

**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА ПО НАДЗОРУ В СФЕРЕ ЗАЩИТЫ  
ПРАВ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ И БЛАГОПОЛУЧИЯ ЧЕЛОВЕКА**

**ГЛАВНЫЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ САНИТАРНЫЙ ВРАЧ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**ПОСТАНОВЛЕНИЕ  
от 31 октября 2007 г. N 79**

**ОБ УТВЕРЖДЕНИИ КОНЦЕПЦИИ  
ТОКСИКОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ, МЕТОДОЛОГИИ ОЦЕНКИ РИСКА,  
МЕТОДОВ ИДЕНТИФИКАЦИИ И КОЛИЧЕСТВЕННОГО  
ОПРЕДЕЛЕНИЯ НАНОМАТЕРИАЛОВ**

В соответствии с Федеральным законом от 30.03.1999 N 52-ФЗ "О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения" (Собрание законодательства Российской Федерации, 1999, N 14, ст. 1650; 2002, N 1 (ч. I), ст. 1; 2003, N 2, ст. 167; N 27 (ч. I), ст. 2700; 2004, N 35, ст. 3607; 2005, N 19, ст. 1752; 2006, N 1, ст. 10; 2006, N 52 (ч. I), ст. 5498; 2007, N 1 (ч. I), ст. 21; 2007, N 1 (ч. I), ст. 29; 2007, N 27, ст. 3213; 2007, N 46, ст. 5554) постановляю:

1. Утвердить Концепцию токсикологических исследований, методологии оценки риска, методов идентификации и количественного определения наноматериалов (Приложение).

2. Руководителям Управлений Роспотребнадзора по субъектам Российской Федерации, главным врачам ФГУЗ "Центр гигиены и эпидемиологии в субъектах Российской Федерации":

2.1. При проведении санитарно-эпидемиологической экспертизы и государственной регистрации продукции, полученной с использованием нанотехнологии или содержащей наноматериалы, и организации государственного санитарно-эпидемиологического надзора в организациях, использующих нанотехнологии и наноматериалы, использовать основные положения Концепции;

2.2. С учетом положений Концепции усилить работу с руководителями хозяйствующих субъектов, направленную на разъяснение необходимости размещения в информации для потребителей сведений об использовании при изготовлении продукции нанотехнологий или наноматериалов.

3. Управлению организации службы государственной регистрации и лицензирования организовать ведение регистра наночастиц и наноматериалов в рамках федерального регистра потенциально опасных химических и биологических веществ.

4. Руководителям хозяйствующих субъектов при направлении продукции с использованием наноматериалов на санитарно-эпидемиологическую экспертизу руководствоваться требованиями Приказа Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека от 19.07.2007 N 224 "О санитарно-эпидемиологических экспертизах, обследованиях, исследованиях, испытаниях и токсикологических гигиенических и иных видах оценок" (зарегистрирован Минюстом России 20.07.2007 N 9866).

5. Контроль за исполнением Постановления возложить на заместителя руководителя Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека Л.П. Гульченко.

Г.Г.ОНИЩЕНКО

**КОНЦЕПЦИЯ  
ТОКСИКОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ, МЕТОДОЛОГИИ ОЦЕНКИ РИСКА,  
МЕТОДОВ ИДЕНТИФИКАЦИИ И КОЛИЧЕСТВЕННОГО  
ОПРЕДЕЛЕНИЯ НАНОМАТЕРИАЛОВ**

Разработана:

Федеральной службой по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека (Г.Г. Онищенко, Б.Г. Бокитько),

Научно-исследовательским институтом питания РАМН (В.А. Тутельян, В.В. Бессонов, М.М. Гаппаров, И.В. Гмошинский, С.А. Хотимченко, С.А. Шевелева),

Научно-исследовательским институтом эпидемиологии и микробиологии им. Почетного академика Н.Ф. Гамалеи РАМН (А.Л. Гинцбург, Б.С. Народицкий),

Научно-исследовательским институтом биомедицинской химии им. В.Н. Ореховича РАМН (А.И. Арчаков),

Научно-исследовательским институтом экологии человека и гигиены окружающей среды им. А.Н. Сысина РАМН (Ю.А. Рахманин),

Научно-исследовательским институтом медицины труда РАМН (Н.Ф. Измеров),  
Государственным научным центром Российской Федерации - Институт медико-биологических проблем РАН (А.И. Григорьев),

Московским государственным университетом Минобрнауки России (М.П. Кирпичников, К.В. Шайтан),

Центральным научно-исследовательским институтом эпидемиологии Роспотребнадзора (В.И. Покровский),

Федеральным научным центром гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана Роспотребнадзора (А.И. Потапов).

