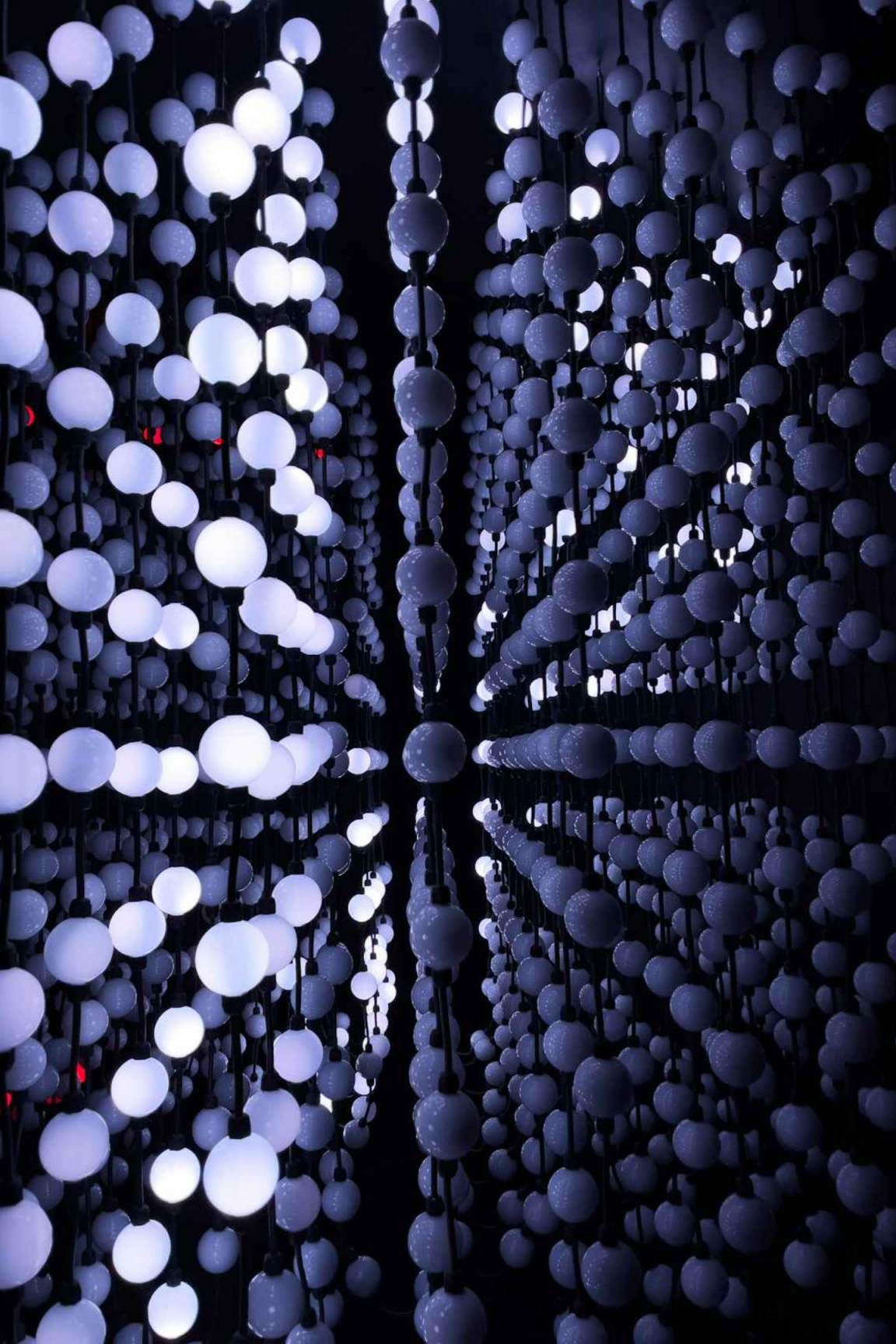




СӘТБАЕВ
УНИВЕРСИТЕТИ



SATBAYEV
UNIVERSITY

**PHY2782 - СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ НАУК О МАТЕРИАЛАХ И
ПРОЦЕССАХ**

**1-Лекция
НАНОНАУКА И ЕЁ РОЛЬ В НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОМ
ПРОГРЕССЕ**

7M07103 – Материаловедение и технология новых материалов

5 кредита (2/0/1/2)

Семестр: 3, весенний, 2025-2026 учебный год

лектор: Керимкулова Алмагуль Рыскуловна – к.х.н., ассоц.профессор

Цели и Задачи: Определение Значения Нанонауки

Цель данной лекции — показать критическое значение нанонауки для разработки нового поколения материалов и инновационных процессов, необходимых для современного научно-технического прогресса.

