



4. Горбачев, Ю.Е. От электронных учебников к виртуальным лабораториям / Ю.Е. Горбачев [и др.] // Телекоммуникации и информатизация образования. – 2006. – №5. – С. 35–52.
5. Козлов, А. Виртуальные лаборатории. За и против / А. Козлов // Школьные технологии. – 2008. – №1. – С. 131–134.
6. Кривова, В.А. Новые методические подходы к классификации программных продуктов в системе компьютерного тренинга в Современной гуманитарной академии / В.А. Кривова, О.В. Фёдорова // Дистанционное и виртуальное обучение. – 2007. – №8 – С. 63–70.
7. Семенюк, В.П. Виртуальный лабораторный практикум по химии и дидактические возможности его использования / В.П. Семенюк // Актуальные проблемы химического образования в средней и высшей школе: сборник научных статей, материалы I Международной научно-практической конференции, Витебск, 25-26 марта 2013 г. / Вит. гос. ун-т ;редкол.: А.П. Солодков (гл. ред.) [и др.]. – Витебск: ВГУ имени П.М. Машерова, 2013. – С. 110–113.
8. Смирнов, А.В. Современные учебные информационно-измерительные системы / А.В. Смирнов, С.А. Смирнов // Физика в школе. – 2008. – №7. – С. 40–43.
9. Турина, И.А. Виртуальная информационно-образовательная лаборатория как средство развития самостоятельности школьников / И.А. Турина, О.А. Медведева // Информатика и образование. – 2007. – №3. – С. 107-109.
10. Туров, В.В. Система дистанционного образования на основе сетевых технологий / В.В.Туров [и др.] // Дистанционное и виртуальное обучение. – 2007. – №11. – С. 40–44.

УДК 544.2 (075.8)

О.В. Сергеева

Белорусский государственный университет, г. Минск

НАНОПРОБЛЕМАТИКА В ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНОМ ОБРАЗОВАНИИ: ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ АСПЕКТ

В современном развитии естественнонаучного образования выражена тенденция повышенного интереса к нанопроблематике. Образовательные программы в области нанонауки и нанотехнологии приняты во всех промышленно развитых странах. Новые учебные программы и курсы, призваны, с одной стороны, обеспечить подготовку специалистов для нанонауки и наноиндустрии, с другой – дать представление о современных научных проблемах, касающихся закономерностей, действующих в низкоразмерных системах. На химическом факультете Белорусского государственного университета ряд соответствующих курсов также введен в программу подготовки специалистов. В частности, на кафедре неорганической химии разработан учебный курс по нанохимии в двух версиях: элективный курс для научно-производственного отделения и специальные курсы для направлений «Химия твердого тела» и «Неорганическая химия», издано учебное пособие для студентов химического факультета «Введение в нанохимию».

В большинстве публикаций, касающихся нанотехнологии и нанохимии, постоянно подчеркиваются интересные и уникальные свойства наночастиц и связанные с ними преимущества материалов и систем на их основе, их роль в научно-техническом прогрессе и т.д. Однако реальные и ощутимые вредные последствия производства и использования асбеста, пестицидов, развития ядерной энергетики, порождают опасения относительно последствий производства и использования наноматериалов, а также способности ученых, индустрии и правительств обеспечить безопасность новых технологий. Сейчас появляется довольно много свидетельств того, что нанореволюция вызывает серьезные экологические, социальные и этические проблемы, представляющие значительную угрозу для здоровья и безопасности человека и окружающей среды.



Таким образом, очевидно, что в курсе нанохимии (как в любом курсе химии вообще), обязательно должен присутствовать экологический компонент хотя бы на уровне постановки проблемы. В элективном курсе «Нанохимия» экологические аспекты затрагиваются уже во вводной лекции, когда мы говорим о возможностях нанотехнологий и проблемном поле нанохимии. В специальных курсах предусмотрена отдельная лекция «Проблемы охраны труда, здоровья, окружающей среды в свете развития нанотехнологий».

В лекционном материале подчеркивается, что проблема нанобезопасности неотделима от проблемы экологической безопасности в целом, хотя и имеет свои специфические особенности. Проблема развития нанотехнологий и безопасности человечества может быть рассмотрена с разных сторон. Исходя из этого, вводятся определенные блоки «положительной» и «отрицательной» информации. Ниже приведены некоторые примеры.

