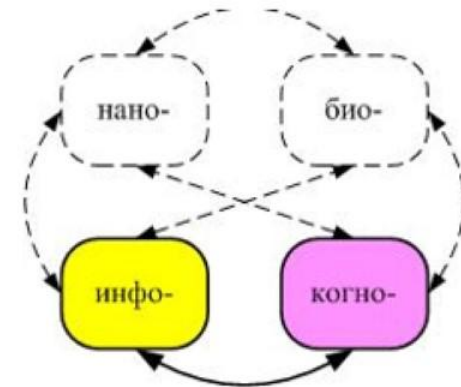
## Взаимодействие: Инфо ↔ Когно

Развитие компьютеров делает возможной симуляцию мозга.

Удалось создать компьютерные модели отдельных нейронов и более сложные модели отдельных частей мозга.

Была продемонстрирована принципиальная возможность воссоздания (с точностью 95%) в компьютерной модели процесса функционирования части гиппокампа крысы!

Чип, реализующий эти функции и созданный специально для целей эксперимента, в принципе, может быть имплантирован в мозг, заменяя его часть.



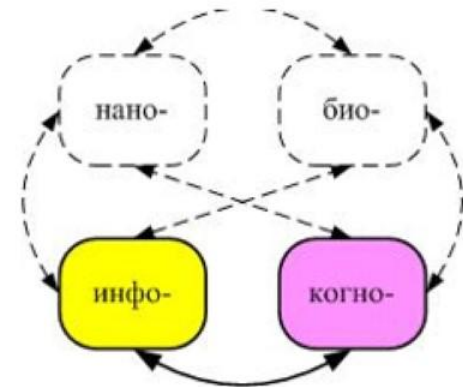


## Взаимодействие: Инфо ↔ Когно

В перспективе (по оценкам экспертов, к 2030—2040 годам) возможно создание *полных компьютерных симуляций* человеческого мозга.

Это означает симуляцию разума, личности, сознания и других свойств человеческой психики (перенос человеческого разума на компьютерный носитель называется «загрузка» или «аплоадинг»).

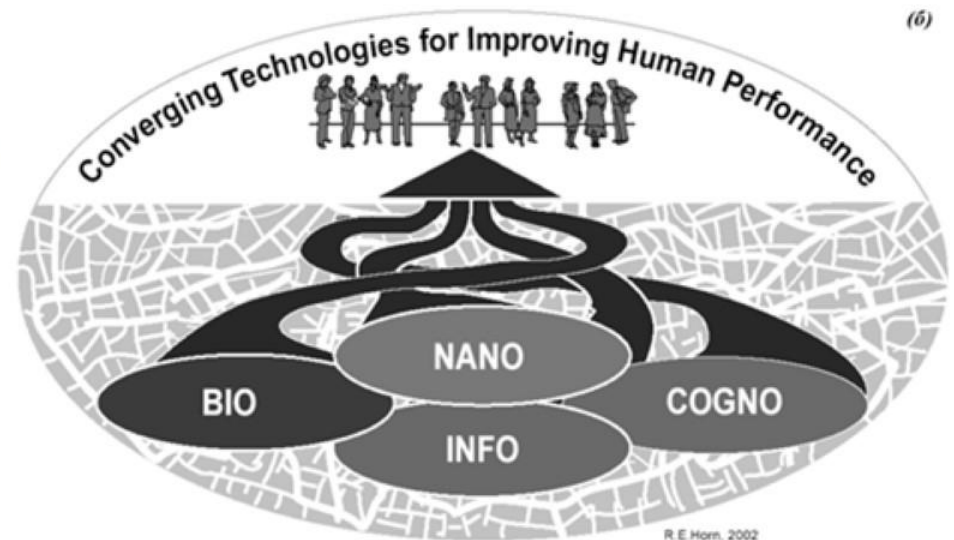
По мнению специалистов, ещё до появления возможности полной симуляции человеческого мозга будут созданы и станут широко распространены технологии виртуальной реальности, то есть точной симуляции физического мира.





