

Таблица 2 — Капиллярность за 24 часа шовного материала с ППК покрытием после стерилизации паром и окисью этилена

Стерилизация	Материал	Без ППК	1 % ППК	2 % ППК	4 % ППК
Пар	Лавсан	188	61	51	52
	Капрон	151	83	69	66
	Шелк	124	42	22	18
Окись этилена	Лавсан	111	32	22	15
	Капрон	90	41	38	18
	Шелк	89	39	14	8
Без стерилизации	Лавсан	46	38	31	7
	Капрон	96	35	28	10
	Шелк	26	20	15	5

В результате проведенного исследования мы пришли к следующим **выводам**:

1. Наибольшей капиллярностью обладают такие полифиламентные синтетические нити без покрытия, как капрон, лавсан, шелк, которые наиболее часто используются в хирургической практике.

2. Нанесение покрытия на полифиламентные нити значительно снижает капиллярность. Силиконовое покрытие позволяет максимально улучшить одно из качеств шовного материала — капиллярность.

3. Нанесение поли-пара-ксилеленового покрытия приводит к значительному снижению капиллярности капрона, лавсана и шелка.

4. При стерилизации модифицированного поли-пара-ксилеленовым покрытием шовного материала паром и окисью этилена капиллярность остается на более низком уровне по сравнению с шовным материалом без покрытия.

Таким образом, использование поли-пара-ксилеленового покрытия является эффективным мероприятием в получении шовного материала, обладающего улучшенными физико-химическими характеристиками — в частности, более низкой капиллярностью.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Толстых, П. И. Биологически активные перевязочные и хирургические шовные материалы / П. И. Толстых // Хирургия. — 1988. — № 4. — С. 3–8.
2. Бирюкова, Н. Н. Изучение воздействия сред организма на шовные материалы из капрона в эксперименте. Приборы, инструменты и аппараты для хирургии: сб. ст. / Н. Н. Бирюкова, Ю. И. Филиппов, Г. И. Осипов : сб. ст. / Всесоюз. науч. мед.-техн. о-во. — 1988. — С. 61–64.

3. Буянов, В. М. Интраоперационная профилактика нагноения послеоперационных ран / В. М. Буянов, С. С. Маскин // Хирургия. — 1990. — № 9. — С. 132–135.

4. Буянов, В. М. Хирургический шов / В. М. Буянов, В. Н. Егив, О. А. Удотов. — М.: График Труп, 2000. — 93 с.

5. Выбор шовного материала при формировании желчеотводящих анастомозов / Б. В. Поздняков и [др.] // Хирургия. — 1989. — № 9. — С. 23–24.

6. Измайлов, Г. А. Новые подходы к оценке клинической эффективности шовных материалов на современном уровне технического обеспечения ушивания ран / Г. А. Измайлов, С. Г. Измайлов, А. Н. Попов // Современные подходы к разработке эффективных перевязочных средств, шовных материалов и полимерных имплантатов: матер. II Междунар. конф., Москва, 21–22 нояб. 1995 г. — М., 1995. — С. 316–319.

7. Каншин, Н. Н. Применение антимикробного шовного материала для профилактики послеоперационных гнойно-воспалительных осложнений / Н. Н. Каншин, К. Р. Александров, А. В. Воленко // Актуальные вопросы хирургической инфекции : материалы науч.-практ. конф., 19–20 сент. 1991 г. / Семипалат. гос. мед. ин-т и др. ; редкол.: Ж. Ш. Жумадилов (отв. ред.) [и др.]. — Семипалатинск, 1991. — С. 72–73.

8. Кузин, М. И. Хирургические рассасывающиеся шовные материалы / М. И. Кузин, А. А. Адамян, Т. И. Винокурова // Хирургия. — 1990. — № 9. — С. 152–157.

9. Реакция тканей на рассасывающиеся хирургические шовные материалы и ее практическое значение / В. К. Калинин [и др.] // Вестник хирургии им. И. И. Грекова. — 1988. — № 11. — С. 130–133.

10. Чхиквадзе, Т. Ф. Рассасывающиеся синтетические шовные материалы / Т. Ф. Чхиквадзе, Н. К. Зарнадзе // Хирургия. — 1990. — № 12. — С. 154–158.

11. Шевченко, А. С. Современные представления об использовании шовного материала в хирургической и гинекологической практике / А. С. Шевченко // Медицина сегодня и завтра. — 1998. — № 1. — С. 161–168.

