

1-я лекции

ВВЕДЕНИЕ В НАНОТЕХНОЛОГИИ И НАНОБИОЛОГИЮ

Развитие человеческой цивилизации связано с освоением новых материалов. Первым материалом, который человек освоил, был дерево и камень. Он из этих материалов соорудил орудия труда и охоты и с этим облегчил свою жизнь на выживание.

Потом человек освоил железа и научился с него соорудить многообразные вещи, используемые в быту.

Достижения электроники перевернули образ жизни современного человека. Мы уже не мыслим свою жизнь без телевизора, мобильного телефона и компьютера.

Придумывая и развивая новые способы получения и обработки материалов, человек создавал новые *технологии*. Слово технология произошла из двух греческих слов «*techne*» и «*logos*», которые в переводе означают искусство, мастерство и наука, соответственно. Отсюда ясно, что *технология* это наука о искусственной обработке материалов.

Технология изменяет качество или первоначальный вид материи в целях получения материального продукта. Задача технологии – превратить знания человека о мире и природе в продукт, необходимый и полезный для человека.

В процессе обработки материалов человек осваивал материалы различного геометрического размера.

Макроскопическими объектами называют те объекты, которые человек видит собственным глазом. Слово макро означает «большой». Макроскопические объекты как мы знает из физики, состоят из большого числа атомов и молекул. Дерево, стол, стул и т.д. – это объекты макромира. А изготовления чашки, топора – это технологии макромира.

С изобретением оптического микроскопа человек начал изучать объекты микромира.

Микроскопическими объектами называют те объекты, размер которых лежит в диапазоне 1-100 мкм. Слово микро означает «маленький». Напомним, что приставка микро- это миллионная часть чего-либо ($1 \text{ мкм} = 10^{-6} \text{ м}$). Биологическая клетка, эритроцит крови и т.д. – это объекты микромира. А электронные микросхемы и геномная модификация – это технологии микромира.

К середине 19-го века с изобретением атомно-силового, сканирующего туннельного и других более современные микроскопов, ученые начали изучать нанометровые объекты.

Нанометровыми объектами называют те объекты, размеры которых лежит в диапазоне 1-100 нм. Приставка нано- (от греческого *nannos* – карлик) означает миллиардную часть какой-либо единицы, т.е. $1 \text{ нм} = 10^{-9} \text{ м}$. Атомы и молекулы, особенно биомолекулы (к ним также относятся ДНК, аминокислоты, пептиды, вирусы, бактерии и т.д.) тоже имеют размер порядка одного нанометра. Поэтому часто нанотехнологии называют также молекулярной

технологией. Для сравнения: человеческий волос приблизительно в 60 000 раз толще одной молекулы.

Именно на нанометровом уровне стираются границы между науками как физика, химия и биология и те законы, которые мы изучали до сих пор, на этом уровне, уже не имеют смысла. Здесь возникают новые, нам не знакомые свойства и характеристики материалов. И так под термином нанотехнологии понимают создание и использование материалов, устройств и систем нанометровыми размерами. Нанотехнологии позволяют работать с объектами атомного и молекулярного масштаба.

Нанотехнологии - это совокупность методов производства продуктов с заданной атомарной структурой путем манипулирования атомами и молекулами.

В связи с данным определением нанотехнологий возникает естественный вопрос: каким же образом мы можем манипулировать веществом на уровне атомов и молекул? Ведь наши руки слишком громадны для наномасштаба. Для этого существуют свои инструменты, которых нанотехнологи сами изобрели и о которых я вас в следующих лекциях ознакомлю.

Чтобы стать хорошим специалистом по нанотехнологиям, нужно хотя бы мизерно овладеть знаниями по физике, химии, биологии и информатики.

Ученые предполагают, что ближайшие десятилетия станут эпохой нанотехнологий – третьей научно-технической революцией после индустриального и информационного, а развитие нанотехнологий станет основой для интенсивного развития нанобиологии и медицины.

Как заявил известный американский физик Э.Теллер: «Тот, кто раньше всех овладеет нанотехнологией, тот первый займет ведущее место в 21-ом веке».

По мнению ученых ближайшие 20-40 лет человечество может столкнуться четырьмя грандиозными катастрофами:

1. Инфекционно-иммунная катастрофа. Как мы знаем производство, и применение с середины XX века антибиотиков обернулась тем, что многие бактерии уже не реагируют на них, они приобрели устойчивые формы к этим антибиотикам и тем самым ослабляют иммунную защиту собственного организма. Примером может служить, птичий грипп, вирус эбола и т.д.
2. Продовольственная катастрофа. По статистике уже более 1 млрд. людей планеты голодают. По расчетам ученых примерно через 30-40 лет человечество вступит в эпоху массовой гибели от нехватки традиционных продуктов питания.
3. Онкологическая катастрофа. Как утверждают ученые, она связана в основном малоподвижным образом жизни, режимом калорийного питания и постоянными стрессами. Заболеваемость раком выросла в течении XX века более чем в 9 раз и продолжает неуклонно расти. По мнению многих ученых если не будут приняты соответствующие меры, то в середине нынешнего века может развиваться онкологическая катастрофа – массовая гибель людей от онкологических заболеваний.

4. Глобальная экологическая катастрофа. Этому тоже способствовали мы люди. Биосфера уже сама неспособна самостоятельно регулировать и восстанавливать целостность «живой пленки» Земли.