1. Понятие и Масштабы

Определить фундаментальные основы и рабочий диапазон нанонауки (1–100 нм) для понимания, где проявляются уникальные квантовые эффекты.

2. Историческое Развитие

Проследить ключевые вехи, начиная с концептуальных идей Ричарда Фейнмана до прорывных инструментальных открытий.

3. Основные Направления

Рассмотреть дисциплинарные ветви (нанопфизика, нанохимия, наноинженерия) и их вклад в создание функциональных систем.

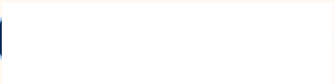
4. Методы Синтеза

Описать основные стратегии получения наноматериалов (Bottom-Up и Top-Down подходы) и их влияние на морфологию конечного продукта.

План Лекции

Лекция разделена на последовательные блоки, которые помогут шаг за шагом раскрыть тему нанонауки, от теоретических основ до практических применений.

- 1 Введение: Что такое нанонаука
- 2 Историческое развитие
- 3 Основные направления
- 4 Методы синтеза наноматериалов
- 5 Примеры наноматериалов
- 6 Роль в научно-техническом прогрессе
- 7 Нанопроцессы в действии
- 8 Выводы и Заключение

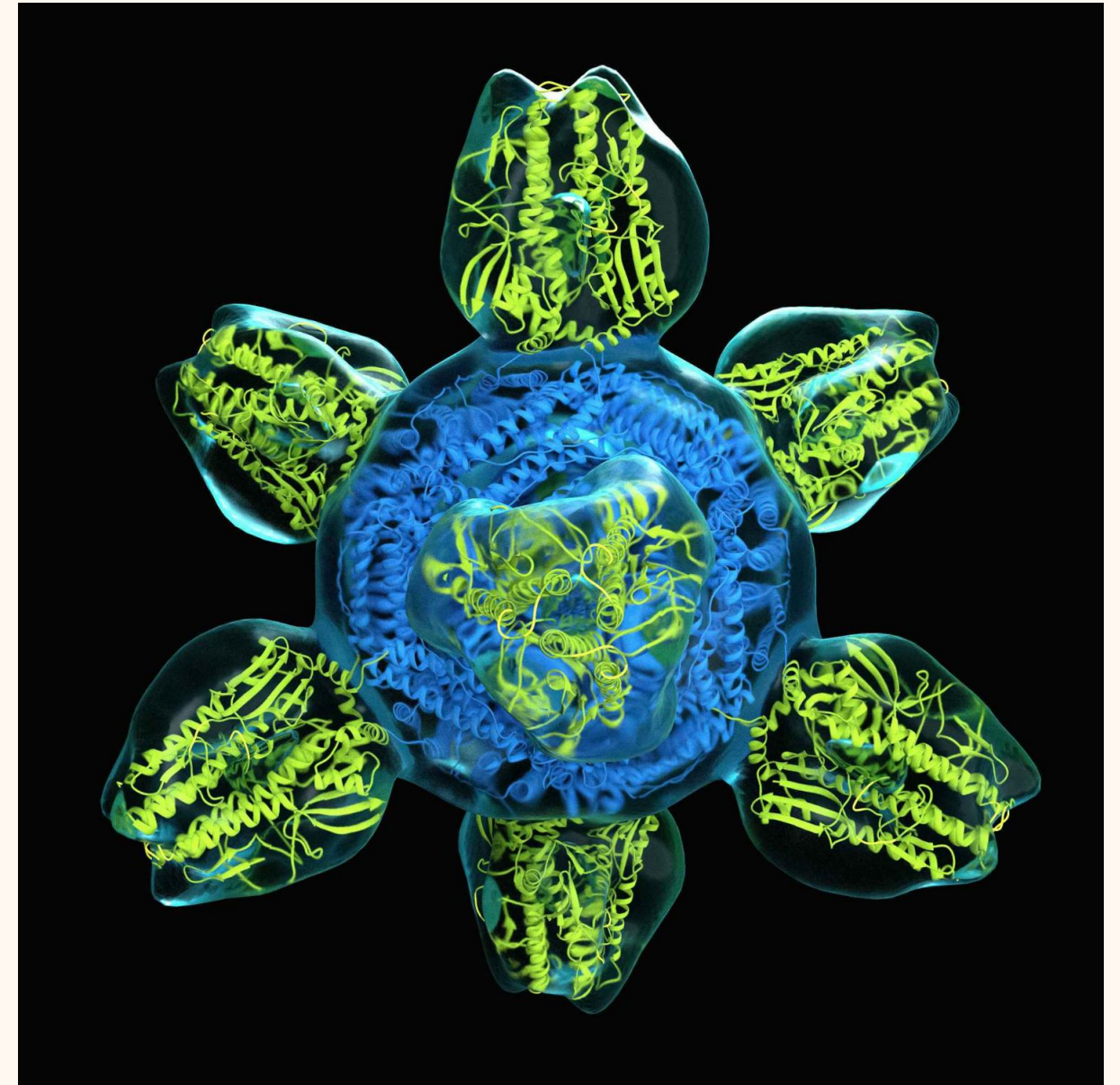


Нанонаука: Изменение Свойств на Масштабе 1–100 нм

Определение: Нанонаука — это междисциплинарная область, занимающаяся изучением фундаментальных явлений, происходящих с материалами на масштабе от 1 до 100 нанометров (около 1000 атомов в диаметре).

На этом уровне исчезает привычная физика и начинает доминировать мир квантовых и поверхностных эффектов.

Почему это важно? На наноуровне значительно возрастает отношение площади поверхности к объему, что кардинально меняет химическую активность, механическую прочность, а также оптические и электрические свойства материалов, позволяя создавать новые функциональности.



