

КАДРОВОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ НАНОИНДУСТРИИ ПРИ ПЕРЕХОДЕ К ШЕСТОМУ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМУ УКЛАДУ



- Санкт-Петербургский электротехнический университет “ЛЭТИ”
- В.В.Лучинин, д.т.н., профессор, директор департамента науки СПбГЭТУ
- 11 октября 2018, СПбГТИ (Технический университет)

СОДЕРЖАНИЕ

- ❑ **Базовые понятия:**
 - **наноиндустрия,**
 - **технологический уклад,**
 - **человеческий капитал;**
- ❑ **Глобальные вызовы и национальные приоритеты.**
- ❑ **Естественно-научный и материаловедчески-технологический базисы.**
шестого технологического уклада.
- ❑ **Российские научно-технологический суверенитет и приоритеты в рамках развития наноиндустрии.**
- ❑ **Образовательный тренд при переходе к новому технологическому укладу.**
- ❑ **Инвестиции в человеческий капитал.**

БАЗОВЫЕ СОСТАВЛЯЮЩИЕ СТАБИЛЬНОСТИ И УСТОЙЧИВОСТИ РАЗВИТИЯ ГОСУДАРСТВА

НЕЗАВИСИМОСТЬ

“МЯГКАЯ СИЛА”:
ИНТЕЛЛЕКТ,
ИННОВАЦИОННОСТЬ
ПРОДУКЦИИ

“ЖЕСТКАЯ СИЛА”:
ВОЕННАЯ И СПЕЦИАЛЬНАЯ
ТЕХНИКА, ВООРУЖЕНИЕ

**ЧЕЛОВЕК,
ОБЩЕСТВО,
ГОСУДАРСТВО**

■ ИСПОЛНЯЕМОСТЬ
ЗАКОНОВ
■ ДОВЕРИЕ К ВЛАСТИ

■ КОРРУПЦИЯ

**ЗАКОНОДАТЕЛЬНО-
ФИНАНСОВЫЙ БАЗИС:**

■ ЗАКОНЫ
■ ИНВЕСТИЦИОННЫЙ КЛИМАТ

СЫРЬЕВОЙ БАЗИС:

■ НЕФТЬ, ГАЗ
■ ПРИРОДНЫЕ ИСКОПАЕМЫЕ

КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТЬ

БЕЗОПАСНОСТЬ

ЧЕЛОВЕЧЕСКИЙ КАПИТАЛ:
ГЕНЕЗИС, ОБРАЗОВАНИЕ, КУЛЬТУРА, ЗДОРОВЬЕ

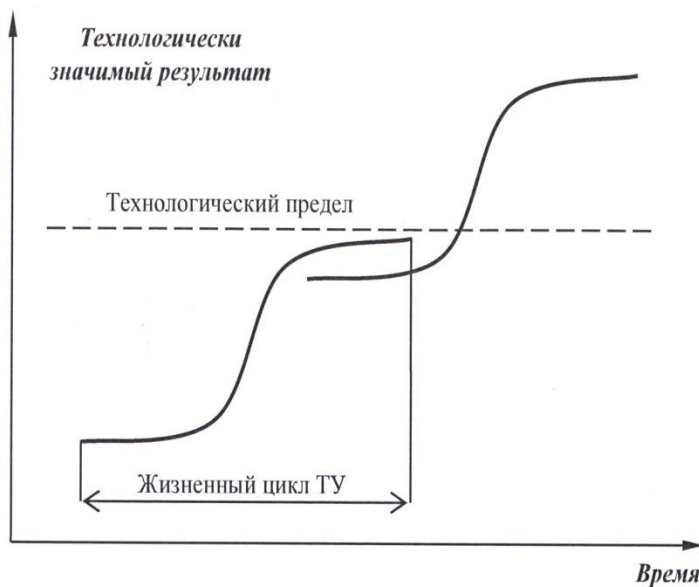
ПОНЯТИЕ «НАНОИНДУСТРИЯ»

Интегрированный комплекс, включающий: оборудование, материалы, программные средства, систему знаний; технологическую, метрологическую информационную, организационно-экономическую культуру и кадровый потенциал, обеспечивающие производство наукоемкой продукции, основанной на использовании новых нетрадиционных свойств материалов и систем при переходе к наномасштабам.

Приставка “нано” – скорее особенное обобщенное отражение объектов исследований, прогнозируемых явлений, эффектов и способов их описания, наиболее полно отражающая именно проявление функционально-системных свойств, а не чисто геометрических особенностей (параметров) объектов.

ПОНЯТИЕ "ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УКЛАД"

Уклад – обустройство, установившийся порядок



Определение «технологический уклад» основывается на теории длинных волн русского и советского учено-экономиста Н.Д. Кондратьева (1892 – 1938 гг.). Кондратьев выдвинул идею существования больших экономических циклов продолжительностью 48-55 лет, в течение которых происходит смена запаса основных материальных благ. В результате этого мировые производительные силы переходят на более высокий уровень своего развития.