Если не предотвратить эти катастрофы, хотя бы временно не остановить то вся живая природа в прямом смысле этого слова исчезнет с Земли. По мнению ученых это может сделать только серьезный прорыв в биологических исследованиях, т.е. нанобио- и бионанотехнологиях.

Нанобиотехнологии, или бионанотехнологии – это междисциплинарный научно-технический комплекс знаний, основанный на средствах и методах биотехнологии и нанотехнологии, занимающийся изучением и воздействием объектов нанодиапазона на биологические объекты и наоборот, использование биологических наноразмерных структур для создания новых и полезных для человека продуктов, технологий и процессов.

Для начало попытаемся понять два на первый взгляд одинаковых терминов «нанобиотехнологии» и «бионанотехнологии».

Бионанотехнологии это технологии, в которых в качестве первичных материалов используются биологические структуры. Сюда относятся следующие направления: 1. Самосборка наноструктур из биомолекул; 2. Биологические наноструктуры в качестве матриц для синтеза наноматериалов; 3. Биомиметика; 4. Биомолекулярная электроника.

А **нанобиотехнологии** это технологии, где достижения нанотехнологий внедряются в биологию (лабораторий на чипе; тканевая инженерия на наноструктурированных матрицах; наноконтейнеры для доставки лекарственных средств; неорганические наночастицы для *in vivo* диагностики и лечения).

Несмотря на различие между бионано- и нанобиотехнологий, в будущем возможно объединение этих дисциплин. Например, биомолекулярные структуры, образовавшиеся путем самосборки, могут служить в тканевой инженерии как трехмерная матрица при выращивании сложных органов в «пробирке». Как предполагается в дальнейшем объединенная дисциплина будет называться **нанобиологией**.

Сейчас я хочу ознакомить вас краткой историей развития нанотехнологий.

КРАТКАЯ ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ НАНОТЕХНОЛОГИЙ.

1. Дедушкой нанотехнологий можно считать греческого философа Демокрита. 2400 лет назад он впервые использовал слово “атом” для описания самой малой частицы вещества.

2. **1905** Швейцарский физик Альберт Эйнштейн опубликовал работу, в которой доказал, что размер молекулы сахара составляет примерно 1 нанометр.
3. **1931** Немецкие физики Макс Кнолл и Эрнст Руска создали электронный микроскоп, который впервые позволил исследовать нанообъекты.
4. **1959** Американский физик Ричард Фейнман впервые опубликовал работу, где оценивались перспективы миниатюризации. Основные положения нанотехнологий были намечены в его легендарной лекции “Там внизу – много места” (“There’s Plenty of Room at the Bottom”), произнесенной им в Калифорнийском Технологическом Институте. Фейнман научно доказал, что с точки зрения фундаментальных законов физики нет никаких препятствий к тому, чтобы создавать вещи прямо из атомов. *Тогда его слова казались фантастикой только лишь по одной причине: еще не существовало технологии, позволяющей оперировать отдельными атомами (то есть опознать атом, взять его и поставить на другое место). Чтобы стимулировать интерес к этой области, Фейнман назначил приз в \$1000, тому, кто впервые запишет страницу из книги на булавочной головке, что, кстати, осуществилось уже в 1964 году.*
5. **1968** Альфред Чо и Джон Артур, сотрудники научного подразделения американской компании Bell, разработали теоретические основы нано обработки поверхностей.
6. **1974** Японский физик Норио Танигучи ввел в научный оборот слово “нанотехника”, предложив называть так механизмы размером менее 1 микрона.
7. **1981** Германские физики Герд Бинниг и Генрих Рорер создали сканирующий туннельный микроскоп - прибор, позволяющий осуществлять воздействие на вещество на атомарном уровне. Через четыре года они получили Нобелевскую премию.
8. **1985** Американский физики Роберт Керл, Хэрольд Крото и Ричард Смолли создали технологию, позволяющую точно измерять предметы диаметром в один нанометр.
9. **1986** Создан атомно-силовой микроскоп, позволяющий, в отличие от туннельного микроскопа, осуществлять взаимодействие с любыми материалами, а не только с проводящими.
10. **1986** Нанотехнология стала известна широкой публике. Американский футуролог Эрик Дрекслер опубликовал книгу, в которой предсказал, что нанотехнология в скором времени начнет активно развиваться.
11. **1989** Дональд Эйглер, сотрудник компании IBM, выложил название своей фирмы атомами ксенона.
12. И.т.д. и.т.п.

Хочу отметить и тот факт, что хотя Фейнман занимался исследованиями в области современной физики, он очень интересовался и биологическими

проблемами. Он не относился свысока к биологам, как это было характерно для физиков 50-х годов прошлого века, и писал: «Я не знаю ни одной области знаний, которая бы развивалась так стремительно, как современная биология». По мнению Фейнмана, дисциплина, которая в дальнейшем будет названа нанотехнологией, многое почерпнет из биологии и в свою очередь даст биологам новые, ничем не заменимые экспериментальные методы.

Правда, для интеграции биологии в нанотехнологию могут потребоваться многие годы, но, как было сказано выше, биология уникальна тем, что даже в простейшей бактериальной клетке можно найти множество настоящих наномашин. Например, примитивные бактерии во множестве «изготавливают» для собственного передвижения молекулярные моторы - прообраз сложных нанотехнологий будущего.