Например, объемное золото (bulk gold) инертно, в то время как золотые наночастицы проявляют сильную каталитическую активность и уникальные оптические (плазмонные) свойства, меняющие цвет в зависимости от размера.

Исторический Путь: От Идеи до Наноинструментов

Нанонаука как концепция родилась задолго до того, как появилась возможность работать с атомами. Ключевые прорывы стали возможны благодаря развитию измерительных и манипуляционных инструментов.

1959: Концепция Фейнмана

Лекция Ричарда Фейнмана «*There's Plenty of Room at the Bottom*» положила начало идее манипулирования материей на атомарном уровне, предсказав миниатюризацию и возможность записи огромных объемов данных.

1991: Углеродные Нанотрубки (УНТ)

Открытие Сумио Ииджимы углеродных нанотрубок (CNT) — одномерных (1D) наноматериалов — вдохновило на поиск новых форм углерода и других элементов.

1981: Изобретение СТМ

Изобретение сканирующего туннельного микроскопа (STM) Гердом Биннигом и Генрихом Рорером предоставило ученым первый инструмент для **визуализации отдельных атомов** и, впервые, для манипулирования ими.

2004: Графен и 2D-Материалы

Изоляция графена (один слой атомов углерода) открыла эру двумерных (2D) материалов, ставших основой для гибкой электроники и нанофотоники.

Основные Дисциплинарные Направления Нанонауки

Нанонаука является краеугольным камнем для нескольких ключевых междисциплинарных областей, каждая из которых фокусируется на различных аспектах наномира.

Нанофизика

Изучение поведения электронов и атомов на наномасштабе, включая квантовые размерные эффекты и спинтронику. **Пример:** Квантовые точки для дисплеев нового поколения.



Нанохимия

Целенаправленный синтез наночастиц, нанопроволок и 2D-материалов, а также их функционализация для придания специфических свойств. **Пример:** Синтез золотых наночастиц с заданным размером.