**I. ВВЕДЕНИЕ**

В настоящее время все возрастающее внимание во всем мире уделяется перспективам развития нанотехнологий, то есть технологий направленного получения и использования веществ и материалов в диапазоне размеров до 100 нанометров. Особенности поведения вещества в виде частиц таких размеров, свойства которых во многом определяются законами квантовой физики, открывают широкие перспективы в целенаправленном получении материалов с новыми свойствами, такими как уникальная механическая прочность, особые спектральные, электрические, магнитные, химические, биологические характеристики. Такие материалы могут найти и уже находят применение в микроэлектронике, энергетике, строительстве, химической промышленности, научных исследованиях. Уникальные свойства наноматериалов и их биологическая активность могут быть использованы, в частности, для адресной доставки лекарственных препаратов, для борьбы с онкологическими заболеваниями и инфекциями, для целей генной и молекулярной инженерии, для улучшения качества окружающей среды, в парфюмерно-косметической и пищевой промышленности и многих других областях применения. Использование нанотехнологий и наноматериалов бесспорно является одним из самых перспективных направлений науки и техники в XXI веке. Учитывая, что в перспективе ожидается тесный контакт человека и других биологических объектов с наноматериалами, изучение вопросов потенциальных рисков их использования представляется первостепенной задачей. За рубежом проблема безопасности наноматериалов в настоящее время выдвигается на первый

план. Такие исследования проводятся в США (FDA), Евросоюзе, а также в ряде международных организаций (ВОЗ, ФАО, ILSI).

На приоритетное развитие нанотехнологий указал Президент Российской Федерации В.В. Путин в Послании Федеральному Собранию Российской Федерации от 26 апреля 2007 года <\*>. В Федеральном законе от 19.07.2007 N 139-ФЗ "О Российской корпорации нанотехнологий" <\*\*\*> предусмотрено создание правовой основы для регулирования деятельности Российской корпорации нанотехнологий, целью которой является содействие реализации государственной политики в сфере нанотехнологий, развития инновационной инфраструктуры в сфере нанотехнологий, реализации проектов создания перспективных нанотехнологий и nanoиндустрии.

-----  
<\*> "Российская газета", N 90, 27.04.2007.

<\*\*\*> Собрание законодательства Российской Федерации, 2007, N 30, ст. 3753.

## II. НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ

1. Федеральный закон от 30.03.1999 N 52-ФЗ "О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения" (с изменениями и дополнениями) <\*>.

-----  
<\*> Собрание законодательства Российской Федерации, 1999, N 14, ст. 1650; 2002, N 1 (ч. I), ст. 1; 2003, N 2, ст. 167; N 27 (ч. I), ст. 2700; 2004, N 35, ст. 3607; 2005, N 19, ст. 1752; 2006, N 1, ст. 10; 2006, N 52 (ч. I), ст. 5498; 2007, N 1 (ч. I), ст. 21; 2007, N 1 (I ч.), ст. 29; 2007, N 27, ст. 3213; 2007, N 46, ст. 5554).

2. Федеральный закон от 02.01.2000 N 29-ФЗ "О качестве и безопасности пищевых продуктов" (с изменениями и дополнениями) <\*>.

-----  
<\*> Собрание законодательства Российской Федерации, 2000, N 2, ст. 150; 2002, N 1 (ч. I), ст. 2; 2003, N 2, ст. 167; 2003, N 27 (ч. I), ст. 2700; 30.08.2004, N 35, ст. 3607; 2005, N 19, ст. 1752; 2005, N 50, ст. 5242; 2006, N 1, ст. 10; 03.04.2006, N 14, ст. 1458; 2007, N 1 (I ч.), ст. 29.