12. Язева, Г. Г. Сравнительная характеристика биологической реакции тканей матки на хирургические нити: карбилан, этибонд, эталон и супрамид / Г. Г. Язева, М. А. Жердев // Курский гос. мед. ун-т. — Курск, 1998. — 11 с.

13. Sabiston, C. D. Textbook of surgery / C. D. Sabiston. — Toronto : Saunders Company. — 1986. — 850 p.

Поступила 16.02.2009

УДК 61:621.717

НАНОТЕХНОЛОГИИ И ИХ ВОЗМОЖНОСТИ

Б. О. Кабешев, Д. Н. Бонцевич, С. М. Бордак

Гомельский государственный медицинский университет

Нанотехнология как наука стала формироваться в конце двадцатого века, что прежде всего было связано с основополагающими работами Норюо Тапигучи и Ричарда Фейнмана изобретением в 1981 году сканирующего туннельного микроскопа Гердом Биннигом и Генрихом Рорером из Цюрихской лаборатории ИВМ (Швей-

цария). Бурное развитие нанотехнологии началось в начале двадцать первого века и связано с утверждением и финансированием национальных программ развития этой отрасли науки в США, Японии и Китае. На сегодняшний день нанотехнологии как отрасль науки открывают большие перспективные направления в развитии информационных технологий и электроники, методов получения материалов и их обработки, охране окружающей среды и энергетике, биологии и медицине, сельском хозяйстве, авиации и космической индустрии.

В статье изложены основные исторические и принципиальные моменты развития нанотехнологии как науки. Сделан акцент на уже существующих и активно разрабатывающихся возможностях нанотехнологии как науки в медицинской отрасли. Статья представляет интерес как в общеобразовательном так и научном смысле.

Ключевые слова: нанотехнологии, медицина.

NANOTECHNOLOGIES AND THEIR FACILITIES

B. O. Kabeshev, D. N. Bontsevitch, S. M. Bordak

Gomel State Medical University

Nanotechnology as the science began to be formed in the end of the twentieth century, that first of all has been connected with basic works of Norio Taniguchi and Richard Fejnman and the invention in 1981 of a scanning tunnel microscope by Gerd Binnig and Henry Rorer from Zurich laboratories IBM (Switzerland). Rapid development nanotechnology has begun in the beginning of the twenty first century and is connected with the statement and financing of national programs of development of this branch of a science in the USA, Japan and China. For today nanotechnology as branch of a science greater perspective directions in development of information technologies and electronics, methods of reception of materials and open their processings, preservation of the environment and power, biology and medicine, an agriculture, aircraft and the space industry.

In clause the basic historical and basic moments of development nanotechnology as sciences are stated. It is emphasized on already existing and actively developed opportunities nanotechnology as sciences in medical branch. Clause is of interest as in general educational and scientific sense.

Key words: nanotechnology, medicine.

Термин «нанотехнология» впервые был использован японским ученым Norio Taniguchi (Tokyo Science University) в 1974 г. на конференции Японского общества точного машиностроения в докладе «Об основной концепции нанотехнологии». Однако, по общему мнению, первенство идеи отдается знаменитому американскому физика, создателю квантовой электродинамики, нобелевскому лауреату Ричарду Фейнману, который высказал ее в известной лекции с аллегорическим названием «Там внизу полным-полно места» еще в 1959 г. Он предложил инженерам уместить 24 тома энциклопедии Британика на конце обычной булавки. Фейнман рассказал аудитории о фантастических перспективах, которые предполагает изготовление материалов и устройств на атомном или молекулярном уровне, призывая к миниатюризации ряда «нисходящих» принципов [2, 3, 9].

Следующим важнейшим шагом в развитии нанотехнологий явилось изобретение Гердом Биннигом и Генрихом Рорером из Цюрихской лаборатории IBM (Швейцария) в 1981 г. сканирующего туннельного микроскопа, за что они были удостоены Нобелевской премии по физике в 1986 г. Не вдаваясь в подробности, описать работу сканирующего туннельного микроскопа можно следующим образом. Острая игла, на которую подано небольшое напряжение, движется над поверхностью мате-

риала на расстоянии около 1 нм. С острия иглы на поверхность туннелируют электроны, и возникает небольшой ток, величина которого в большой степени зависти от расстояния между иглой и поверхностью: изменение этого расстояния на величину, меньшую размера единичного атома, вызывает резкое изменение тока — на порядок. Таким образом, можно «различить» на поверхности материала единичные атомы. Кроме того, туннельный микроскоп обладает принципиально новыми свойствами по сравнению со своими предшественниками — с его помощью можно не только видеть отдельные атомы, но и, прикладывая то или иное напряжение, воздействовать на них — перемещать в пространстве. В 1991 г. Сумио Лиджима (Корпорация NEC, ранее — Электрическая компания «Ниппон») сделал открытие не меньшей важности — углеродные нанотрубки.

