

15. Maynard A.D. Nanotechnology: The Next Big Thing, or Much Ado about Nothing?// Ann. Occup. Hyg.- 2007.-V. 51, No. 1.- P. 1-12.
16. Nemmar A., Hoylaerts M.F., Hoet P.H., et al. Ultrafine particles affect experimental thrombosis in an in vivo hamster model// Am J. Respir. Crit. Care. Med.-2002.-V.166,N 10.-P.998-1004.
17. Nemmar A., Vanbilloen H., Hoylaerts M.F., et al. Passage of intratracheally instilled ultrafine particles from the lung into the systemic circulation in hamster.//Am. J. Respir. Crit. Care. Med.- 2001.-V. 164, N 12.-P. 1665-1668.
18. Nurkiewicz T.R., Porter D.W., Barger M., et al.: Systemic microvascular dysfunction and inflammation after pulmonary particulate matter exposure// Environ. Health Perspect.- 2006.- V.114, No5.-P.412- 419.
19. Oberdorster G., Maynard A., Donaldson K., et al. Principles for characterizing the potential human health effects from exposure to nanomaterials: elements of a screening strategy// Particle and Fibre Toxicology.- 2005.- V.2, No 1.- P.8-43
20. Oberdorster G., Oberdorster E., Oberdorster J. Nanotoxicology: an emerging discipline evolving from studies of ultrafine particles.// Environ. Health Perspect-2005.-V.113, No 8.-P.823-839.
21. Oberdorster G., Sharp Z., Elder A.P., et al. Translocation of inhaled ultrafine particles to the brain.// Inhal.Toxicol.- 2004.-V. 16, No4.- P. 437-445.
22. Shvedova A.A., Kisin E.R., Mercer R., et al. Unusual inflammatory and fibrogenic pulmonary responses to single-walled carbon nanotubes in mice// Am. J.Physiol. Lung Cell. Mol. Physiol.- 2005.-V 289, N 5.-P.L698-L708.
23. Warheit D.B., Reed K.L, Webb T.R: Pulmonary toxicity studies in rats with triethoxyoctylsilane (OTES)-coated, pigment grade titanium dioxide particles: bridging studies to predict inhalation hazard // Exp. Lung Res.- 2003.-V. 29, No6.-P. 593-606.
24. Zhou Y.M., Zhong C.Y., Kennedy I.M., et al. Oxidative stress and NF kappa B activation in the lungs of rats: a synergistic interaction between soot and iron particles// Toxicol. Appl. Pharmacol.- 2003.- V.190, No 2.-P.157-169.
25. Thomas K.,Aguar P.,Kawasaki H.,et al. Research strategies for safety evaluation of Nanomaterials. Part VIII. International efforts to develop risk-based safety evaluations for nanomaterials.//Toxicol.Sci.-2006.-V.92, No 1.-P.23-32.
26. Thomas K.,Sayre P. Research strategies for safety evaluation of Nanomaterials. Part I. Evaluation of human health applications of exposure to nanoscale materials// Toxicol.Sci.-2005.-V.87. No 2.-P.316-321.
27. Holsapple M.P.,Farland W.H., Landry T.D., et al. Research strategies for safety evaluation of Nanomaterials. Part II.Toxicological and safety evaluation of nanomaterials, current challenges and data needs.// Toxicol.Sci.-2005.-V.88, No1.-P.12-17.
28. Balshaw D.M.,Philbert M.,Suk W.A. Research strategies for safety evaluation of Nanomaterials. Part III. Nanoscale technologies for assessing risk and improving public health.// Toxicol.Sci.-2005.-V.88, No2.-P.298-306
29. Tsuji J.S.,Maynard A.D.,Howard P.C., et al. . Research strategies for safety evaluation of Nanomaterials. Part IV. Risk assessment of nanoparticles// Toxicol.Sci.-2006.-V.89, No1 .-P.42-50

КЛЮЧЕВЫЕ ПРОБЛЕМЫ НАНОТОКСИКОЛОГИИ

Ильин Л.А., Соловьев В.Ю.

