



Общие вопросы / General problems

Оригинальная статья / Original article

УДК 004.5 : 004.8 : 008 : 377 : 378 : 54.01 : 574 : 57.04 : 58.02: 58.03 : 58.04 : 591.5 : 591.95 : 608 : 613.5 : 613.6  
: 62-03 : 62-5 : 628 : 631 : 632 : 66.08

DOI: 10.18470/1992-1098-2015-4-24-38

## ФАКТОРЫ НАНОТЕХНОЛОГИЙ И БИОРАЗНООБРАЗИЕ: ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ И ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ АСПЕКТЫ

*Артемию В. Козачек*

*Ассоциация «Объединенный университет имени В.И. Вернадского»,  
Тамбов, Россия, artem\_kozachek@mail.ru*

**Резюме. Цель.** Рассмотреть особенности влияния нанотехнологий на биоразнообразие в будущем. **Методы.** Предлагается подход, в соответствии с которым нанотехнологии рассматриваются как ключевые технологии шестого технологического уклада. При этом считается, что нанотехнологии могут быть как источником возможных экологических проблем будущего, так и основой для создания новых перспективных видов экологической техники и технологий. Так как все вышеперечисленное важно как в рамках собственно природоохранной деятельности, так и для целей профессиональной инженерно-экологической подготовки, то в данной работе предлагается рассматривать проблему воздействия нанотехнологий на биоразнообразие и состояние окружающей природной среды через экологические и образовательные аспекты. **Результаты.** Рассмотрены и проанализированы экологические и образовательные аспекты применения нанотехнологий в период шестого технологического уклада. Реализация процедуры их анализа способствовала выделению и систематизации различных факторов воздействия нанотехнологий на биоразнообразие и состояние окружающей природной среды, определению вариантов предупреждения и профилактики таких факторов. На основе результатов таких исследований были выделены образовательные аспекты профессиональной подготовки инженеров-экологов в период шестого технологического уклада, определена новая направленность такой подготовки в шестом технологическом укладе, которая предполагает, по мнению автора, изучение особенностей рационального и бережливого использования природных ресурсов с применением соответствующих инновационных экологоориентированных нанотехнологий, воспитание студентов с точки зрения понимания причин, последствий и путей предотвращения глобального кризиса ресурсов на планете в связи с появлением нового класса нанозагрязнений. **Выводы.** Полученные результаты могут быть рекомендованы к применению на практике как для более углубленного анализа конкретных экологических проблем применения нанотехнологий, так и для пересмотра подходов к проектированию содержания профессиональной подготовки инженера-эколога будущего.

**Ключевые слова:** факторы, нанотехнологии, биоразнообразие, состояние окружающей природной среды, экология, шестой технологический уклад, нанозагрязнения, профессиональная подготовка инженера-эколога.

**Формат цитирования:** Козачек А.В. Факторы нанотехнологий и биоразнообразие: экологический и образовательный аспекты // Юг России: экология, развитие. 2015. Т.10, N4. С.24-38. DOI: 10.18470/1992-1098-2015-4-24-38

## FACTORS OF NANOTECHNOLOGY AND BIODIVERSITY: ENVIRONMENTAL AND EDUCATIONAL ASPECTS

*Artemiy V. Kozachek*

*Association United University of V.I. Vernadsky,  
Tambov, Russia, artem\_kozachek@mail.ru*

**Abstract.** The aim is to consider the features of impact of nanotechnology on biodiversity in the future. **Methods.** We suggest an approach, according to which nanotechnologies are viewed as key technologies of the sixth technological order. It is assumed that nanotechnology may be a potential source of environmental problems of the future, and the basis for the creation of new advanced types of environmental engineering and technology. Since all of the above is important both within the actual environmental performance and for the purposes of professional engineering and environmental training. We suggest in this paper to view the problem of the impact of nanotechnology on biodiversity and the state of the environment through environmental and educational aspects. **Results.** We considered and ana-



lyzed the environmental and educational aspects of the application of nanotechnology in the period of the sixth technological order. Implementing procedures for their analysis has contributed to the identification and systematization of the various impacts of nanotechnology on biodiversity and the state of the environment, and identification of options for the prevention of such factors. Based on the results of such studies we have identified educational aspects of training environmental engineers during the sixth technological order; defined a new focus of the training in the sixth technological order, which involves, in our opinion, the study of features of a rational and prudent use of natural resources with the use of appropriate innovative eco-oriented nanotechnology, education of students in terms of the understanding of the causes, consequences and ways to prevent the global resource crisis on the planet due to the emergence of a new class of nano-contamination. **Main conclusions.** The results can be recommended to be used in practice for more in-depth analysis of the specific environmental challenges of nanotechnology, and revising approaches to the design of the content of training of future environmental engineer.