В 1996 г. Mike Росо сформировал центр, состоящий из академиков, промышленников и ученых различных американских лабораторий, чтобы определить национальную стратегию в области нанотехнологий. В марте 1999 г. Росо представилась возможность побеседовать с советниками президента Клинтона и на проект он получил 490 млн долларов (только на 10 миллионов меньше чем сам Росо рассчитывал). Формально проект «Национальная нанотехнологическая инициатива» объявлен президен-

том США Биллом Клинтонем в январе 2000 г. Расходы США на нанотехнологии с 2006 по 2008 гг. составили 3,7 млрд долларов, Японии за этот же период — около 3 млрд долларов. В рамках шестой программы развития исследований и технологий в 2002–2006 гг. Еврокомиссией было выделено 1,7 млрд долларов, и видимо эта сумма на 2007–2013 гг. будет увеличена до 7,5 млрд долларов. Правительство Китая инвестировало за 2003–2007 гг. около 600 млн долларов. По оценкам Национального научного фонда США, к концу 2010 г. расходы на нанотехнологии в США составят 1 трлн долларов на мировом рынке [1–5, 9].

В настоящее время нет однозначного исчерпывающего определения понятия «нанотехнология». Относительно этого ведутся дискуссии, поскольку данная область затрагивает не только технику, но и политику, и этику. Самое простое и часто встречаемое определение звучит так: нанотехнология — это общий термин, применимый к исследованиям и инженерным разработкам, проводимым в наномасштабе, другими словами, на атомарном или молекулярном уровне.

Нанометр (нм) — одна миллиардная часть метра или размер десяти атомов водорода, расположенных плотно. Для примера: диаметр человеческого волоса составляет около 20000 нм.

Наночастицы, наноструктуры — структуры, размеры которых по одному из измерений составляют 1–100 нанометров. Различают естественные и искусственные наночастицы. Естественные биологические и небологические наночастицы не являются новыми для человека. На протяжении тысячелетий эволюции человек сталкивается с воздействием естественных наночастиц и выработал адаптационные и защитные механизмы, адекватные естественному воздействию.

В последние годы были синтезированы и широко внедрены в различные отрасли производства искусственные наночастицы, создаваемые в ходе специальных технологических процессов. Повышенный интерес к наночастицам обусловлен их уникальными свойствами, такими как высокая механическая прочность, устойчивость к химическим воздействиям, поверхностная активность, а также особенностями их структуры, позволяющими создавать на их основе новые материалы и устройства.

Следует отметить, что наблюдается отличие как физических, так и химических свойств наночастиц веществ по сравнению с теми же веществами в растворенном (ионизированном) или каком-нибудь другом виде.

В целом в технологии создания наноструктур существуют только два подхода. Эти подходы условно принято называть технологиями

«сверху-вниз» и «снизу-вверх». Есть две основные группы методов получения наночастиц металлов: физические (измельчение массивного вещества до частиц соответствующих размеров) и химические — создание агрегатов из более мелких частиц. Химические методы основаны на восстановлении ионов металлов до атомов в растворе; с появлением атомов металлов начинается процесс агрегации атомов и ионов с образованием наночастиц. Вещество в наносостоянии очень реакционноспособно, так как обладает огромной удельной поверхностной энергией; поэтому наночастицы легко могут агрегировать друг с другом, взаимодействовать с теми или иными веществами во внешней среде, разрушаться, окисляться и т. д. С одной стороны, это плюс, так как есть множество вариантов применения этой способности наночастиц, прежде всего для получения новых соединений с заданными свойствами, с другой, это сильно сокращает время их жизни. В то же время понятно, что для практического применения наночастиц время их жизни должно быть достаточно велико; отсюда вытекает, что наиболее ценными оказываются те методы, которые дают возможность получать достаточно стабильные частицы металла в наноразмерном состоянии. На сегодняшний день существуют разные варианты химического синтеза, различающиеся типом восстановителя, способом стабилизации наночастиц и другими особенностями [1–4, 9].