# Отличительные особенности NBICS-конвергенции

1. Интенсивное взаимодействие между научными и технологическими областями
2. Широта рассмотрения и влияния – от атомарного уровня материи до разумных систем
3. Это главная технологическая перспектива роста психо-физиологических и когнитивных возможностей развития человека.

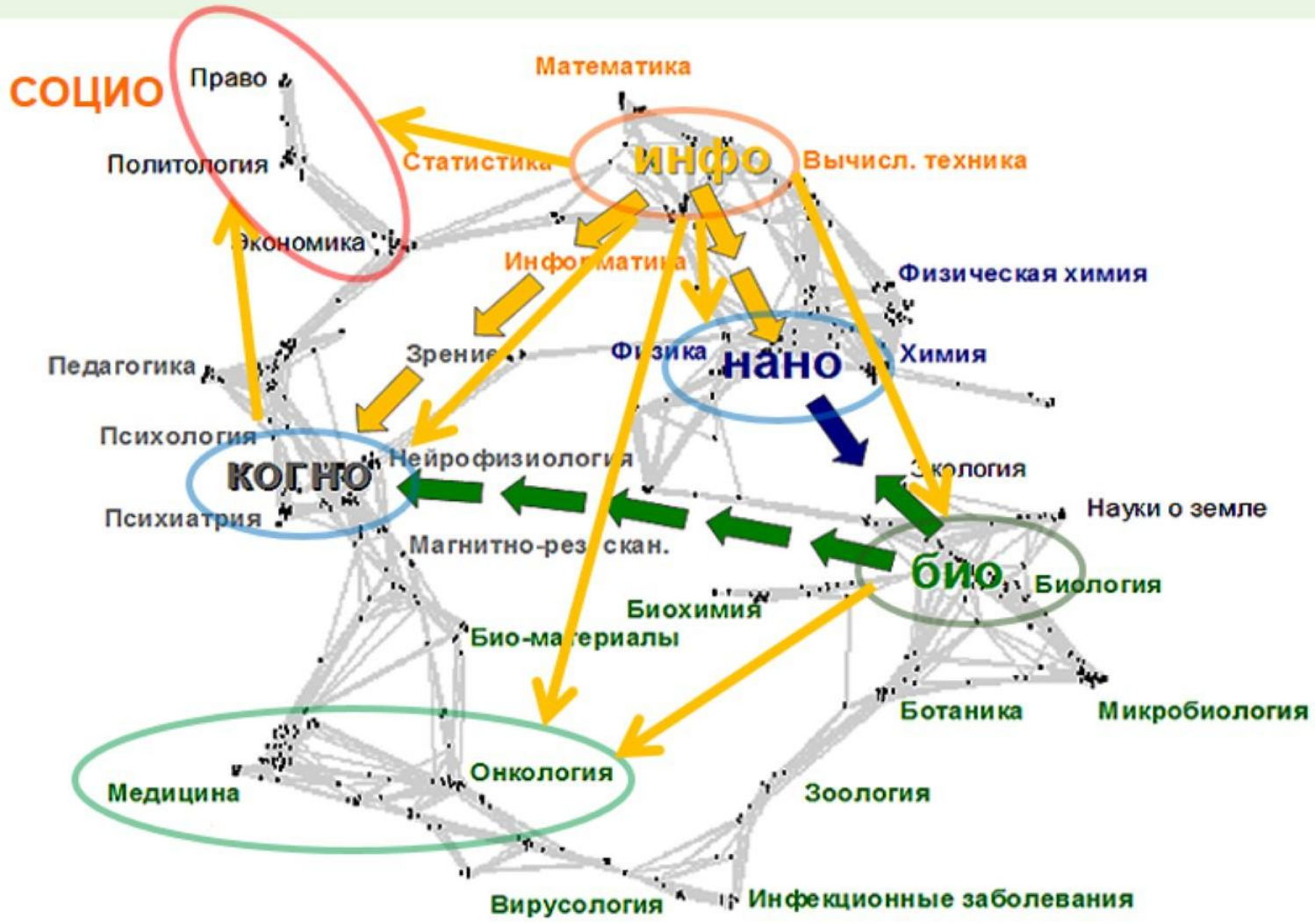


# Прогноз потенциальных конвергированных NBIC-технологий

| Структура конвергенции* | Конвергированные NBIC-технологии  |
|-------------------------|---|
| КТ – БТ – ИКТ           | <p>Технологии, устанавливающие связь электронных чипов с нервной системой человека</p> <p>Технологии создания гибридных форм жизни</p> <p>Технологии воздействия на нейроны мозга человека</p> <p>Технологии установления наноконтактов с мозгом человека</p> <p>Технологии мониторинга и стимулирования деятельности человека с использованием систем дистанционных датчиков</p> <p>Технологии усиления интеллектуального и чувственного восприятия</p> <p>Технологии «ментального бессмертия»</p> <p>Технологии установления прямых контактов с мозгом человека</p> |