3. Федеральный закон от 19.07.2007 N 139-ФЗ "О Российской корпорации нанотехнологий".

4. Постановление Правительства Российской Федерации от 21.12.2000 N 988 "О государственной регистрации новых пищевых продуктов, материалов и изделий" <\*>.

-----  
<\*> Собрание законодательства Российской Федерации, 2001, N 1 (часть II), ст. 124.

5. Постановление Главного государственного санитарного врача Российской Федерации N 54 от 23.07.2007 "О надзоре за продукцией, полученной с использованием нанотехнологий и содержащей наноматериалы" <\*>.

-----  
<\*> Признано не нуждающимся в государственной регистрации (письмо Минюста России от 01.08.2007 N 01-7608-AA).

## III. ОПРЕДЕЛЕНИЕ, КЛАССИФИКАЦИЯ И ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ НАНОМАТЕРИАЛОВ

6. В настоящее время в мире зарегистрировано и выпускается промышленностью более 1800 наименований наноматериалов. Согласно данным о форме и химическом составе можно выделить следующие основные виды наноматериалов:

- углеродные наночастицы (фуллерены, нанотрубки, графен, углеродные нанопены),
- наночастицы простых веществ (не углерода),
- наночастицы бинарных соединений,
- препараты наночастиц сложных веществ.

7. В настоящее время основными областями применения наночастиц в технике, определяемыми их уникальными свойствами, отличными от свойств веществ в обычной

(макродисперсной) форме, становятся создание высокопрочных, в том числе композитных, конструкционных материалов, микроэлектроника и оптика (микросхемы, компьютеры, оптические затворы и т.д.), энергетика (аккумуляторы, топливные элементы, высокотемпературная сверхпроводимость и др.), химическая технология, военное дело, научные исследования (метки и индикаторы), охрана окружающей среды (наночипы и наносенсоры). В медицине наноматериалы находят применение для целей транспорта лекарственных средств, в шовных и перевязочных материалах, для создания биосовместимых имплантантов и др. В парфюмерно-косметической промышленности наночастицы используются как составная часть солнцезащитных кремов; в сельском хозяйстве - для более эффективной доставки средств защиты растений и удобрений, для нанокапсулирования вакцин; предполагается использование наночастиц для доставки ДНК в растения в целях генной инженерии. В пищевой промышленности наноматериалы находят применение в фильтрах для очистки воды, при получении более легких, прочных, более термически устойчивых и обладающих антимикробным действием упаковочных материалов, при обогащении пищевых продуктов микронутриентами. Использование наночипов предполагается для идентификации условий и сроков хранения пищевой продукции и обнаружения патогенных микроорганизмов.

Число известных наноматериалов, их производимые количества и область их использования постоянно расширяются.

#### IV. ХАРАКТЕРИСТИКА НОВЫХ СВОЙСТВ И ПОВЕДЕНИЯ НАНОМАТЕРИАЛОВ В ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЕ И БИОЛОГИЧЕСКИХ ОБЪЕКТАХ

8. Наночастицы и наноматериалы обладают комплексом физических, химических свойств и биологическим действием, которые часто радикально отличаются от свойств этого же вещества в форме сплошных фаз или макроскопических дисперсий. Эта специфика наноматериалов определяется известными законами квантовой физики. В наноразмерном состоянии можно выделить следующие физико-химические особенности поведения веществ:

- увеличение химического потенциала веществ на межфазной границе высокой кривизны. Для макрочастиц (размерами порядка микрона и более) данный эффект незначителен (не более долей процента). Большая кривизна поверхности наночастиц и изменение топологии связи атомов на поверхности приводит к изменению их химических потенциалов. Вследствие этого существенно изменяется растворимость, реакционная и каталитическая способность наночастиц и их компонентов;

- большая удельная поверхность наноматериалов. Очень высокая удельная поверхность (в расчете на единицу массы) наноматериалов увеличивает их адсорбционную емкость, химическую реакционную способность и каталитические свойства. Это может приводить, в частности, к увеличению продукции свободных радикалов и активных форм кислорода и далее к повреждению биологических структур (липиды, белки, нуклеиновые кислоты, в частности, ДНК);