**Keywords:** factors, nanotechnology, biodiversity, state of the environment, ecology, sixth technological order, nano-pollution, training of environmental engineer.

**For citation:** Kozachek A.V. Factors of nanotechnology and biodiversity: environmental and educational aspects. *South of Russia: ecology, development*. 2015, vol. 10, no. 4, pp. 24-38. (In Russian) DOI: 10.18470/1992-1098-2015-4-24-38

## ВВЕДЕНИЕ

Ориентировочно в 2005-2020 г. (по мнению различных ученых) вступил (вступит) в фазу роста новый – *шестой – технологический уклад*. Так как этот уклад только наступает, то мы считаем важным рассмотреть его особенности подробнее. Наступление шестого технологического уклада в начале XXI века будет определять систему и содержание профессиональной деятельности и профессиональной подготовки инженера-эколога.

Начало технологического уклада образуют *технологические инновации (нововведения)*. В то же время из общей теории техносферы [1,2] известно, что именно технологические инновации определяют степень негативности/позитивности воздействия техносферы на окружающую среду и, в то же время, именно технологические инновации формируют новые подходы и инженерные решения по охране окружающей среды во время нового технологического уклада.

Ученые, занимающиеся проблемами технологических укладов, выделяют ряд производственных технологий, которые станут основой шестого технологического уклада. Так, по мнению академика Российской академии наук (РАН) С.Ю. Глазьева (с соавторами) в качестве технологий шестого технологического уклада необходимо отметить «нанoeлектронику, молекулярную и нанoфотонику, наноматериалы и наноструктурированные покрытия, оптические наноматериалы, наногетерогенные системы, нанобиотехнологии, наносистемную техни-

ку, нанооборудование, ... биотехнологии, основанные на достижениях молекулярной биологии и геной инженерии, нанотехнологии, системы искусственного интеллекта, глобальные информационные сети и интегрированные высокоскоростные транспортные системы» [3], причем нанотехнологии в его работе считаются ключевым фактором данного технологического уклада.

В числе технологий этого же уклада, например, профессором В. Горшениным называются следующие: геной инженерия; биоинженерия; нанотехнологии; индустрия новых материалов; технологии энерго- и ресурсосбережения; новые транспортные технологии; новые космические технологии [4].

Академик РАН Е. Каблов выделяет такие наукоемкие инновационные технологии шестого технологического уклада, как «био- и нанотехнологии, геной инженерия, мембранные и квантовые технологии, фотоника, микромеханика, термоядерная энергетика» [5].

Доктор технических наук В.М. Авербух, повторяя положения работы С.Ю. Глазьева, в числе главных технологий шестого технологического уклада также называет робототехнику, гибкие автоматизированные производственные системы, космические технологии, производство конструкционных материалов с заранее заданными свойствами, атомную промышленность и энергетика, инновационные авиоперевозки, водородные технологии, использование возобновляемых источников энергии [6].



Приведенные перечни в целом похожи, и дают видимую картину будущего реестра дисциплин как дидактических единиц содержания профессиональной подготовки инженера-эколога.

Обобщая выводы С.Ю. Глазьева и других авторов, мы предлагаем считать, что шестой технологический уклад – это уклад новых наноматериалов и нанотехнологий.

Предстоящее массовое применение наноматериалов и нанотехнологий позволит начаться новому витку научно-технического прогресса, в рамках которого инновационные материалы будут повышать эффективность работы технологического оборудования, улучшать вкусовые и другие полезные свойства продуктов, решая проблемы нехватки продовольствия для растущего населения Земли, повышать ремонтпригодность, живучесть и улучшать самовосстанавливающие способности различных машин, механизмов, одежды, начиная от космической отрасли до урбанистических коммун.

Однако теперь возникает и новый вопрос. Если есть нанотехнологии шестого технологического уклада, то они, кроме положительного влияния, возможно, будут оказывать и отрицательное воздействие на окружающую среду и здоровье человека.

В итоге, по нашему мнению, технологические нововведения фактически должны стать основой для построения в рамках следующего технологического уклада нового реестра дидактических единиц в содержании профессиональной подготовки инженера-эколога. При этом экологические проблемы нанотехнологий также должны войти в число указанных дидактических единиц.

Как это отразится на формировании содержания профессиональной подготовки

инженера-эколога? Такой подход позволяет выделить новые профессиональные компетенции инженера-эколога и соответствующие им направления экологической подготовки в рамках конкретных дисциплин из сформированного ранее реестра. Также здесь появляется возможность, например, произвести наполнение содержания экологических дисциплин новыми видами практических задач, лабораторных работ аналитического и проектировочного характера.