Технологический уклад – макроэкономический воспроизводственный контур, охватывающий все стадии переработки ресурсов и соответствующий тип непроизводственного потребления. В рамках одного технологического уклада осуществляется добыча первичных производственных ресурсов, прохождение всех стадий их переработки и выпуск набора конечных продуктов, удовлетворяющих соответствующему типу общественного потребления. Он может быть представлен как некий хозяйственный уровень, характеризующийся единым технологическим уровнем составляющих его производств, связанных между собой потоками качественно однородных ресурсов, опирающихся на ресурсы квалифицированной рабочей силы, научно-технический потенциал и т.д.

ЭВОЛЮЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ УКЛАДОВ

Технологический уклад №	Временные интервалы	Базовые технологии (производства)	Характерные особенности
I	1785-1835 гг.	■ Текстильное производство	Становление промышленного производства. Использование энергии воды.
II	1830-1890 гг.	■ Механическое производство	Развитие железнодорожного и водного транспорта. Использование пара.
III	1880-1940 гг.	■ Металлургия ■ Машиностроение ■ Электротехника	Тяжелое и энергетическое машиностроение. Автомобилестроение. Радиосвязь. Использование электрической энергии.
IV	1930-1990 гг.	■ Химические технологии ■ Точное машиностроение ■ Радиоэлектронные технологии ■ Авиационно-космические	Радиоэлектроника. Компьютерные технологии. Массовое производство различных транспортных средств. Конвейерные технологии.

ГЛОБАЛЬНЫЕ ВЫЗОВЫ И НАЦИОНАЛЬНЫЕ ПРИОРИТЕТЫ

АКВАБЕЗОПАСНОСТЬ



КАЧЕСТВО
ЖИЗНИ



ГЕНЕРАЦИЯ ЧЕЛОВЕЧЕСКОГО
КАПИТАЛА



АГРОБЕЗОПАСНОСТЬ



ЭФФЕКТИВНОСТЬ
ЧЕЛОВЕКА



ГЛОБАЛЬНЫЕ
ВЫЗОВЫ
СОВРЕМЕННОСТИ



НАЦИОНАЛЬНЫЕ
ПРИОРИТЕТЫ
НТР



ОБЕСПЕЧЕНИЕ
ЧЕЛОВЕКА
РЕСУРСАМИ



НАЦИОНАЛЬНАЯ
БЕЗОПАСНОСТЬ:

- оборонная
- террористическая
- технологическая



ИНФОБЕЗОПАСНОСТЬ



ЭНЕРГОБЕЗОПАСНОСТЬ

ПОНЯТИЕ «ЧЕЛОВЕЧЕСКИЙ КАПИТАЛ»

Человеческий капитал - носитель генетического, культурного и профессионального наследия.

«Нам нужны мудрецы»

«Инновации – это мотивированные инвестиции в человеческий капитал»

ФОРМИРОВАНИЕ ЧЕЛОВЕЧЕСКОГО КАПИТАЛА

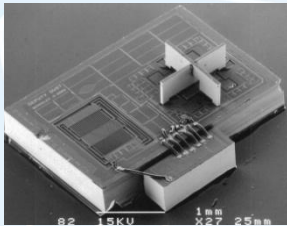


ОБОБЩЕННАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПЯТОГО ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО УКЛАДА

Технологический уклад №	Временные интервалы	Базовые технологии (производства)	Характерные особенности
V	1985-2035 гг.	<ul style="list-style-type: none">■ Материаловедение.■ Микро- и наноэлектроника■ Информационные технологии■ Биотехнологии	<ul style="list-style-type: none">■ Интернет-технологии.■ Высокоскоростные транспортные сети.■ Биомедицинские технологии.■ Развитие энергосберегающих технологий.

МИКРОТЕХНИКА - ОСНОВА ПЯТОГО ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО УКЛАДА

Сенсорная “умная пыль”



- Дистанционный бесконтактный сбор информации с больших площадей
- Целеуказание

Стационарный объект с экстремальными условиями эксплуатации



- Повышение устойчивости эксплуатации объектов
- Постоянный мониторинг объектов
- Мониторинг объектов при возникновении чрезвычайной ситуации

Робот



- Автономная навигация
- Оптическое и радиоуправление
- Дистанционный сбор информации
- Реализация исполнительных функций

Биосистема



- Дистанционное управление
- Дистанционный сбор и передача информации
- Реализация исполнительных функций

Человек



- Автономная навигация
- Автономный контроль физиологических и биохимических параметров
- Сбор и передача информации
- Расширение возможности в реализации исполнительных функций

Основные направления инвестиций. Микро-наноиндустрия

Чипы (устройства):

- паспортно-визовых документов,
- биометрические,
- глобальной навигации,
- локальной навигации,
- медико-биологические,
- радиокommunikационные,
- сенсорные (чипы-кластеры типа “умная пыль”).