ФГУП ГНЦ - Институт биофизики, г. Москва

В научное сообщество в последнее десятилетие прочно вошли новые понятия с частицей *нано*-. В литературе существуют несколько вариантов определения этого понятия. Но главное - оно касается технологий, производящих продукцию размеры которой не более 100 нанометров ($1 \text{ нм} = 10 \text{ \AA} = 10^{-9} \text{ м}$).

Планируемое бурное развитие нанотехнологий в нашей стране ставит своей целью выйти на мировой рынок нанопродуктов и изделий из них уже в ближайшие годы. Принята программа развития нанотехнологий в России, которая предполагает создание специализированных центров по нанотехнологиям и ускоренному внедрению нанотехнологических производств в практическую деятельность.

В этой программе, в частности, поставлена задача «формирования системы методического обеспечения, регламентирующей безопасность создания и применения нанотехнологий». Ответственными структурами за «мероприятия по развитию методической составляющей системы обеспечения единства измерений в наноиндустрии и безопасности создания и применения объектов наноиндустрии» определены Роснаука и Ростехрегулирование. Однако, пока не определены исполнители этого направления работы. В то же время, недооценка значимости развития данного направления может привести к негативным последствиям, когда конечная продукция, произведенная с использованием нанотехнологий будет отвергнута потребителем ввиду возможной реальной или потенциальной опасности для здоровья.

В экономически развитых странах на цели исследований безопасности нанотехнологий и оценке риска для здоровья человека выделяется несколько процентов от общей суммы инвестиций. Однако и это эксперты считают недостаточным и, по их мнению, на эти цели необходимо тратить до 10-20% от общих затрат.

Уже сформировалась новое научное направление – нанотоксикология. Издаются специализированные журналы, учебная литература, развиты интернет-сайты в указанном направлении. К сожалению, в России в этой области знаний делаются только первые шаги.

Какие результаты и какими усилиями можно достичь в этой области в ближайшее время.

Если рассматривать в качестве ближайших целей создание временных регламентов по критериям безопасности нанотехнологических производств для персонала и производимой с их помощью конечной продукции для потребителя, то можно предложить определенный план научных исследований в этом направлении.

Первой задачей необходимо поставить цель ликвидации информационного отставания от ведущих научных центров в области нанотоксикологии. Для этого необходимо сконцентрировать внимание, в

первую очередь, молодых ученых на ключевых проблемах нанотоксикологии. Подготовить и издать учебную литературу по этой дисциплине, включая возможности интернет-технологий.

Накопление информации в этой области можно осуществлять в виде проблемно-ориентированных баз данных или на более высоком уровне в виде баз знаний. Крайне необходимы научные обзоры в этом направлении. При использовании интернет-ресурсов весьма действенными оказываются интернет-сайты, содержащие, в частности научные обзоры с навигаторами, которые позволяют обращаться к первоисточникам с минимальными потерями времени.

Второй задачей является создание специализированных лабораторий по нанотоксикологии с оснащением их современной техникой и закреплением молодых научных кадров. Ввиду значительной стоимости подобного оборудования целесообразно его кооперативное использование. При этом, важным этапом является обучение работе на таком оборудовании, включая стажировку в зарубежных научных центрах. Также, вполне очевидно, что целесообразнее всего такую работу организовывать на основе технопарков, к примеру, в г. Москве и Санкт-Петербурге, чтобы иметь возможность совместно использовать дорогостоящее оборудование и создавать узкоспециализированные рабочие группы.

Третьей задачей является непосредственно экспериментальное изучение биологических эффектов действия наночастиц на биообъекты и оценка риска для здоровья человека. В этой области имеется значительное отставание, так как за рубежом уже сейчас функционируют работоспособные исследовательские группы и центры, однако без собственной экспериментальной базы обеспечить безопасность новой продукции перед выходом на рынок является весьма проблематичным.

