

## ПРОБЛЕМЫ БЕЗОПАСНОСТИ НАНОТЕХНОЛОГИЙ

*Бул макалада нанотехнология консуздугунун көйгөйлөрүнө тийиштүү айрым суроолор келтирилди.*

*В данной статье приведены некоторые вопросы, касающиеся проблемы безопасности нанотехнологий.*

*In given article some questions safety concerning to a problem nanotechnology are resulted.*

В настоящее время нет отрасли промышленности, которая бы не использовала наноматериалы при производстве продуктов самого различного назначения – от конструкционных изделий из высокопрочных и термо-теплостойких материалов, применяемых в машиностроении до миниатюрных устройств записи информации и медицинских препаратов направленного действия.

Несмотря на интенсивное развитие ряда отраслей, относящих себя к нанотехнологиям, пока не существует состоявшейся теории объяснения наночастицы. Имеются даже серьезные возражения ученых Российской академии наук против самих выражений, имеющих приставку «нано» и бездумного внедрения нанотехнологий.

Промышленное производство, исходя из этих воззрений, должно происходить на базе системного подхода и координации интеллектуального потенциала различных участников жизненного цикла инновационной нанопродукции /1, 2/.

Корпорация RAND опубликовала масштабное исследование «Глобальная технологическая революция 2020». В нем прогнозируется, как будут развиваться наука и техника в ближайшие полтора десятилетия.

В числе многообещающих направлений научно-технологического развития:

- 1 – дешевая солнечная энергия;
- 2 – технологии беспроводной связи;
- 3 – генетически модифицированные растения;

- 4 – методы очистки воды;
- 5 – дешевое жилищное строительство;
- 6 – экологически чистое промышленное производство;
- 7 – «гибридные» автомобили;
- 8 – медицинские препараты «точечного» действия;
- 9 – искусственное производство тканей живого организма.

При этом ряд технологий и открытий потенциально могут представлять угрозу человеческой цивилизации. В особенности это касается тех видов производств, где будут использоваться нанотехнологии. Риск, проистекающий из развития нанотехнологий, не имеет цвета и запаха, осознать его наличие и оценить степень угрозы можно только в ходе научного анализа и мониторинга. Пока же с безопасностью нанотехнологий не все понятно. Мир насыщается искусственно созданными нанообъектами, включенными в состав строительных материалов, бытовой техники, и т.п. Без всяких техногенных выбросов нанообъекты вследствие их малости будут носиться в воздухе, попадать в питьевую воду, внутрь нашего организма, внутрь клеток. Ассортимент нанообъектов может быстро превзойти количество вредных химических и биологических соединений и организмов, подлежащих мониторингу. Для всех придется разрабатывать новые методы контроля, выпускать соответствующие сенсоры. Иначе говоря, складывается ситуация, как с ураном, который довольно безобиден до тех пор, пока им не начинают атомную бомбу.

Необходимо уже сейчас развивать инструментальные исследования, метрологию и стандартизацию для нанотехнологий. Линейные измерения на субмикро- и нанометровом уровнях играют важную роль в разработке принципиально новых технических решений при создании и микросистемной техники различного назначения.

Достижение предельных возможностей в нанометрии связано с использованием высокоразрешающих методов сканирующей зондовой микроскопии: растровой оптической, растровой электронной, сканирующей туннельной и атомно-силовой в сочетании с лазерной интерферометрией /3, 4/.

Особенность нанотехнологий состоит в том, что необходим независимый контроль прецизионного перемещения и взаимного расположения измерительного зонда и объекта, а также фиксация положения объекта с погрешностью 0,1 нм, что соответствует локальности метода сканирующей зондовой микроскопии.

Технология создания мер и стандартных образцов в диапазоне  $10^{-9} \dots 10^{-5}$  м должна обеспечивать заданную топологию поверхности, стабильные и воспроизводимые

параметры геометрической структуры и отвечать требованиям их применения в различных средствах измерений малых длин.

Согласно предъявляемым требованиям, погрешности рабочих средств измерений длины в диапазоне 0,1-10 мкм составляют 1-10 нм, что соизмеримо с погрешностью Государственного первичного эталона единицы длины.