Наноматериалы

Разработка и исследование структур (1D, 2D, 3D), включая композиты, покрытия и самособирающиеся системы. **Пример:** Прочные и легкие нанокомпозиты для аэрокосмической отрасли.



Наноинженерия

Проектирование и создание практических наноустройств, таких как наносенсоры, транзисторы и системы доставки лекарств. **Пример:** Разработка биосенсоров для экспресс-диагностики.

Методы Синтеза Наноматериалов: Контроль Морфологии

Выбор метода синтеза критически важен, поскольку он определяет морфологию, размер и дефектность получаемых наноматериалов, что, в свою очередь, влияет на их конечные функциональные свойства.



Химические Методы (Bottom-Up)

Включают золь-гель метод, гидротермальный синтез и химическое осаждение. Они позволяют наращивать структуры из отдельных атомов или молекул. Золь-гель метод особенно эффективен для получения высокочистых нанопорошков и тонких покрытий.



Физические Методы (Top-Down)

Основаны на разрушении крупных структур. Примеры: CVD (химическое осаждение из газовой фазы) для синтеза 2D-плёнок, PVD (физическое осаждение) и лазерная абляция.



Электрохимические Методы

Такие как анодирование и электроосаждение, используются для контролируемого формирования наноструктур на поверхности проводящего материала. Например, анодирование титана для получения упорядоченных.

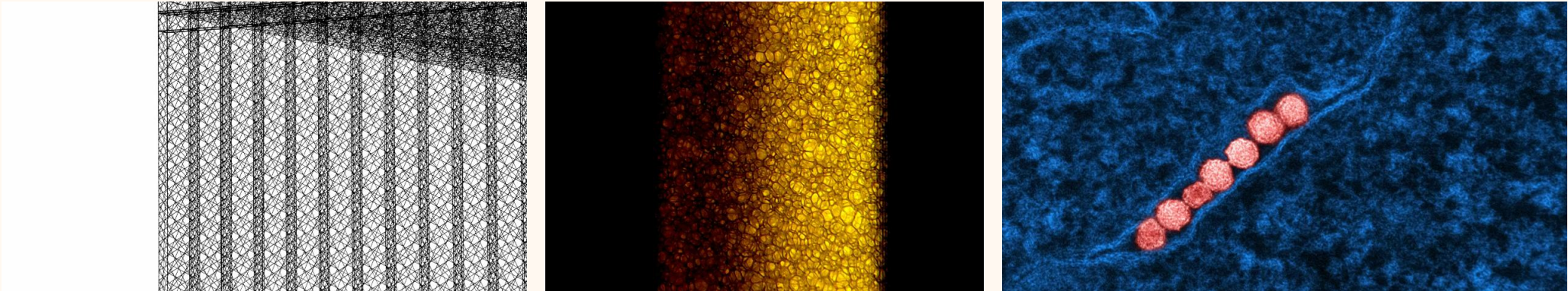


Самоорганизация

Процессы, в которых компоненты (молекулы или наночастицы) самостоятельно собираются в упорядоченные структуры под влиянием термодинамических сил, что идеально для получения сложных nanoархитектур.

Функциональные Наноматериалы и Их Применение

Благодаря своим уникальным размерозависимым свойствам, наноматериалы находят применение в самых передовых технологиях: от электроники до медицины.