| КТ – ИКТ – НТ           | <p>Технологии молекулярной сборки современных информационных систем на основе метода «снизу вверх»</p> <p>Технологии формирования интеллектуальной среды для повышения когнитивного потенциала человека</p> <p>Нанотехнологии повышения уровня чувственных систем человека</p>  |
| КТ – НТ – БТ            | <p>Технологии, содействующие расширению интеллектуального потенциала человека</p> <p>Технологии создания искусственных клеток мозга</p> <p>Технологии оживления и активации биосистем</p> <p>Механический интеллект</p>   |
| НТ – БТ – ИКТ           | <p>Молекулярное нанопроизводство на основе метода «снизу вверх»</p>   |
| ИКТ – БТ – НТ           | <p>Технологии биоинформатики и телемедицины</p> <p>Технологии мониторинга эмоций человека</p> <p>Моделирование ДНК</p> <p>Технологии изготовления органической продукции по заказу потребителя</p> <p>Технологии протеомики</p>   |
| НТ – БТ                 | <p>Нанотехнологии выращивания колоний микроорганизмов с использованием синтетических материалов</p>   |
| БТ – НТ                 | <p>Технологии кастомизации (целевого изготовления) фармацевтических препаратов в соответствии с индивидуальными потребностями больного</p> <p>Технологии определения раковых клеток и их деструкции</p> <p>Технологии разработки и производства «умных бактерий»</p> <p>Технологии кастомизации биопродукции</p>  |