- небольшие размеры и разнообразие форм наночастиц. Наночастицы, вследствие своих небольших размеров, могут связываться с нуклеиновыми кислотами (вызывая, в частности, образование аддуктов ДНК), белками, встраиваться в мембраны, проникать в клеточные органеллы и, тем самым, изменять функции биоструктур. Следует обратить внимание на то, что наночастицы могут не вызывать иммунный ответ. Процессы переноса наночастиц в окружающей среде с воздушными и водными потоками, их накопление в почве, донных отложениях могут также значительно отличаться от поведения частиц веществ более крупного размера;

- высокая адсорбционная активность. Из-за своей высокоразвитой поверхности наночастицы обладают свойствами высокоэффективных адсорбентов, то есть способны поглощать на единицу своей массы во много раз больше адсорбируемых веществ, чем макроскопические дисперсии. Возможна, в частности, адсорбция на наночастицах различных контаминантов и облегчение их транспорта внутрь клетки, что резко увеличивает токсичность последних. Многие наноматериалы обладают гидрофобными свойствами или являются электрически заряженными, что усиливает как процессы адсорбции на них различных токсикантов, так и их способность проникать через барьеры организма;

- высокая способность к аккумуляции. Возможно, что из-за малого размера наночастицы могут не распознаваться защитными системами организма, не подвергаются биотрансформации и не выводятся из организма. Это ведет к накоплению наноматериалов в растительных, животных организмах, а также микроорганизмах, передаче по пищевой цепи, что, тем самым, увеличивает их поступление в организм человека.

9. Совокупность изложенных факторов свидетельствует о том, что наноматериалы могут обладать совершенно иными физико-химическими свойствами и биологическим (в том числе токсическим) действием, чем вещества в обычном физико-химическом состоянии, в связи с чем они относятся к новым видам материалов и продукции, характеристика потенциального риска которых для здоровья человека и состояния среды обитания во всех случаях является обязательной.

## V. ОСОБЕННОСТЬ ОЦЕНКИ РИСКА ПРОИЗВОДСТВА И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НАНОМАТЕРИАЛОВ

10. Существующая в настоящее время методология оценки риска основывается на полной токсикологической оценке конкретного вещества или соединения, определении зависимости "доза-эффект", данных содержания вещества в объектах окружающей среды и пищевых продуктах, расчете нагрузки на население, что позволяет рассчитать как не канцерогенные, так и канцерогенные риски.

Для наноматериалов, ввиду изложенной выше специфики их свойств, данная методология может быть неприменима (или применима ограниченно) вследствие следующих причин:

- токсичность наночастиц не может быть выведена по сравнению с аналогами в макродисперсной форме или в виде сплошных фаз, так как токсикологические свойства наноматериалов являются результатом не только их химического состава, но и разнообразия их других особенностей, таких как поверхностные характеристики, размер, форма, состав, химическая реактивность и др.;

- имеющиеся токсикологические методологии основаны на определении токсичности вещества относительно массовой концентрации, что не приемлемо для наноматериалов, для которых одним из основных определяющих свойств будет величина площади поверхности или число наночастиц;

- отсутствуют стандартизованные индикаторы нанотоксичности, которые должны обязательно учитывать вклад таких характеристик, как поверхностные характеристики, размер, форма, состав, химическая реактивность составляющих их частиц;

- отсутствуют данные об органах-мишенях действия конкретных наноматериалов;

- методы выявления, идентификации и количественного определения наноматериалов в объектах окружающей среды, пищевых продуктах и биосредах, которые могли бы достоверно отличить их от химических аналогов в макродисперсной форме, не достаточно разработаны;

- отсутствуют или недоступны новые базы данных и математические модели, опирающиеся на достижения биоинформатики и на экспериментальные данные по токсичности отдельных наноматериалов.