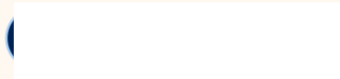
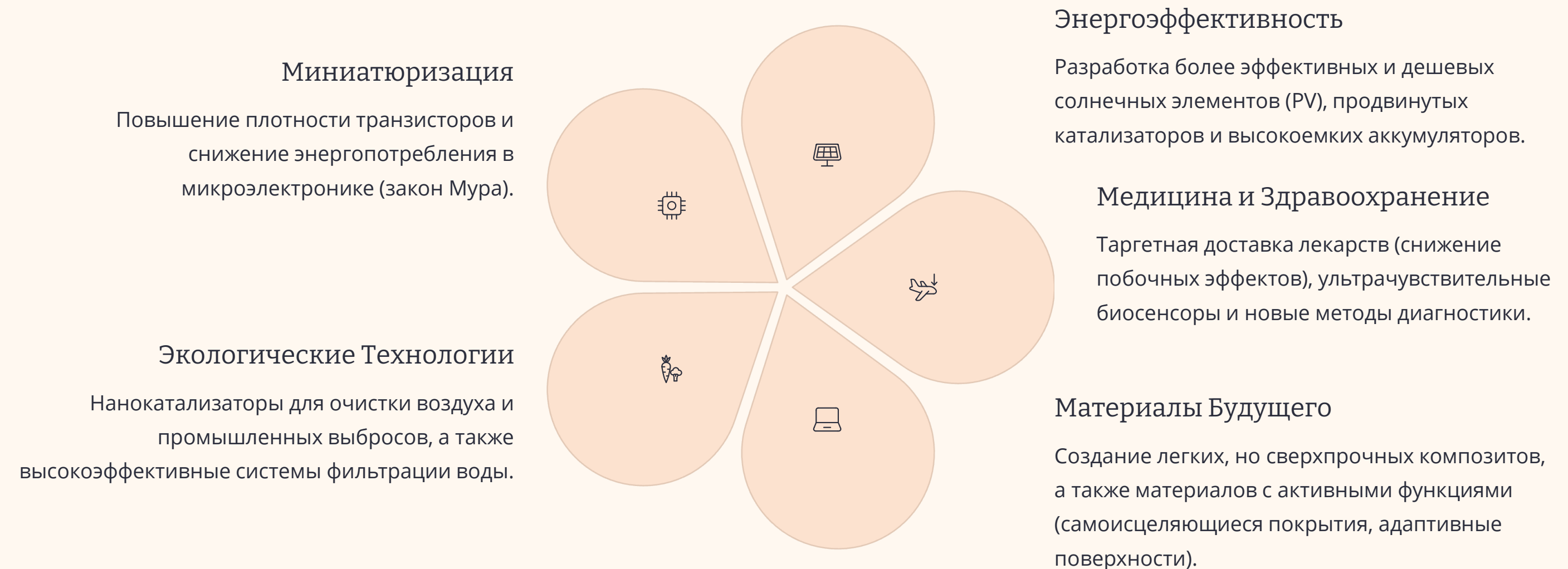