ХАРАКТЕРИСТИКА ШЕСТОГО ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО УКЛАДА

Технологический уклад №	Временные интервалы	Базовые технологии (производства)	Характерные особенности
VI		<ul style="list-style-type: none">■ Атомно-молекулярная инженерия■ Бионическая инженерия и робототехника■ Биоинформационные и инфосетевые технологии■ Микро- и наноэнергетика■ Космические технологии	<ul style="list-style-type: none">■ Глобальные информационные коммуникационные сети.■ Системы искусственного интеллекта и искусственные органы.■ Комплексная роботизация.■ Нетрадиционная энергетика.■ Освоение труднодоступного земного и внеземного пространства.

СТРАТЕГИЧЕСКОЕ НАПРАВЛЕНИЕ ШЕСТОГО ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО УКЛАДА

***АКТИВНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РАНЕЕ НЕ ИЗВЕСТНЫХ
СВОЙСТВ МАТЕРИАЛОВ И КОМПОЗИЦИЙ,
ВОЗНИКАЮЩИХ ПРИ ПЕРЕХОДЕ К ОБЪЕКТАМ:***

- **СВОЙСТВА КОТОРЫХ ЗАВИСЯТ ОТ РАЗМЕРНОГО И КОНФОРМАЦИОННОГО ФАКТОРОВ;**
- **ПРЕДСТАВЛЯЮЩИХ СОБОЙ ИНТЕГРАЦИЮ ИСКУССТВЕННОГО И ЕСТЕСТВЕННОГО УПОРЯДОЧЕННЫХ СИСТЕМ;**
- **ИНТЕГРИРУЮЩИХ МАТЕРИАЛОВЕДЧЕСКИЙ БАЗИС НЕОРГАНИЧЕСКОЙ И ОРГАНИЧЕСКОЙ ПРИРОДЫ;**
- **В ОСНОВЕ СТРУКТУРНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ КОТОРЫХ ЛЕЖАТ НЕРАВНОВЕСНЫЕ ПРОЦЕССЫ;**
- **В ОСНОВЕ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ КОТОРЫХ ЛЕЖИТ КОМПЛЕКС КООПЕРАТИВНО-СИНЕРГЕТИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ И ЯВЛЕНИЙ.**

ПРИОРИТЕТНЫЙ МАТЕРИАЛОВЕДЧЕСКИЙ БАЗИС

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКАЯ ПРИРОДА

КОНВЕРГЕНТНЫЕ КОМПОЗИЦИИ

- ❖ Искусственные: свойства определяются органо-неорганическим интерфейсом

МЕТАМАТЕРИАЛЫ

- ❖ Искусственные не природные: свойства зависят от архитектуры, физико-химического состава, структуры и агрегатного состояния

НАНОМАТЕРИАЛЫ

- ❖ Искусственно синтезируемые и естественно существующие
- ❖ Свойства зависят от характеристического размера на уровне “нано”

МАТЕРИАЛОВЕДЧЕСКИЙ БАЗИС

“УМНЫЕ”

- ❖ Обучаемые
- ❖ Рефлективные
- ❖ Обладающие элементами интеллекта

КОНФОРМНЫЕ

- ❖ Эластичные, гибкие, адаптивные
- ❖ Легко интегрируемые в среду обитания человека

БИОСОВМЕСТИМЫЕ

- ❖ Генная, тканевая инженерия
- ❖ Эпидермальная сенсорика и коррекция
- ❖ Тераностика

ФУНКЦИОНАЛЬНО-КОНСТРУКЦИОННЫЕ СВОЙСТВА

ПРИОРИТЕТНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Квантово-информационные технологии

- ❖ Спин-волновая беззарядовая логика
- ❖ Многозначная нейроподобная логика
- ❖ Инфофотоника

- Минимальное энергопотребление
- Информационная емкость и быстрдействие
- Информационная безопасность

Бионические технологии

- ❖ Искусственные органы
- ❖ Антропоморфные человекоподобные системы
- ❖ Конвергентные биотехнические системы

- Замещение человека
- Расширение и сохранение функциональных возможностей человека
- Роботизация технологий

Технологии искусственных неприродных материалов

- ❖ Метаматериалы
- ❖ Наноматериалы
- ❖ Конвергентные композиции
- ❖ Самоорганизующиеся среды

- Нетрадиционные свойства
- Новые эффекты, явления

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ БАЗИС

Когнитивные технологии

- ❖ Биоинформационные технологии
- ❖ Киберфизические технологии

- Искусственный интеллект
- Расширение интеллектуальных возможностей человека и машин

Физические технологии генерации и управления потоками энергии

- ❖ Ядерные технологии
- ❖ Микроволновые технологии
- ❖ Импульсные высокоэнергетические и оптические технологии

- Энергоэффективность
- Избирательность
- Локализация энергии
- Информационная емкость

Биомедицинские технологии

- ❖ Генная, тканевая инженерия
- ❖ Экспресс-диагностика
- ❖ Селективная внутриорганизменная терапия и хирургия