11. В связи с этим необходимо, чтобы каждый индивидуальный наноматериал был в полной мере изучен в токсикологическом аспекте с определением допустимой суточной дозы или условно переносимого недельного (месячного) поступления. Необходимо также создать информационные ресурсы по биобезопасности наноматериалов.

## VI. АНАЛИЗ СВЕДЕНИЙ О БЕЗОПАСНОСТИ ПРОИЗВОДСТВА И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НАНОМАТЕРИАЛОВ

12. Несмотря на то, что наноматериалы в мире уже используются более 10 лет, ни один вид наноматериалов не был изучен в полном объеме на безопасность ни в одной из стран мира. Фактически, во всем мире проводилось незначительное количество таких исследований, которые не позволяют точно оценить потенциальные риски использования наноматериалов. Кроме того, требуется разработка высокочувствительных и адекватных методов определения наноматериалов

в объектах окружающей среды, пищевых продуктах и биосредах. В настоящее время в мире разрабатываются методы определения наноматериалов, основанные на использовании масс-спектрометрии матрично-активированной лазерной десорбции/ионизации (МАЛДИ), электрических и белковых биосенсоров, радиоактивных, стабильноизотопных и спиновых меток, электронной микроскопии, атомно-силовой микроскопии, рентгеновской эмиссионной спектрометрии, квазиупругого лазерного светорассеяния, высокоэффективной обращеннофазовой жидкостной хроматографии, аналитического центрифугирования.

Пути поступления. Считается, что существует три основных пути поступления наноматериалов в организм человека: ингаляционный, через кожу и перорально. Возможно, есть и другие пути как, например, через обонятельный нерв непосредственно в мозг.

Распределение. В настоящее время нет надежных и убедительных данных по распределению наночастиц и наноматериалов по органам и тканям, и отсутствуют достоверные данные по критическим органам. Наиболее изучен ингаляционный путь поступления наноматериалов. При этом установлено, что некоторые наноматериалы, поступающие с воздухом, в дальнейшем могут определяться в различных органах и тканях, в том числе мозге, что не исключает возможности их проникновения через гематоэнцефалический барьер. В отношении их распределения по органам и тканям при пероральном поступлении данные в настоящее время отсутствуют.

Выведение. Возможно, что наночастицы могут экскретироваться с мочой, через желчь, кишечник, а также с выдыхаемым воздухом. В отношении их выделения с потом и молоком данные отсутствуют.

Обобщенная схема путей поступления, распределения и выведения наноматериалов в организме человека представлена на рисунке 1.