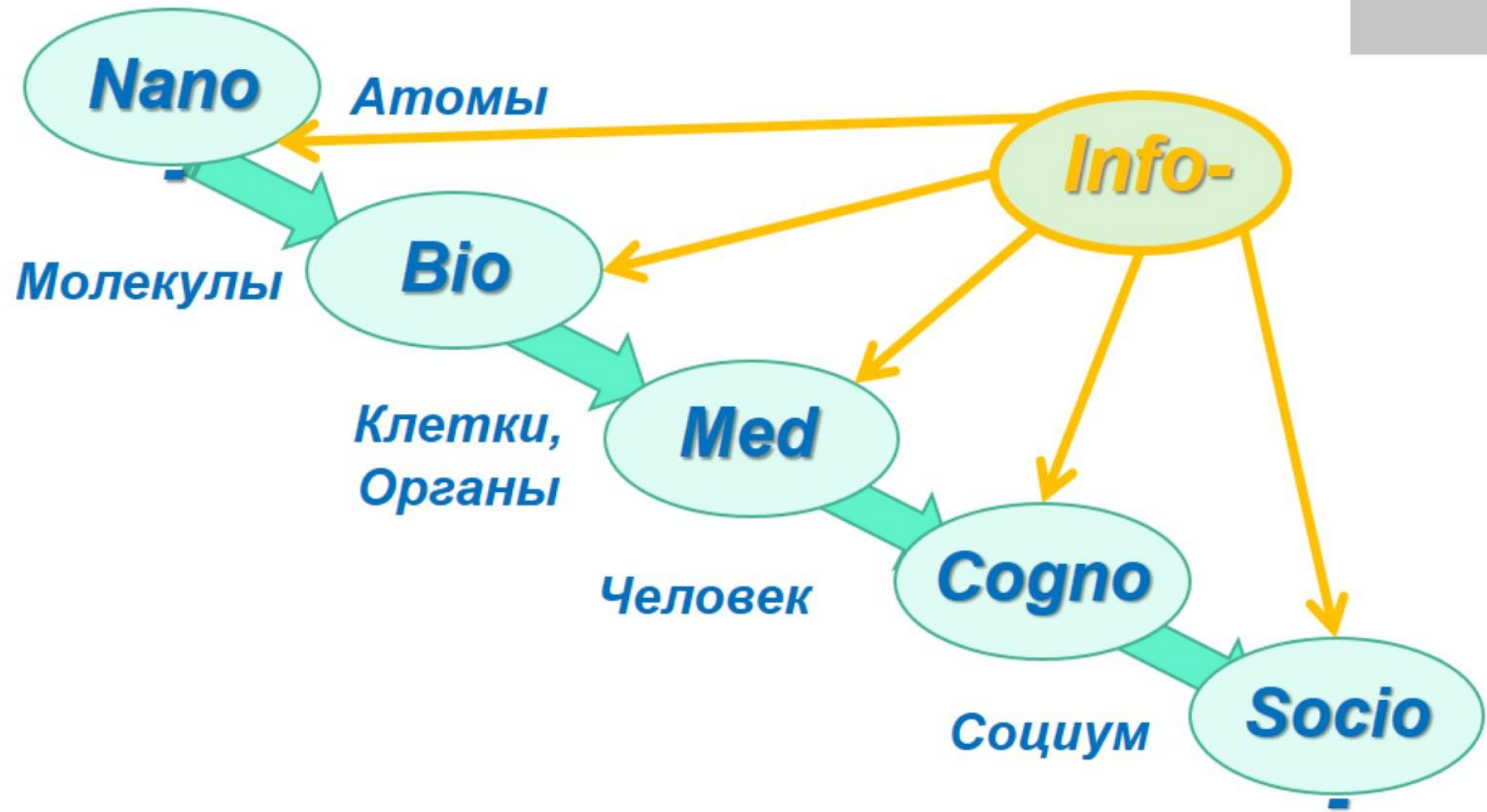


# Кластеризованная карта пересечений новейших технологий





# Классификация по параметру сложности материи





## Интеграция наук

На первых этапах изучения природы происходила дифференциация наук – из естествознания выделялись: физика, химия, биология, психологи и т. д.

Затем специализация углублялась и появились: кристаллография, механика, микробиология, молекулярная биология цитология и т. д..

В настоящее время наблюдается процесс интеграции наук, который и получил название *конвергенция знаний и технологий*.

Наблюдая этот процесс можно увидеть, что конвергенция идет по пути от простого к сложному.