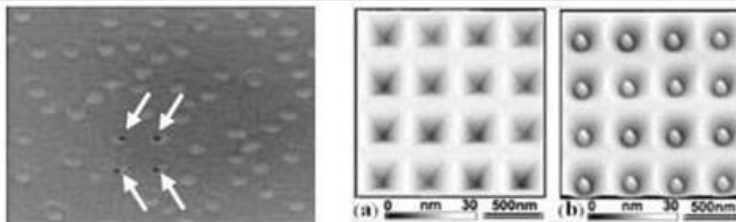
- Замещение органов
- Высокоэффективный медико-биологический мониторинг
- Высоко избирательные медицинские технологии

ЕСТЕСТВЕННО-НАУЧНЫЙ БАЗИС ШЕСТОГО ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО УКЛАДА

1. Материаловедческий базис.
Конвергентные системы

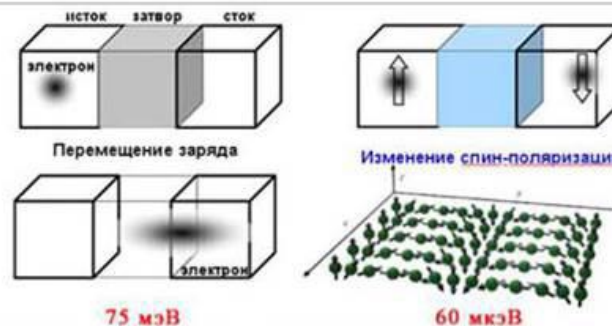


2. Технологический базис.
Самоорганизация, самоформирование

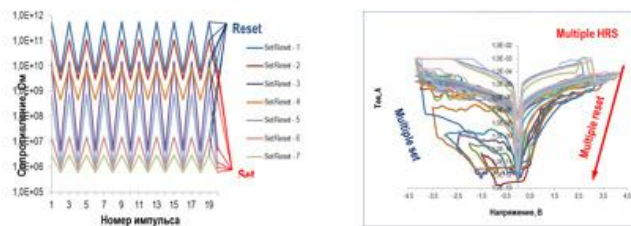


3. Информационный базис

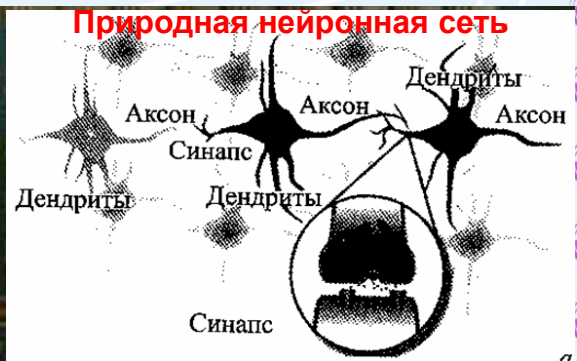
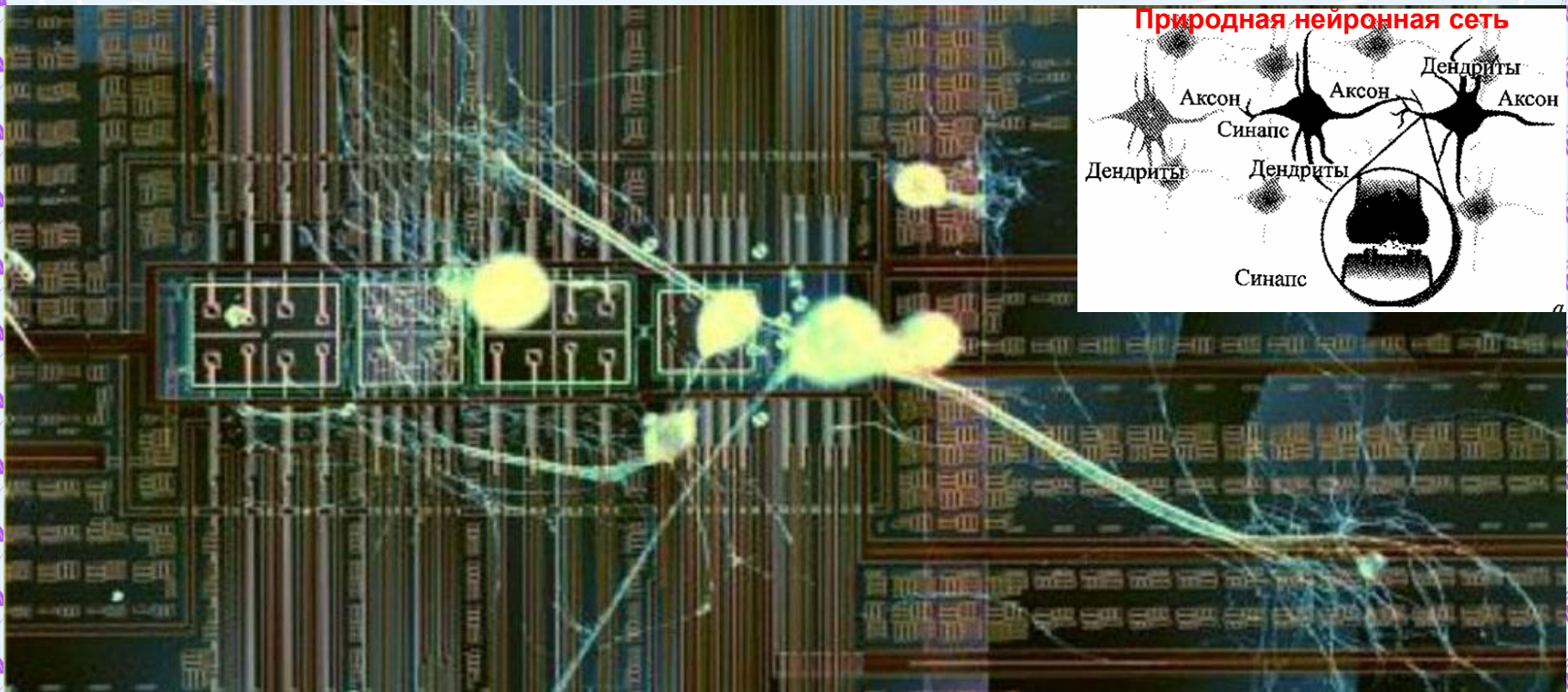
3.1. Новые принципы передачи информации.
Беззарядовая логика