Нанотехнологии в охране окружающей среды. В перспективе определенные нанотехнологические разработки могут сыграть значительную роль в решении проблем охраны окружающей среды. Это в первую очередь использование наноустройств для контроля продуктов и отходов химических производств, позволяющих регистрировать малые количества загрязняющих агентов в воздухе и воде, создание новых чистых технологий с минимальным выходом вредных отходов, а также способов переработки мусора, ядерных отходов, очистки загрязненных водоемов с помощью наноструктурных материалов.

Положительное влияние нанотехнологий на окружающую среду может быть связано также с сокращением отходов производства и повышением энергетического к.п.д. за счет разработки новых методов катализа с использованием наноразмерных реагентов как в гомогенных, так и гетерогенных системах; использованием нанокompозитных материалов с повышенной стойкостью к воздействию окружения, длительным сроком службы и минимальным воздействием на окружающую среду, небольших легких конструкций и устройств с низким энергопотреблением.

Наносистемы могут составить основу энергетических производств на возобновляющихся источниках энергии, функционирование которых создает гораздо меньше отходов. На основе наноматериалов могут быть созданы «зеленые технологии» во многих отраслях промышленности.

Нанотехнологии, предназначенные для нанесения вреда человеку и среде его обитания. Как и традиционно все новейшие технологии, нанотехнологии применяются для создания новых видов вооружения. Нанотехнологические разработки для военных целей предназначены и используются именно для того, чтобы нанести максимальный вред противнику, то есть человеку и его окружению. Нанотехнологии позволяют организовать производство даже в регионах с малым запасом минеральных ресурсов, что делает небольшие боевые группы вполне самостоятельными и независимыми от источников сырья.

Для военной сферы представляют интерес исследования по следующим основным направлениям: технология создания и противодействия «невидимости»; энергетические ресурсы; системы связи; самовосстанавливающиеся системы (позволяющие, например, чинить броню танков или защитной одежды, изменять цвет их поверхности в соответствии с цветом окружающей среды и т.п.); новые виды химического и биологического оружия и устройств их обнаружения; создание самонаводящегося оружия, боевых роботов, сложных систем виртуальной реальности для подготовки к боевым действиям в любой обстановке.

Наночастицы в окружающей среде. Как всякая технология, нанотехнология имеет отходы и выбросы, следовательно, наночастицы попадают в окружающую среду. Понятно, что наличие наночастиц в среде является источником вторичной экспозиции человека. Наноматериалы утилизируются и поступают в окружающую среду, несмотря на то, что их воздействие неизвестно и нет достаточно эффективных средств для их обнаружения,



отслеживания или удаления. Риск зависит от их токсичности, о которой пока мало известно, и от их количества.

И на производстве, и в лаборатории работа часто ведется без всяких специальных мер, обеспечивающих безопасность сотрудников. Продукты, содержащие наноматериалы и нанокomпоненты, не имеют специальной маркировки, как правило, потребителя не информируют о возможных рисках (либо по незнанию, либо умышленно). Нередко производители новой продукции в рекламных целях преувеличивают положительные свойства и опускают возможные отрицательные эффекты, связанные с поступлением в окружающую среду токсичных и опасных продуктов в результате работы какого-либо устройства.

Ситуация осложняется тем, что многие наноструктуры производятся не одним, а несколькими способами. Это, с одной стороны, увеличивает ассортимент рисков, с другой стороны, позволяет надеяться, что одни и те же продукты, полученные с использованием различных технологий, будут оказывать не одинаковое воздействие (может быть, и менее вредное) на человека и среду его обитания.

Серьезное изучение поведения наночастиц в природном окружении началось лишь недавно. Они способны накапливаться в воздухе, почве и сточных водах, но могут разрушаться под действием света и химических веществ, при контактах с микроорганизмами. Наноматериалы, как правило, легче вступают в химические превращения, чем компактные вещества того же состава, и образуют при этом соединения с малоизвестными свойствами. Это заставляет с особым вниманием относиться к связанным с ними рискам. Уже проведенные, хотя и немногочисленные, исследования дают повод для беспокойства. Например, доказано, что наноразмерный алюминий в большом количестве останавливает рост корней пяти товарных сельскохозяйственных культур, побочные продукты производства углеродных нанотрубок вызывают рост смертности и задержку развития небольших ракообразных, наносеребро наносит вред ряду полезных микроорганизмов.