-----> доказанные пути  
-----> потенциальные пути

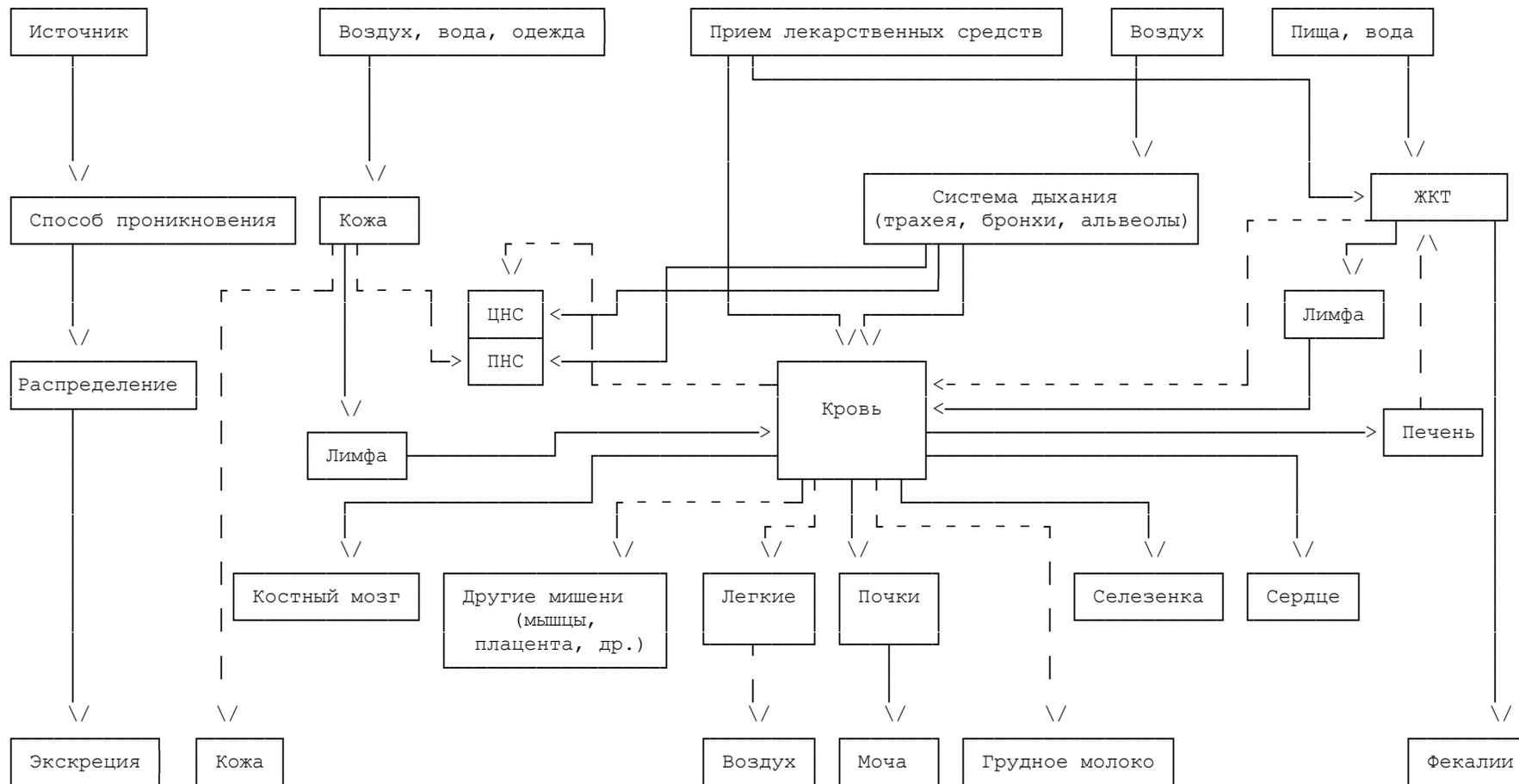


Рис. 1. Схема путей поступления, распределения и выведения наноматериалов в организме человека

Токсичность. Имеющиеся в настоящее время в небольшом количестве исследования в этом направлении указывают на то, что наноматериалы могут быть токсичными, тогда как их эквивалент в обычной форме в этой же концентрации безопасен. Показано, что даже однократная ингаляция углеродных нанотрубок вызывает у экспериментальных животных воспалительный процесс в легочной ткани с последующим некрозом клеток и развитием фиброза, что, возможно, в дальнейшем способно привести к раку легких. Наноматериалы обладают нейротоксичностью, в том числе, по-видимому, за счет прохождения через гематоэнцефалический барьер, вызывая окислительный стресс в клетках мозга; кардиотоксичность и гепатотоксичность наноматериалов также определяется развитием окислительного стресса и воспалительной реакции, что приводит к апоптозу и некрозу клеток; имеются отдельные сведения, что наночастицы могут усиливать ответы на аллергены.

В отношении влияния наноматериалов на генотоксичность, гормональный и иммунный статус, тератогенность, эмбриотоксичность, мутагенность, канцерогенность достоверные данные в литературе отсутствуют.

Наряду с возможными токсическими свойствами, в литературе рассматриваются возможности применения наноматериалов в качестве, в частности, селективных переносчиков лекарств к органам и тканям. Возрастает также число разработок т.н. "нанопищи", то есть использования некоторых нутриентов (главным образом жирорастворимых витаминов, макро- и микроэлементов, биологически активных веществ) в виде наночастиц или в комплексе с инертными наноматериалами - носителями с целью обогащения как продуктов массового потребления, так и специализированных продуктов питания для профилактики алиментарно-зависимых состояний у населения.

Однако эффективность использования в питании человека продуктов, содержащих наночастицы пищевых веществ, в настоящее время практически не изучена. Это обуславливает необходимость оценки биодоступности и усвояемости компонентов пищевых продуктов, получаемых нанотехнологическим путем.