Исторически первыми (в 1985 г.) созданы искусственные наночастицы, имеющие в основе атомы углерода. В природе углерод представлен двумя основными аллотропными формами — графитом и алмазом. В лабораторных условиях были синтезированы новые формы — фуллерены и позднее нанотрубки. Главная особенность этих структур их каркасная форма: они выглядят как замкнутые, пустые внутри оболочки. Самая известная из углеродных каркасных структур это фуллерен C_{60} . В конце 80-х и начале 90-х годов, после того как была разработана методика получения фуллеренов в макроскопических количествах, было обнаружено множество других, как более легких, так и более тяжелых фуллеренов: начиная от C_{20} (минимально возможного из фуллеренов) и до C_{70} , C_{84} . В 1991 г. были обнаружены цилиндрические углеродные образования, получившие названия нанотрубок. Нанотрубки представляют собой одно- или двухслойные цилиндрические структуры из атомов углерода, прямые или спиральные.

Углеродные нанотрубки (УНТ) обладают уникальным сочетанием свойств, открывающих широкие перспективы их применения в составе композитных материалов или устройств нанометровых размеров. Эти свойства — ме-

ханическая прочность, во много раз превышающая прочность стали, развитая поверхность, электропроводность, химическая инертность. Кроме того, свойства УНТ могут быть изменены вследствие химических модификаций. Уже сейчас на основе углеродных нанотрубок создаются электронные устройства нанометровых размеров. Ожидается, что в обозримом будущем они заменят многие элементы в электронных схемах различных приборов, в том числе современных компьютеров. Впрочем, используют нанотрубки не только в электронике. В продаже уже есть ракетки для тенниса, армированные углеродными нанотрубками для ограничения скручивания и обеспечения большей мощности удара. Применяют их и в некоторых деталях спортивных велосипедов.

В настоящее время в отдельных исследованиях на животных при воздействии УНТ показаны дозозависимые воспалительные реакции в легких с образованием гранулем и фиброзом.

Другая группа искусственных наноматериалов, имеющая наибольшее коммерческое применение в настоящее время, представлена нанопорошками металлов и их оксидами, прежде всего TiO_2 , ZnO , Al_2O_3 , Ag . Эти нанопорошки используются, например, в лакокрасочной промышленности, в косметике, в качестве химических катализаторов, в полупроводниковой промышленности [6, 7, 9]. О бактерицидных свойствах металлического серебра и его соединений известно с незапамятных времен. К настоящему времени антибактериальные свойства серебра всесторонне изучены. Представляется маловероятным, что микроорганизмы в процессе мутаций способны вырабатывать резистентность к серебру, так как его ионы атакуют большое количество разнообразных белковых объектов в клетке. Это ценное свойство стало особенно актуальным в настоящее время с появлением все большего количества штаммов болезнетворных бактерий, устойчивых к антибактериальным препаратам. Бактерицидные свойства металлического серебра связаны с его медленным окислением и высвобождением ионов в окружающую среду. Наночастицы обладают большой антибактериальной активностью благодаря своей развитой поверхности, обеспечивающей максимальный контакт с окружающей средой. Таким образом, становится очевидным то обстоятельство, что бактерицидный эффект наночастиц находится в сильной зависимости от их размера и возрастает с его уменьшением. Изучение фундаментальных вопросов, касающихся механизмов антибактериального действия наночастиц серебра, находится на начальном этапе своего развития. Тем не менее в литературе появляется все больше публикаций об использовании

бактерицидных свойств серебряных наночастиц в решении прикладных медицинских и промышленных задач. Так, создание аминированной пленки полиэтилентерефталата, содержащего серебряные кластеры и обладающего высокой антикоагуляционной и бактерицидной активностью, может иметь потенциальное применение в поверхностном модифицировании различных медицинских устройств, особенно сердечно-сосудистых имплантантов. Наночастицы серебра могут быть использованы для модификации традиционных и создания новых материалов, покрытий, дезинфицирующих и моющих средств (в том числе зубных и чистящих паст, стиральных порошков, мыла), косметики. Покрытия и материалы (композитные, текстильные, лакокрасочные, углеродные и др.), модифицированные наночастицами серебра, могут быть использованы в качестве профилактических антимикробных средств защиты в местах, где возрастает опасность распространения инфекций: на транспорте, на предприятиях общественного питания, в сельскохозяйственных и животноводческих помещениях, в детских, спортивных, медицинских учреждениях. Наночастицы серебра можно использовать для очистки воды и уничтожения болезнетворных микроорганизмов в фильтрах систем кондиционирования воздуха, в бассейнах, душах и других местах массового посещения [6, 7, 8, 10].