Можно выделить основные научные направления, связанные с проблемами окружающей среды:

– изучение механизмов конкретных наномасштабных процессов и возможностей их регулирования, включая осаждение и кристаллизацию белков, десорбцию загрязняющих агентов, стабилизацию коллоидных дисперсий, агрегацию мицелл, подвижность микробов, образование и подвижность наночастиц, их взаимодействие с тканями живых организмов. Необходимо тщательно изучать процессы на межфазных границах твердое тело/жидкость, твердое тело/газ с участием минеральных и органических компонентов почв, биомолекул, клеток, микробов, биологических тканей, а также антропогенных источников загрязнения (например, радиоактивных веществ и тяжелых металлов);

– разработка новых методов описания поверхностей, межфазных границ и других нанометровых структур, участвующих в экологических процессах (включая биологические процессы в живых организмах);

– объединение данных о роли молекулярных и наноразмерных явлений во временной эволюции естественных мезо- и макросистем.

Воздействие наночастиц на организм человека и нанотоксикология. Попав каким-либо путем в окружающую среду, наночастицы могут проникать в организм человека, реагировать с клетками и вызывать повреждения тканей. Рабочие, занятые в nanoиндустрии, могут подвергаться воздействию наночастиц в процессах производства, обработки, транспортировки и утилизации материалов, содержащих наночастицы. Еще один очевидный путь воздействия наночастиц на человека – когда они вводятся умышленно с благой целью (в составе продуктов питания, косметических средств, лекарств, имплантантов и искусственных органов). Благодаря своим размерам, наночастицы легко могут проникать



через биологические мембраны и попадать в клетки, органы и ткани. Для них характерна повышенная способность связываться с биомолекулами (ДНК, РНК, белками) с возможной модификацией их свойств. Они легко преодолевают физиологические барьеры (гематоэнцефалический или плацентарный). Ввиду своей высокой адсорбционной емкости они могут выступать в роли “проводников” поступления в организм некоторых токсинов и микробов, а из-за высокой каталитической активности – в роли инициаторов процесса свободно-радикального пероксидного окисления. Осаждаясь и накапливаясь в тканях организма, наночастицы способны вызвать ряд заболеваний – хронические заболевания легких, злокачественные опухоли, нейродегенеративные расстройства (типа болезни Паркинсона и Альцгеймера), нарушение мозгового и коронарного кровообращения, сердечной деятельности, процессов репликации ДНК. Последнее особенно опасно, так как может вызывать мутации и изменения генома, влиять на наследственность. Возможность генотоксической активности связана не только с высокой проникающей способностью, канцерогенным действием, индукцией свободных радикалов, но и со способностью наночастиц непосредственно связываться с ДНК, располагаться в митохондриях и ядре клетки, воздействовать на внутриклеточные структуры, в том числе на цитоскелет и хроматин.

Сказанное подтверждает, что нанотехнологии – это не только новые возможности, но и новые вызовы и новые проблемы. Осознание этих проблем должно стать частью мировоззрения современного специалиста-химика, войти в его личную систему ценностей, способствовать формированию экологической культуры как части общей культуры. В этом процессе невозможно переоценить роль активных форм обучения.

В идеале, прослушанная лекция – всего лишь стимул для самостоятельного творческого поиска. Для реализации результатов этого поиска отличным полем являются семинарские занятия, при проведении которых не обязательно придерживаться традиционной формы «вопрос-ответ». Более интересными и эффективными могут быть семинары-дискуссии или семинары-конференции. Студентам заранее предлагается общая тема «Нанотехнологии: pro et contra», и каждый определяет для себя, к какому условному лагерю он принадлежит. Далее каждая группа самостоятельно подбирает материалы, подтверждающие либо положительное влияние нанохимии и нанотехнологии на состояние окружающей среды, жизнь и здоровье человека и общества, либо, наоборот, доказывающие их отрицательное воздействие. В случае семинара-дискуссии полученная информация излагается в устных сообщениях, модератор дискуссии из числа студентов (или преподаватель) регулирует процесс так, чтобы могли сталкиваться разные мнения. В случае семинара-конференции каждая группа (или отдельные ее участники) представляет свой блок информации в виде компьютерной презентации либо ряда презентаций («Альтернативная энергетика», «Наночастицы в диагностике и лечении заболеваний», «Наносенсоры», «Нанотоксикология» и др.) и отстаивает свою позицию, используя и визуальный образный ряд.

Отдельный интересный аспект проблемы нанобезопасности – законодательное регулирование производства и использования наноматериалов и продуктов, содержащих наночастицы. Нанотехнология является новой реальностью, пока плохо поддающейся государственному регулированию, так как весьма сложно использовать для этой цели уже существующие законы. Необходимы принципиально новые законодательства, новые механизмы и институты регулирования, в том числе международные. Поиск и анализ содержания нормативных документов, касающихся этих вопросов, выделение их экологической составляющей также может стать темой практического или семинарского занятия.