В настоящее время в промышленности для измерения малых длин используется значительный парк приборов, основанных на методах физической оптики, электронной и сканирующей зондовой микроскопии.

Инструментальная погрешность лучших измерительных микроскопов в диапазоне 0,7-20 мкм достигает 0,03-0,05 мкм.

До 2020 года должны появиться четыре поколения продуктов с использованием нанотехнологий. Первое поколение, соответствующее 2000-2005 годам, называется «пассивные наноструктуры». Оно предусматривало использование различных нанопорошков. Второе поколение, проходящее в 2005-2010 годах, названное «активные наноструктуры», предусматривает уже создание компонентов нанобиотехнологий, нейроэлектронных интерфейсов, наноэлектромеханических и мехатронных систем. Видимые изменения, в том числе и негативные, от грянувшей нанотехнологической революции мы заметим уже после 2010-2015 годов, когда начнет внедряться третье и четвертое поколения наносистем. Третье поколение наносистем, соответствующее 2010-2015 годам, названное «системы наносистем», будет направлено на управляемую самосборку наносистем, трехмерные сети, нанороботы и т.п. И, наконец, четвертое поколение, названное «молекулярные наносистемы», будет направлено на изделия и объекты, имеющие молекулярные устройства и атомный дизайн.

Сейчас в мире освоен выпуск более 500 наименований пищевых продуктов с использованием естественных нанотехнологий, и более 90 % из них — на основе молока или его компонентов. Есть и иные пищевые нанотехнологии, в которых используются нанообъекты, полученные искусственным путем или имеющие небιологическое происхождение. Но последствия их применения пока еще не изучены, а потому непредсказуемы.

Нет обстоятельных исследований по их влиянию на человека или животных, на метаболические процессы и обмен веществ. Наверняка нанотехнологии имеют и негативные показатели в процессе своего применения. Наночастицы проникают в клетки различных типов и накапливаются в них; они способны распространяться по кровеносным и лимфатическим сосудам, вызывают окислительный стресс, запускающий процессы мутаций, ведущий к наследственным заболеваниям и воспалениям.

Наноматериалы электрически заряжены, что облегчает на них адсорбцию различных токсических веществ, и они легче проникают через барьеры организма.

Поэтому нанолечения необходимо испытывать не только на грызунах, но и на других животных, в том числе и на обезьянах, с надлежащими токсикологическими исследованиями. Иначе многие негативные эффекты от применения нанопрепаратов упускаются.

Большая кривизна поверхности наночастиц и изменение топологии связи атомов на поверхности приводят к изменению их химической активности. Вследствие этого существенно изменяется растворимость, реакционная и каталитическая способность вещества, что, в свою очередь, увеличивает образование свободных радикалов и активных форм кислорода. Наночастицы могут встраиваться в клеточные мембраны, проникать в клеточные органеллы и тем самым изменять их функции.

В настоящее время стало ясно, что многие достижения нанотехнологий пока не будут реализованы. Часть направлений закрыта, а ряд направлений признаны вредными для экологии. Современные технологии получения нанокпозиционного материала в первую очередь зависят от типа наночастиц, которые вводятся в полимер /3, 4/. Сегодня практически каждый компонент автомобиля может быть усовершенствован с помощью нанотехнологий.

Сформированные направления показывают, что в понятие нанотехнологии закладываются возможности наблюдать, обрабатывать и манипулировать наночастицами.

Поэтому очень важно знать, каковы будут последствия внедрения нанотехнологий и как они влияют на биосферу.

### Список литературы

1. Лебедев О.В. Ноосфера и технологии XXI века. – Ташкент: ТАДИ, 2009. – 105 с.
2. Авдейчик С.В., Лиопо В.А. и др. Введение в физику нанокпозиционных машиностроительных материалов. – Гродно: ГТАУ, 2009. – 439 с.
3. Гусев А.И. Наноматериалы, наноструктуры, нанотехнологии. – М.: Физматлит, 2007. – 416 с.
4. Лебедев О.В. Научные подходы в нанотехнологии автомобилестроения //Вестник ТАДИ. – № 1 – Ташкент, 2009. – С.109-117.