

## ПРИМЕНЕНИЕ НАНОМАТЕРИАЛОВ И НАНОТЕХНОЛОГИЙ В ЭКОЛОГИИ ЧЕЛОВЕКА, БИМЕДИЦИНЕ И ГЕНЕТИКЕ: ПРОБЛЕМЫ И РЕШЕНИЯ

Одна из основных проблем применения наноматериалов и нанотехнологий в экологии, биомедицине и генетике – безопасность наночастиц (НЧ) для человека. Вместе с тем отмечается неполнота данных относительно потенциальных рисков, связанных с наномедициной и нанотехнологиями, для человеческого здоровья и окружающей среды.

По способам образования НЧ делятся на три группы: *природные* (взвесь песка в пустынях, дымовые частицы от лесных пожаров, кристаллики морской соли, вирусы), *антропогенные* (сажа, выхлопные газы, летучие частицы красок) и *индустриальные* (НЧ оксидов титана и кремния для фармакологии, НЧ металлов или соединений для управления химическими реакциями). Первые две группы относятся к периодическим факторам окружающей среды, не нарушают общих законов развития в природных системах и создают *локальные экологические проблемы*. Основные проблемы создают слабо изученные *индустриальные НЧ*. Анализ рисков, связанных с их применением, должен включать проверку их на *токсичность* и *восприимчивость* со стороны человека, животных и растений.

Кроме того, ощущается явная недостаточность исследований в области этических, юридических и социальных аспектов применения нанотехнологий: исследование этих вопросов значительно отстает от научного развития. Одна из наиболее актуальных проблем здесь – это разработка *наноэтических стандартов* в области биомедицины и генетики, тем более что *стандарты безопасности* нанопрепаратов требуют уникальных методов *оценки риска* при их внедрении в практику, специальных диагностических и терапевтических *классификаций*, оценки безопасности основных стадий применения НЧ.

С обеспечением безопасности связано множество других *этических* проблем использования нанотехнологий в *медицине* (вопросы информированного согласия участников клинических испытаний, оценки риска, токсичности, оздоровления человека и др.). Сложность проблемы *информированного согласия* в том, что из-за недостаточности знаний трудно предоставить пациенту адекватную информацию о поставленном диагнозе, возможностях, последствиях и рисках нанотерапии. В целях ранней *диагностики* заболеваний перспективными являются механизмы постановки диагноза с помощью нанотехнологий на клеточном и субклеточном уровнях, в частности, – квантовых точек, позволяющих изучить процессы в клетке на уровне отдельной молекулы. Это может значительно улучшить качество постановки диагноза и лечение раковых образований, тем более что токсичность этих нанокристаллов может быть устранена с помощью защитных покрытий. В области *терапии* самое существенное применение наномедицины – решение проблем *доставки препаратов* и *регенеративная медицина*. НЧ позволяют доставлять лекарство точно к месту болезни, увеличивая его эффективность, минимизируя побочные эффекты и способствуя контролируемому выводу терапевтических веществ. НЧ также могут стимулировать врожденные механизмы регенерации, в частности, путем искусственной активации и управления взрослыми стволовыми клетками.

Одна из этических проблем – соотношение медицинского и немедицинского использования нанотехнологии. Широко обсуждается проблема допустимости применения нанотехнологии для намеренного вмешательства, не являющегося необходимым с медицинской точки зрения, в функции организма, в частности, в косметологии.

В *пищевой промышленности* решается проблема использования углеродных нанотрубок для очистки пищевых продуктов, в том числе спиртосодержащих жидкостей, от побочных, трудно извлекаемых (и возможно, токсичных) ингредиентов. Кроме того, пищевые продукты – это природные наноматериалы, механизмы нетоксичности которых могут использоваться в качестве прототипов при создании искусственных наноструктур, например, для создания так называемых «умных» *упаковочных материалов*, сохраняющих целостность продукта, улучшающих его свойства и предохраняющих пищу от порчи. Однако они нуждаются в постоянных токсикологических испытаниях.

В *экологии и экологическом мониторинге* ведутся исследования по использованию нанотехнологии для очистки экосред от загрязнений при помощи наноструктурированных ингредиентов; планируется разработка эффективных методов обнаружения НЧ в природных средах и определения уровня их токсичности.

*Mishatkina T. V.*

## **NANOTECHNOLOGY AND NANOMATERIALS APPLIED IN HUMAN ECOLOGY, BIOMEDICINE AND GENETICS: ISSUES AND SOLUTIONS**

A range of scientific, social, humanistic and nanoethical issues of the development of nanotechnology and its application to Biomedicine and Genetics are discussed. Among them are the problems of informed consent, lack of data on potential risks, standardization and classification of nanoparticles, challenges of nanodiagnostics and nanotherapy as well as influence upon human ecology and nature.