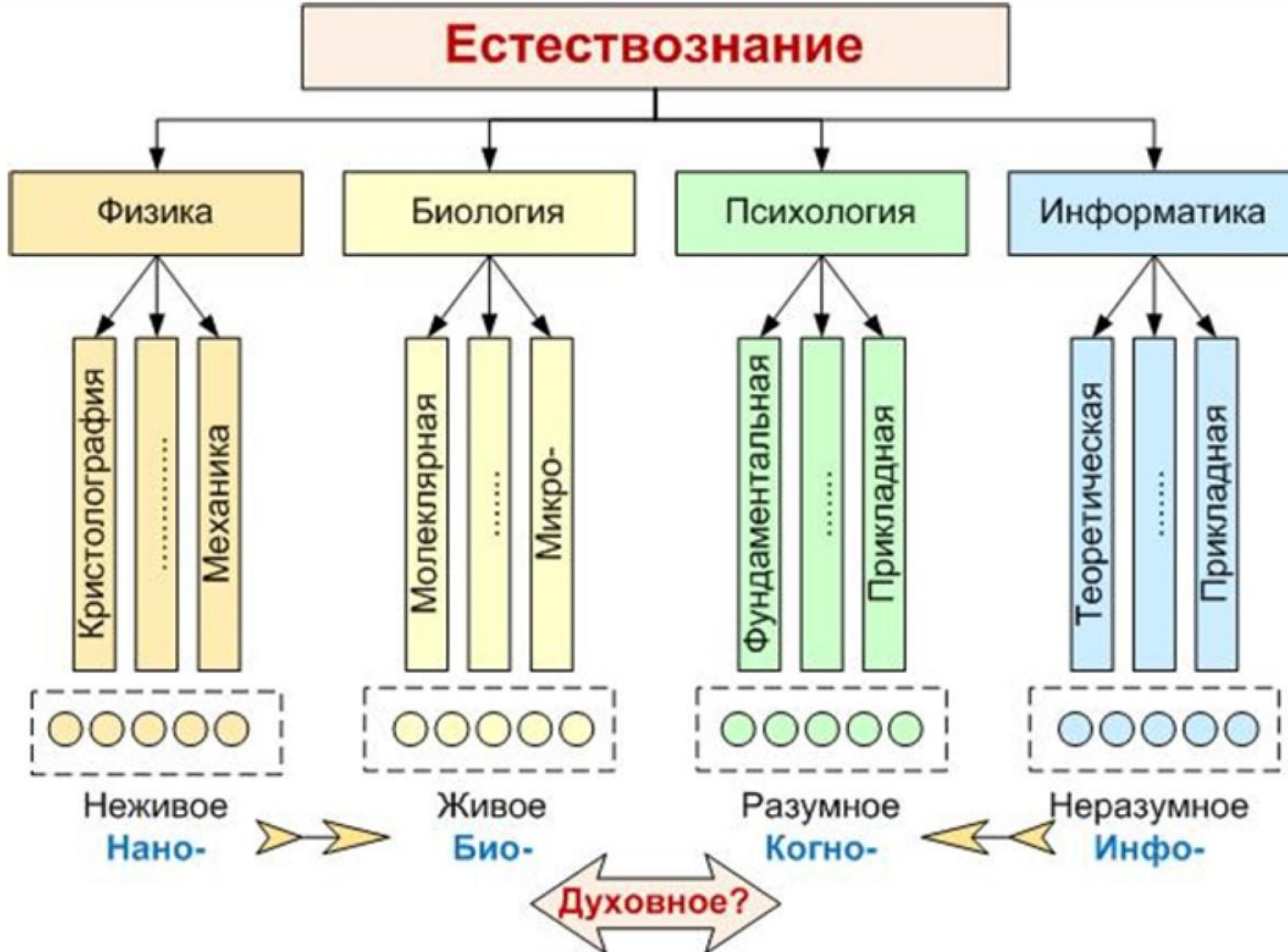
Так можно видеть, что живое – это просто очень сложное неживое (Nano-Bio), а разумное – просто очень сложное неразумное (Info-Cogno).

Продолжая эту аналогию, можно только догадываться, что конвергенция этих направлений (Nano-Bio и Info-Cogno-Socio) может привести к изучению и постижению не только физического, но и духовного мира.