Таким образом, токсичность наноматериалов, согласно имеющимся литературным данным, обусловлена, в первую очередь, развитием окислительного стресса и повреждением ДНК, что может приводить к развитию воспалительной реакции, апоптозу и некрозу клетки. Нельзя исключать, однако, и наличия других механизмов токсичности наноматериалов, связанных, в частности, с их повреждающим действием на клеточные мембраны и органеллы, усилением транспорта потенциально токсичных компонентов через барьеры организма, а также возможной генотоксичностью и аллергезирующим действием.

## ВИ. ПОРЯДОК ОРГАНИЗАЦИИ НАДЗОРА И ПРОВЕДЕНИЯ ТОКСИКОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ НАНОМАТЕРИАЛОВ

13. Создание и организация ведения регистра наночастиц и наноматериалов в рамках федерального регистра потенциально опасных химических и биологических веществ осуществляется Федеральной службой по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека.

14. Оценка безопасности и проведение токсикологических исследований.

14.1. Оценка безопасности и проведение токсикологических исследований наноматериалов включает в себя:

14.2. Анализ данных, разработку, составление и утверждение плана необходимых токсикологических исследований с выделением учреждений-исполнителей и определением приоритетных направлений и объектов исследования;

14.3. Разработку методов обнаружения, идентификации и количественного определения наноматериалов в объектах окружающей среды, пищевых продуктах и биологических средах;

14.4. Изучение:

- взаимодействия наноматериалов с липидами, белками, нуклеиновыми кислотами (ДНК, РНК, клеточными мембранами, рибосомами, ферментами, цитохромами P-450) в системах *in vitro*;
- механизмов проникновения наноматериалов через биомембраны, связывания с мембранными рецепторами в системе *in vitro*;
- изменения характеристик наночастиц (гидрофильности/гидрофобности, адсорбционных характеристик, способности к образованию ассоциатов) в составе модельных систем, воспроизводящих различные среды организма (желудочное и кишечное содержимое, кровь, лимфа, желчь, моча и т.д.);
- в моделях *in vitro* выживаемости пробиотических микроорганизмов нормальной микрофлоры желудочно-кишечного тракта в присутствии наноматериалов;
- отдаленных эффектов (мутагенность, эмбриотоксичность, тератогенность, канцерогенность);
- влияния наноматериалов на экспрессию генов и генотоксичность, протеомный профиль, метаболомный профиль и потенциальную аллергенность, развитие апоптоза;
- процессов всасывания наноматериалов в желудочно-кишечном тракте на моделях *in situ* и *in vivo*;

#### 14.5. Определение параметров:

- острой, подострой, субхронической и хронической токсичности и изучение распределения наноматериалов по органам и тканям;
- органотоксичности (нейротоксичность, гепатотоксичность, кардиотоксичность, иммунотоксичность, нефротоксичность и др.);
- I и II фазы метаболизма ксенобиотиков и системы антиоксидантной защиты;

#### 14.6. Определение влияния наноматериалов на микробиоценоз желудочно-кишечного тракта.

15. Оценка безопасности и проведение токсикологических исследований продукции, содержащей наноматериалы, включает в себя:

##### 15.1. Оценку безопасности наноматериалов, используемых:

- в пищевых продуктах;
- при создании лекарственных препаратов и вакцин;
- в упаковочных материалах для пищевых продуктов;
- при создании парфюмерно-косметической продукции;
- при создании дезинфекционных средств;
- при создании средств защиты растений;
- при использовании в воде и очистке воды.

15.2. Оценку безопасности наноматериалов, присутствующих в атмосферном воздухе и воздухе рабочей зоны.

15.3. Изучение безопасности рабочих мест на производствах, использующих нанотехнологии.

15.4. Оценку эффективности использования в питании человека продуктов, содержащих наночастицы пищевых веществ, биодоступность и усвояемость компонентов пищевых продуктов, получаемых нанотехнологическими методами.

15.5. Пострегистрационный мониторинг наноматериалов.

---