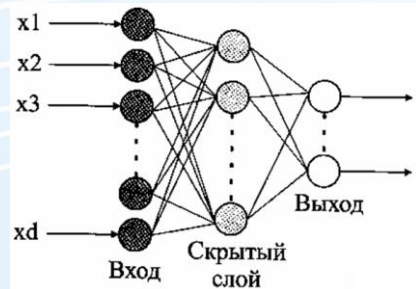
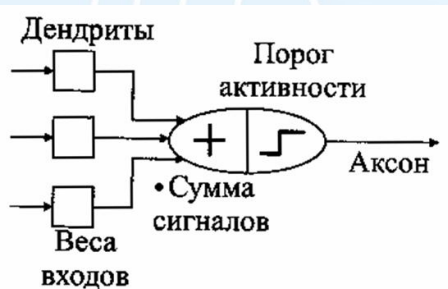
3.2. Новые методы обработки информации.
Бионическая логика



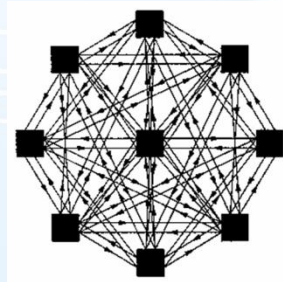
КОНВЕРГЕНТНАЯ БИОНЕЙРОЭЛЕКТРОНИКА "НЕЙРОН НА ЧИПЕ"