Четвертой задачей является изучение технологических процессов получения нанопроductов и возможного воздействия на здоровье персонала нанопроductов. Важным элементом является создание эпидемиологического

регистра работников нанопроизводств и исследовательских экспериментальных лабораторий.

И, наконец, пятой задачей является разработка технических регламентов для нанопроизводств и критериев безопасности изделий с использованием наноматериалов. На определенном этапе такие регламенты могут носить временный характер.

ВЛИЯНИЕ КВАНТОВЫХ СОСТОЯНИЙ НАНООБЪЕКТОВ НА БИОЛОГИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ

Рахманин Ю.А., Стехин А.А., Яковлева Г.В.

ГУ НИИ экологии человека и гигиены окружающей среды им. А.Н. Сысина

РАМН, Москва

Возрастающее внимание к нанотехнологиям и наноматериалам обуславливает актуальность оценок их возможного негативного биологического действия. Для прогнозирования последствий для человека и биосферы от использования новых материалов и технологий необходимо остановиться на отличительных свойствах класса соединений, названного наночастицами.

Следует отметить, что термин «наночастицы» не отражает принципиально нового содержания, вкладываемого в данное понятие. Во-первых, наночастицы отличаются от объемного материала наличием двумерной метастабильной фазы, обладающей особыми структурными и энергетическими свойствами. Во-вторых, наиболее активные наноструктуры имеют неплоскую форму двумерных слоев, что сопровождается наведением дополнительного дипольного момента и появлением межмолекулярного сопряжения вдоль двумерных границ. В-третьих, появление протяженных плоскостей (особенно сферической и цилиндрической формы) электронного сопряжения возбуждает коллективные электронные и колебательные состояния и способствует делокализации электронов (по типу комплексов с переносом заряда). Делокализация электронов и последующая конденсация избыточных

электронов в активных областях двумерной структуры наночастиц приводят к качественно новому электрофизическому состоянию наноструктур, которое может быть проанализировано на основе квантовых представлений.

Согласно квантовомеханическому описанию ансамбль делокализованных электронов может быть представлен единой интегральной волновой функцией Ψ , определяемой через интерференцию одночастичных волновых функций ψ_1 (без учета взаимного влияния частиц). В некогерентном случае взаимодействия частиц разность фаз между независимыми «парциальными» ψ -функциями зависит от сдвигов фаз двух (частный случай) электронов, находящихся в различных областях пространства

$$|\Psi|_2 = |\Psi_1 e^{i(\varphi_1 + \varphi)} + \Psi_2 e^{i(\varphi_2 - \varphi)}|^2 = \Psi_1^2 + \Psi_2^2 + 2 \Psi_1 \Psi_2 \cos(\varphi_1 - \varphi_2 + 2\varphi),$$

(1)

где φ_1 и φ_2 - исходные фазы Ψ - функций электронов, $\varphi = \varphi(A)$ - дополнительная разность фаз из-за наличия векторного потенциала A .

В зависимости от величины $\varphi(A)$, определяемой формулой, диапазон результирующей величины электронной плотности составляет от 0 до $4 |\Psi_1|^2$ (при одинаковых амплитудах исходных ψ - функций). В пределах данного диапазона возникает соразмерное изменение потенциальной энергии квантовой ямы, стимулирующие конденсацию электронов или их туннельный перенос, а также изменение термодинамических состояний микрообъемов, влияющих на фазовые переходы ассоциированной воды и через них на конформационные переходы, изменения скорости реакции или энергетического активационного барьера выхода частицы.

В асимптотическом пределе интерференционный член в исходном гамильтониане коллективизированной системы электронов, определяемой коэффициентом корреляционной связи их движения между собой, уравнение может быть трансформировано в уравнение продольной электромагнитной волны (Верин) или уравнение электромагнитного вихря сверхтекучего волнового пакета электронов (Шмидт В.В., 2000).

Исследование пространственных характеристик распространения продольных ЭМВ проводилось на основе решения системы уравнений