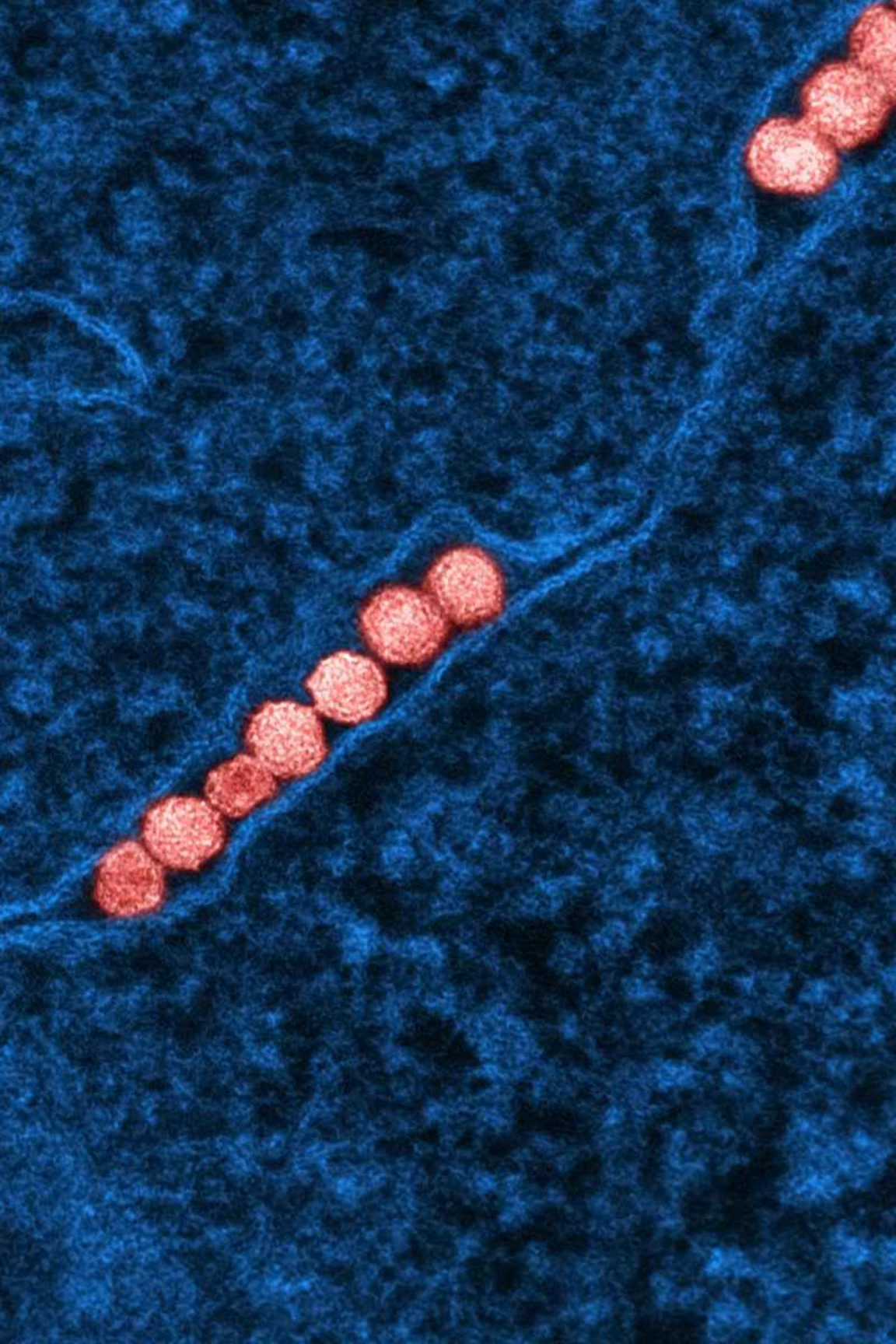
Материал	Уникальное Свойство и Применение	
TiO ₂ Нанотрубки	Высокая площадь поверхности и фотокаталитическая активность, используются для очистки воды и в солнечных батареях (DSSC).	
Графен	Рекордная удельная проводимость и механическая прочность. Основа для гибкой электроники и высокоэффективных суперконденсаторов.	
MoS ₂ , WSe ₂ (2D TMDs)	Двумерные полупроводники, проявляющие прямой переход в полупроводящее состояние. Перспективны для миниатюризации транзисторов.	
Au/Ag Наночастицы	Плазмонные эффекты (резонансное поглощение света) и низкая токсичность. Используются в биомедицине (диагностика, таргетная доставка).	
ZnO Наностержни	Высокая чувствительность к газам и пьезоэлектрические свойства. Применяются в датчиках, фотоэлементах и наногенераторах.	



Ключевая Роль Нанонауки в Научно-Техническом Прогрессе

Нанонаука не просто улучшает существующие технологии, она создает принципиально новые возможности во всех стратегически важных отраслях.





Нанопроцессы в Действии: Примеры Лабораторного Синтеза

Для получения контролируемых наноструктур необходимы точные технологические процессы. Рассмотрим три примера реальных технологий.

Анодирование TiO_2



Принцип: Электрохимическое окисление титановой фольги в электролите (например, с фторидами). **Результат:** Получение высокоупорядоченных массивов **нанотрубок с контролируемой длиной и диаметром**.

CVD-синтез MoS_2



Принцип: Химическое осаждение из газовой фазы. Исходные прекурсоры (порошок MoO_3 и сера) испаряются, формируя тонкие двумерные плёнки MoS_2 на подложке.

Золь-гель Метод



Принцип: Гидролиз и конденсация прекурсоров с последовательным переходом от золя (жидкая коллоидная система) к гелю (твёрдое тело).
Результат: Нанопорошки высокой чистоты или тонкие плёнки.