Особый интерес представляют пути проникновения наночастиц в организм, их распределение и выделение. Основные пути возможного поступления наночастиц в организм через дыхательные пути и легкие при вдыхании, через желудочно-кишечный тракт (ЖКТ) и наименее вероятный через кожу. Вдыхание аэрозолей наночастиц, искусственных или естественных, может приводить к отложению этих частиц в дыхательных путях и легких и дальнейшему проникновению в другие органы и системы. Основные пути миграции наночастиц из легких и дыхательных путей — движение вдоль слоев эпителия (мукоцилиарный транспорт), перенос в системном кровотоке, распространение по ходу нервных волокон. Проникая в различные органы и системы организма, наночастицы, по некоторым данным, могут вызывать неблагоприятные эффекты. К сожалению, неоспоримым является и то, что в определенных условиях многие наночастицы (в том числе и серебряные, хотя, возможно, и в меньшей степени) способны оказывать крайне негативное влияние на живые системы, иногда вызывающие тяжелые и необратимые изменения в структурных элементах организма. В силу этого стала развиваться отдельная область медицины — нанотоксикология. Результатом развития этой отрасли медицины должно стать

создание высокоэффективных и малотоксичных препаратов на основе наночастиц с учетом всех их особенностей, направленных на борьбу за здоровье человека. Таким образом, однозначно охарактеризовать различные наночастицы с позиции их потенциальной опасности для здоровья человека в настоящее время затруднительно. Нередко противоречивые данные немногочисленных исследований касаются биологических эффектов только нескольких разновидностей наночастиц [6, 7, 10].

На сегодняшний день, когда речь заходит о нанотехнологиях, представляются сверхбыстрые компьютерные чипы, новые сверхстойкие материалы или даже гипотетические самовоспроизводящиеся наномашинки. Эти чудеса нанотехнологии связаны прежде всего с достижениями физики, химии и техники, однако широта охвата и возможности нанонауки этим не ограничиваются. На стыке двух миров (физико-химического и биологического) образовалась новая стремительно развивающаяся область знания — нанобиология. Самым очевидным примером слияния нанотехнологии и биологии является использование нанотехнологических продуктов для обнаружения, количественной характеристики или качественного исследования биологических систем. Преимущество использования нанотехнологии для этих целей заключается в уникальных физических явлениях, которые могут происходить в нанометровом мире. Многие электрические и оптические процессы, которые протекают в нанометровом масштабе, реагируют на присутствие даже единичных активных биомолекул, что позволяет разрабатывать сверхчувствительные аналитические методы и приборы. Например, биодатчики или биочипы — высокочувствительные сенсоры, которые могут реагировать на отдельные молекулы белков или нуклеиновых кислот, в том числе химически или генетически модифицированные. Есть биодатчики с высочайшей производительностью и сверхмалые датчики, которые используют очень небольшие количества исследуемого биоматериала и реактивов. Существуют механоэлектрические системы размером в несколько нанометров, основанные на биологических закономерностях, которые трансформируют механические усилия величиной в несколько пиконьютонов в регистрируемые электрические сигналы. С помощью биологических наночипов можно проводить диагностику соматических и инфекционных заболеваний, в том числе видовую идентификацию возбудителей особо опасных инфекций и токсинов. Наночастицы будут использоваться как лекарственные препараты нового поколения, а также как контейнеры для адресной доставки лекарств в клетки-мишени. Медицинские на-

нороботы смогут устранять дефекты в организме больного человека путем управляемых нанохирургических вмешательств. Обсуждается возможность создания искусственных органов, принципиально новых типов перевязочных материалов с антимикробной, противовирусной и противовоспалительной активностью. Нанопокрывание стальных хирургических инструментов гиалуроновой кислотой и гепарином в 5 слоев обеспечивает антикоагулянтные свойства.

Получены наночастицы перорального назначения с оптимальной для адгезии в желудочно-кишечном тракте поверхностной плотностью углевода, способные к выраженному захвату пейеровыми клетками. Обнаружено, что нагруженные лекарством наночастицы способны преодолеть барьер слизистых в ЖКТ в зависимости от покрытия частиц и конформации гликанов. В целях лечения гепатитов получены антивирусные наночастицы 100–300 нм, содержащие α -интерферон и экспонированные дигалактозилдиацил-глицериновые гликаны, узнаваемые лектиновым рецептором асиалогликопротеинов гепатоцитов печени. Достигнут значительный прогресс в имитировании костных имплантатов керамическим наноматериалом.