Формальные модели нейронной сети



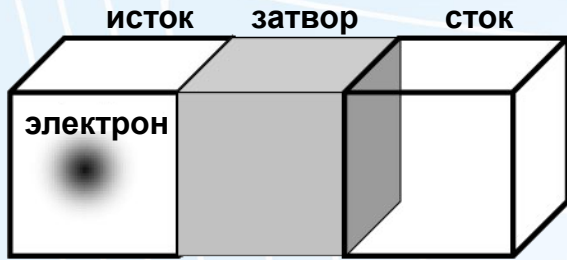
Сеть Хопфилда



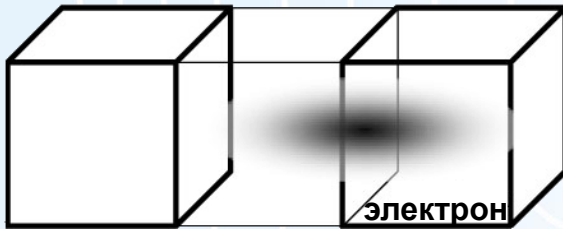
Распределение потенциала в сети



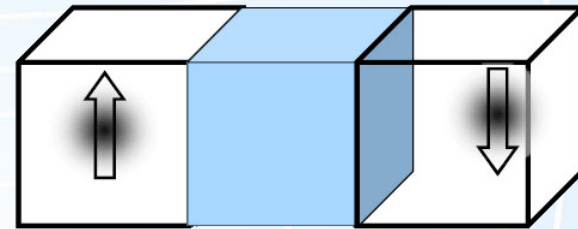
БЕЗЗАРЯДОВАЯ ЛОГИКА



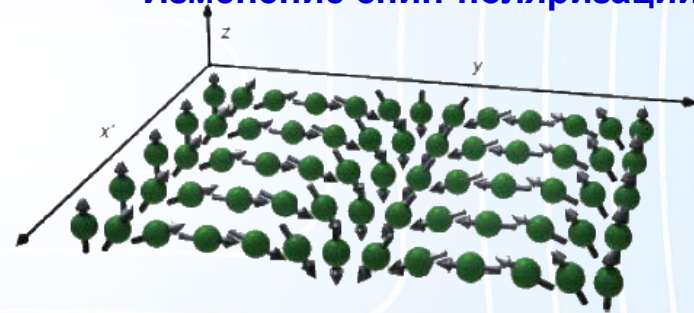
Перемещение заряда



СПИНТРОНИКА



Изменение спин-поляризации



$$E_{conf} = 2 \frac{3\pi^2 \hbar^2}{2ma_{el}^2} = 2E_{el}$$

Энергетические затраты

$$E_{conf} = \frac{6\hbar^2 \pi^2}{2ma_{sp}^2} = 2eV$$

$$E_{el} = 1.2 \times 10^{-20} \text{ J} = 78 \text{ meV}$$

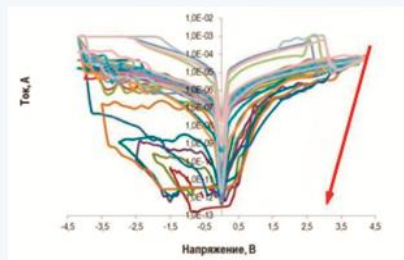
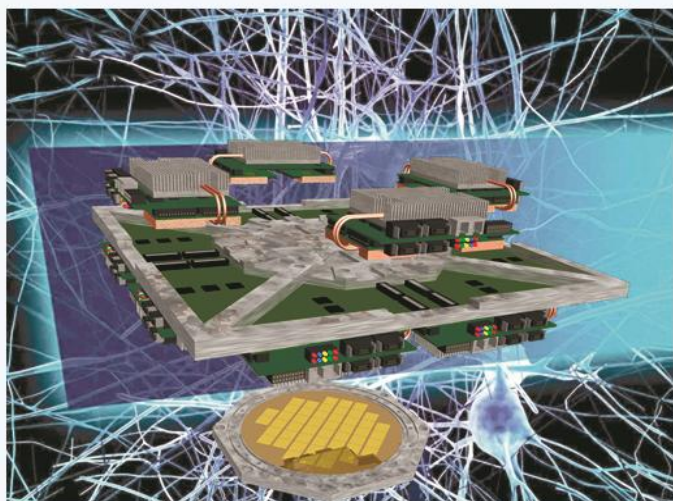
$$E_{sp} = 9.4 \times 10^{-20} \text{ J} = 59 \mu\text{eV}$$

СЛОЖНОСТИ:

- Генерация сигнала
- Управление сигналом
- Регистрация сигнала

НЕЙРОМОРФНАЯ КОМПЬЮТЕРНАЯ ПЛАТФОРМА

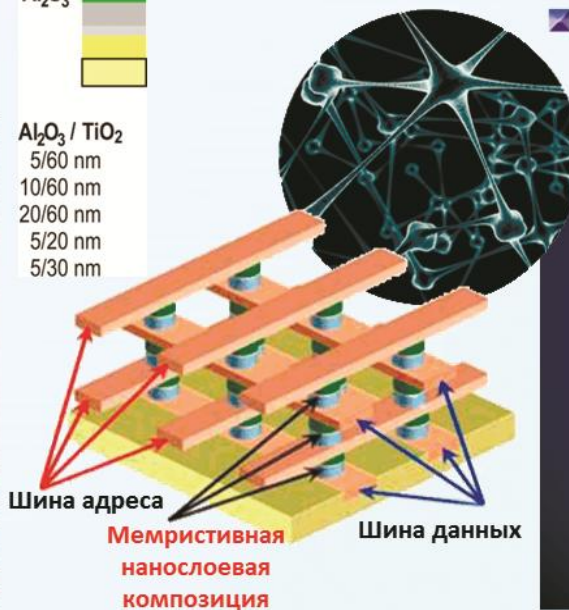
- Многоуровневость логических состояний
- Энергонезависимость
- Сверхвысокая плотность записи информации
- Сверхвысокая скорость обработки информации



Биологический аналог синапса



Al₂O₃ / TiO₂
 5/60 nm
 10/60 nm
 20/60 nm
 5/20 nm
 5/30 nm



ИНФОТЕХНОСФЕРА БИОТЕХНОСФЕРА

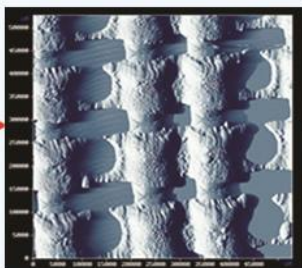
- Хранение в одной логической ячейке более 1 бита информации.
- Хранение не заряда, а состояния проводимости.
- Интеграция оперативной и долговременной памяти



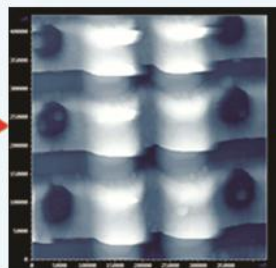
АТОМНАЯ МИКРОСКОПИЯ ЗАПИСИ ИНФОРМАЦИИ ("0"- "1") В ЯЧЕЙКУ ПАМЯТИ



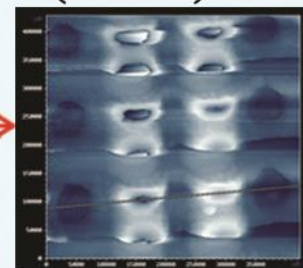
ОБЪЕКТ ИССЛЕДОВАНИЯ:
ИМС ПАМЯТИ



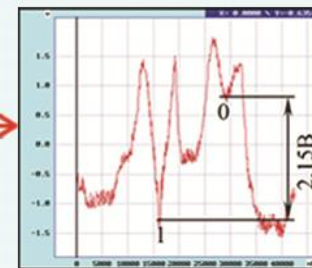
МОРФОЛОГИЯ ПОВЕРХНОСТИ
ЯЧЕЕК ПАМЯТИ



ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ПОТЕНЦИАЛ
БЕЗ ЗАПИСИ ИНФОРМАЦИИ



ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ПОТЕНЦИАЛ
ПОСЛЕ ЗАПИСИ ИНФОРМАЦИИ



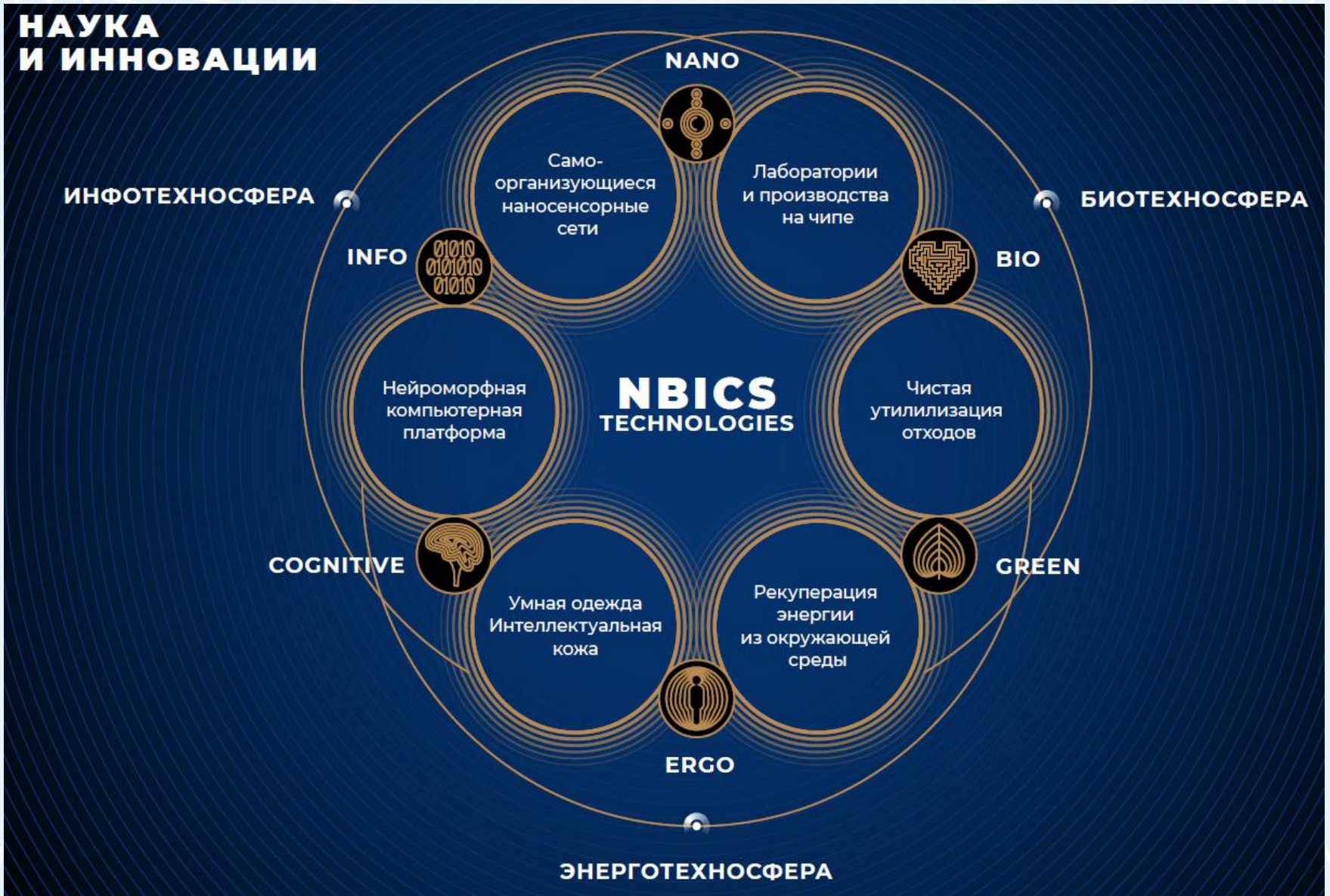
РАСПРЕДЕЛЕНИЕ
ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПОТЕНЦИАЛА

Системные приоритеты для перехода к шестому технологическому укладу

Группа технологий	Системные технологические приоритеты
Технологии искусственных и природоподобных материалов	<ul style="list-style-type: none">■ Наноматериалы.■ Метаматериалы.■ Углеродные материалы.■ Органо-неорганические гибридные композиции.
Технологии трансферного и биотехносферного мониторинга (космос, воздушное, наземное и подводное пространство, биопространство)	<ul style="list-style-type: none">■ Электромагнитный и акустический мониторинг.■ Мультиспектральные технологии.■ Нейроподобные информационные системы и алгоритмы.
Технологии киберфизического пространства	<ul style="list-style-type: none">■ "Интернет вещей" и RFID технологии.■ Биоподобные сигналы и алгоритмы.■ Большие массивы данных, облачные вычисления.■ Виртуальная и дополненная реальность.■ Кибербезопасность.
Природоподобные бионические и когнитивные технологии	<ul style="list-style-type: none">■ Нейроморфные системы.■ Искусственные органы.■ Лаборатории-на-чипе.■ "Умная одежда".■ Биороботы.

МЕЖДИСЦИПЛИНАРНЫЙ БАЗИС ШЕСТОГО ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО УКЛАДА

НАУКА И ИННОВАЦИИ



Современное состояние кадрового обеспечения высоких технологий

- Общее снижение естественно-научного образовательного уровня выпускников школ, их недостаточная профессиональная ориентация и низкий уровень мотивации;
- отставание образовательной среды большинства вузов и как следствие профессионально-компетентностного уровня выпускников от реальных потребностей экономики;
- фактическая потеря отраслевой и отсутствие корпоративной и индустриально-рыночно адаптированной науки;
- слабое использование индустриально-промышленными партнерами кадрового потенциала, лабораторно-экспериментальной базы организаций Академии наук и вузов для проведения прикладных исследований и трансфера технологий;
- отсутствие координации программно-целевого планирования при реализации отраслевых программ с государственными инвестициями в науку и образование в форме проектов и грантов;
- отсутствие баз данных критических и востребованных технологий отраслевой направленности;
- отсутствие мотивационных механизмов для промышленных предприятий, обеспечивающих "превращение" научных подразделений вузов и Академии наук в отраслевые лаборатории для трансфера технологий и кадрового потенциала.

Базовые положения образовательной парадигмы шестого технологического уклада

- **Внедрение концепции формирования и развития индивидуальных профилей компетенций, то есть персонифицированных траекторий для рынка труда;**
- **Активная экспресс-трансформация содержания и технологий непрерывной подготовки интеллектуальной элиты.**
- **Сетевая мультидисциплинарность как основа подготовки кадров для инновационных технологий.**
- **Межотраслевая инженерная деятельность как базис системообразующих технологий с длительным горизонтом реализации.**
- **Образовательный стандарт подготовки цифрового инженера без потери культурной, социальной и личностной уникальности человека.**

Модернизация образовательной системы



Приоритеты кадрового обеспечения наноиндустрии

- **Формулировка атласа новых профессий, включая так называемые "загоризонтные".**
- **Оптимизация (селекция) профессиональных стандартов и их гармонизация с образовательными.**
- **Определение госзаказа на перечень специалистов, направлений и профилей подготовки.**
- **Формулировка требований к квалификации и ее независимой оценке.**
- **Анализ потребности в компетенциях "цифрового инженера" для различных сфер деятельности (научной, индустриальной, коммуникационно-информационной, бизнес-товарной).**

Востребованные инженерные кадры индустриального цифрового социума

- Инженер “систем полного жизненного цикла”.
- Инженер “сквозных 3D-аддитивных технологий”.
- Инженер-проектировщик “цифровых моделей физических процессов”
(тепло, ЭМИ, механика, гидродинамика...).
- Инженер-проектировщик “цифровых двойников”.
- Инженер-разработчик компьютерных платформ.

“Загоризонтные” профессии

Естественно-научная сфера

Атомно-молекулярная архитектурника и дизайн (атомно-молекулярное моделирование и технологическое конструирование).

Инфотехносфера

Когнитивная информатика (информатика когнитивных процессов).

Биотехносфера

Киберфизический биоинтерфейс (нефармакологическая коррекция и управление биообъектами).

Энерготехносфера

Биотехносферная рекуперация энергии (рекуперация энергии из эфира, окружающей среды и тела человека).

Заключение

- Резкое возрастание значимости интеллектуальной составляющей "человеческого капитала", доминирование в достижении эффективности труда индивидуального профессионального фактора, социальных и мотивационных аспектов деятельности (инновации должны иметь мотивации).
- Сбалансированность финансирования при создании новых производственных мощностей, постановки технологий и кадрового обеспечения, осуществляющих трансфер знаний (соизмеримость вложений в материальную и интеллектуальную продукцию).

ГЛОБАЛЬНЫЕ ВЫЗОВЫ И ПРИОРИТЕТЫ

ГАРМОНИЯ

КАЧЕСТВО ЖИЗНИ
ЧЕЛОВЕКА

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ЧЕЛОВЕКА
В ЦИФРОВОМ МИРЕ

БЕЗОПАСНОСТЬ

КОМФОРТ

ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЧЕЛОВЕКА
РЕСУРСАМИ

ЧЕЛОВЕК НОВОГО СОЦИУМА