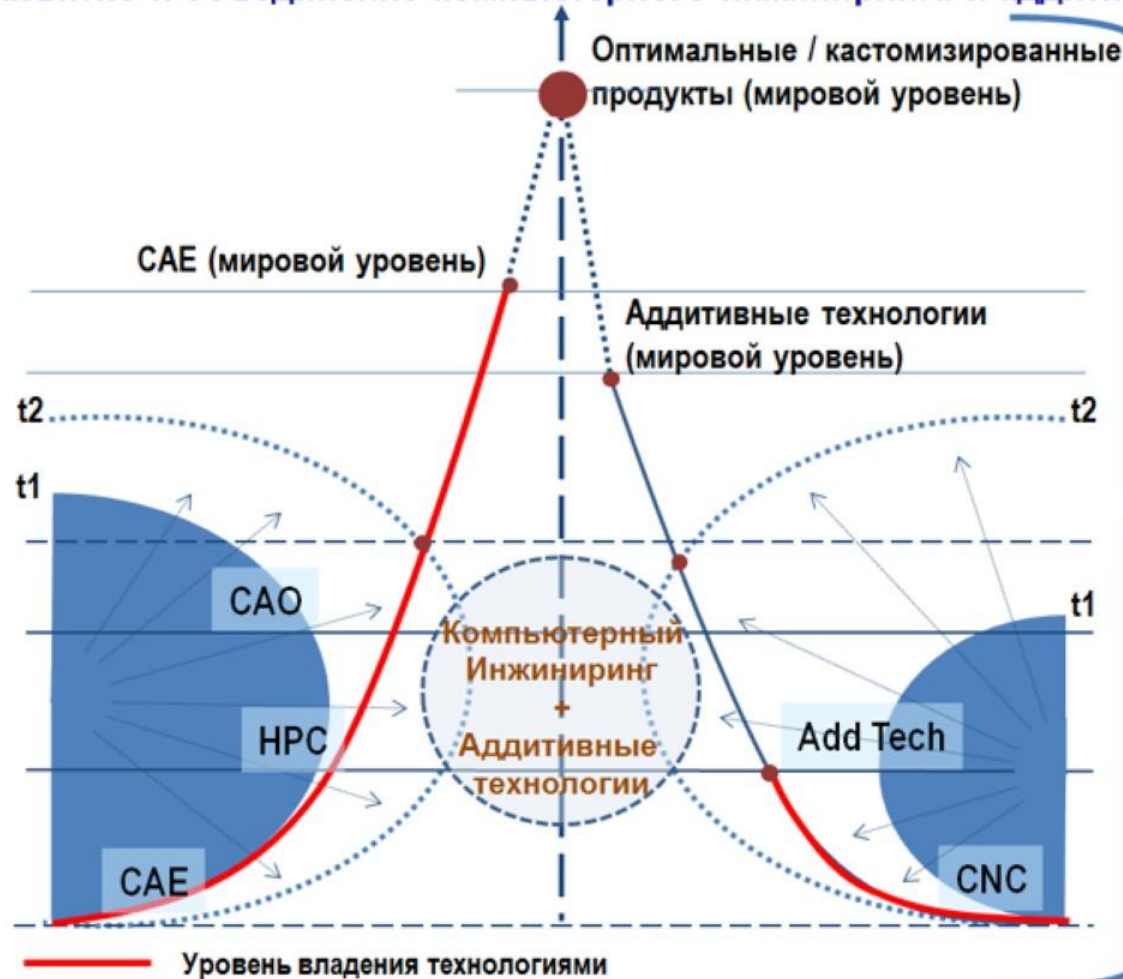
# Интеграция наук





# Аддитивные 3D-технологии

Глобальный тренд на основе конвергенции и синергии двух трендов – стремительное развитие и объединение компьютерного инжиниринга и аддитивных технологий



Конвергенция и синергия передовых CAD / CAE / HPC / CAO – технологий, бионического дизайна, аддитивных технологий и аддитивного производства оптимальных конструкций

**Digital Additive Manufacturing**

Производство глобально конкурентоспособной и кастомизированной продукции нового поколения зависит от компетенций в области компьютерного инжиниринга и аддитивных технологий



## Влияние конвергенции и синергии NBICS-технологий

Конвергенция и синергия NBIC-технологий неизбежно сформируют к формированию *НОВЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ЭКОНОМИКИ* – нано-экономики, био-экономики, инфо-экономики, когно-экономики, социо-экономики.

Это, в свою очередь, приведёт к изменению культуры, ценностных установок в обществе, новой социальной психологии общественного развития, новым морально-этическим нормам.

Синергия NBICS-технологий прямо или косвенно будет оказывать воздействие на «инновационную психологию» людей и их готовность разрабатывать инновационную продукцию, создавать спрос на нее на местных и глобальных рынках.



## Влияние конвергенции и синергии NBICS-технологий

Конвергенция технологий базируется на принципе рефлексивной сложности, основой которой являются процессы возникновения *самоорганизующихся структур, нелинейные и динамические системы* и т. д.

В этом смысле теория сложности и хаоса перерастает в новую науку об организованной сложности.

Эта наука является симбиозом идей кибернетики, системного подхода, нелинейной физики и квантовой механики.

*И основным катализатором всех этих процессов выступают информационные технологии !!!*