Произведены синтез в дрожжах (*S. cerevisiae*) рекомбинантных мембранных наносом (40–700 нм) с экспонированными рецепторами обоняния и сенсорным элементом (белком *os-G*) и иммобилизация наносом в сенсорный чип. Показано, что наносомы распознают газовые лиганды (запахи) подобно цельным обонятельным клеткам.

В настоящее время гибридные наноконструкции широко используются в сочетании с антибиотиками или антителами против нежелательных микроорганизмов или раковых клеток. Получены положительные результаты использования аденовирусных векторов для попадания наночастиц Au в опухоль с возможностью дальнейшего воздействия на опухоль инфракрасного лазерного излучения. Отмечена более высокая эффективность более крупных магнитных наночастиц и их агрегатов, используемых *in vivo* в качестве носителей противоопухолевых лекарств. Перспективно использование наноконструкции с фотосенсибилизатором для фотодинамической терапии, например кремниевых нанокристаллов или двойной фоточувствительной нанолипосомной системы с Zn-фталоцианином и магнитной жидкостью для комбинированной терапии рака, а также соответствующих комплексных фоточувствительных наночастиц Au с однострочной ДНК.

Для наноконструкций биомедицинского назначения важны нетоксичность, биосовместимость и биodeградируемость, за исключением случаев специально задаваемой цитотоксичности в виде антиопухолевых и антимикробных препаратов.

Приведенные данные демонстрируют широкое применение нанобиотехнологии для биологической детекции и диагностики, доставки лекарств, лечения и профилактики болезней. Продолжают быстрыми темпами разрабатываться полимерные наноматериалы и гибридные конструкции на их основе для индустриального применения в биотехнологиях в рамках развития медицинской электроники и возможного создания нанороботов медицинского назначения [1, 2, 8, 9].

Таким образом, нанотехнологии как отрасль науки открывает большие перспективные направления в развитии информационных технологий и электроники, методов получения материалов и их обработки в охране окружающей среды и энергетике, биологии и медицине, сельском хозяйстве, авиации и космической индустрии.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Всемирный форум татарских ученых // Казанский медицинский журнал. — 2007. — Т. 88, № 5. — С. 524–525.
2. *Кобаяси Н.* Введение в нанотехнологию; под ред. проф. Л. Н. Патрикеева; пер. с япон. А. В. Хачоян — М.: БИНОМ Лаборатория знаний, 2005. — 134 с.
3. Кто изобрел нанотехнологии? О книге S.Edwards «The nanotech pioneers: Where are they taking us?», Wiley, 2006 // Биомедицинская химия: науч.-практ. журнал. — 2008. — Т. 54, № 1. — С. 13–15.
4. Нанотехнологии в современном мире // Биомедицинская химия: научно-практический журнал. — 2006. — Т. 52, № 1. — С. 30–33.
5. Нанотехнологии в хирургии: современное состояние вопроса и перспективы / В. И. Сороковой [и др.] // Эндоскопическая хирургия. — 2002. — № 1 — С.28–30.
6. *Глушкова, А. В.* Нанотехнологии и нанотоксикология — взгляд на проблему / А. В. Глушкова, А. С. Радиков, В. П. Рембовский // Токсикологический вестник. — 2007. — № 6. — С. 4–8.
7. *Измеров, Н. Ф.* Нанотехнологии и наночастицы — состояние проблемы и задачи медицины труда. Н. Ф. Измеров, А. В. Ткач, Л. А. Иванова // Медицина труда и промышленная экология. — 2007. — № 8. — С. 1–4.
8. Нанотехнологии и перспективы их использования в медицине и биотехнологии / В. М. Лахтин [и др.] // Вестник российской АМН. — 2008. — № 4. — С. 50–55.
9. Нанотехнологии: трезвый взгляд // Мир науки. — Ежеквартальный информационный бюллетень по естественным наукам ЮНЕСКО. — Изд. 5, № 2. — 2007. — Апр.-июнь. — С. 2–7.
10. *Курляндский, Б. А.* О нанотехнологии и связанных с нею токсикологических проблемах / Б. А. Курляндский // Токсикологический вестник. — 2007. — № 6. — С. 2–3.

Поступила 20.10.2008