Необходимо отметить, что в настоящее время экологические проблемы применения нанотехнологий отдельными учеными рассматриваются (обзор их работ будет дан дальше), но они не систематизированы, что не позволяет понять возможную проблему наноэкологического кризиса в комплексе.

Что касается образовательных аспектов применительно к обучению инженеров-экологов в условиях массового внедрения нанотехнологий и появления загрязняющих нановеществ, то такие аспекты сейчас учеными вообще не рассматриваются, что влечет за собой угрозу неадекватности учебных планов и программ инженерно-экологической подготовки возможным будущим изменениям биоразнообразия и ситуации в окружающей природной среде. При этом создаются препятствия для выполнения системой высшего профессионального образования прогностической и профилактической функций, так как инженеров-экологов по-прежнему стараются обучать технологиям и проблемам пятого технологического уклада, но не шестого.

Таким образом, рассматриваемая тема актуальна.

### ЦЕЛЬ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В рамках данной работы нами поставлена цель – рассмотреть особенности влияния нанотехнологий на биоразнообразие в будущем.

Инновации в сфере нанотехнологий привели к появлению продуктов, материалов с совершенно новыми, ранее неизвестными свойствами, которые находят все более активное применение в различных отраслях промышленности. При этом, исходя из понимания особенностей функционирования техносферы, можно говорить о том,

что по окончании жизненного цикла использования и потребления данные наноматериалы либо переработанные продукты из них должны будут либо уже перемещаются в качестве отходов в окружающую среду. Иначе говоря, можно говорить о появлении новых видов негативного, причем до сих пор полноценно не изученного воздействия на природу. Отсюда возникает необходимость их изучения и, в дальнейшем, разработки комплекса мероприятий по борьбе с



таким новым видом техногенного воздействия.

Одновременно, нанотехнологии позволяют и улучшить экологическую технику. Так, например, появляются различные фильтры для очистки воды с использованием наносорбентов, позволяющих, по заявлению их разработчиков, повысить эффективность водоочистки до уровней медицинской и пищевой безопасности с уменьшением общей стоимости такой очистки. К числу положительных сторон нанотехнологий ученые в целом относят [7]:

- повышение эффективности лечения онкологических заболеваний;
- разработку нанотехнологий очистки окружающей природной среды;
- появление дешевой наноэнергии.

Такая ситуация требует от инженера-эколога новых компетенций, которые позволят ему эффективно эксплуатировать такое инновационное оборудование.

### ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ

**Факторы отрицательного воздействия нанотехнологий на биоразнообразие и состояние окружающей среды.** Как было отмечено выше нанотехнологии и полученные с их помощью наноматериалы, по нашему мнению, в будущем могут стать источниками так называемых *нанозагрязнений*. Первые сведения об их появлении и влиянии на здоровье человека и природных организмов уже имеются.

Так, немецкими учеными были проведены исследования, которые показали, что при контакте наночастиц с организмом человека проявляется связь между частотой инфарктов сердца и концентрацией наночастиц в атмосфере, наблюдается зависимость нарушений сердечного ритма от большой концентрации наночастиц, возрастает риск возникновения воспалительных процессов в легочной ткани, приводящих в выводу медиаторов, увеличению свертываемости крови и быстрой закупорке кровеносных сосудов [8].

Сотрудники Института медицины труда Академии медицинских наук Украины М.Н. Диденко и В.А. Стежка определили, что порошки наночастиц высокодисперсного кремнезема, интратрахеально вводимые лабораторным крысам в течение трех месяцев, «вызывали

Именно учитывая данные моменты, мы и предлагаем основные особенности нанотехнологий шестого технологического уклада, ориентируясь, в первую очередь, на их экологическую и образовательную составляющие. Такое рассмотрение проведем с точки зрения трех аспектов:

1) воздействие нанотехнологий на биоразнообразие и состояние на окружающей среды и возможность появления в период данного технологического уклада экологических нанотехнологий (*экологические аспекты*);

2) возможность отражения в содержании профессиональной подготовки инженера-эколога будущих экологических проблем использования нанотехнологий и особенностей предполагаемого применения природоохранных нанотехнологий (*образовательные аспекты*).

снижение относительной массы надпочечниковых желез», что, по мнению ученых, влияло на стрессоустойчивость организма крыс, а также изменением в легких, отразившихся в «выраженном полнокровии сосудов, ... слушивание клеток эпителия бронхов в их просвет, а также очаговое эмфизематозное расширение просветов альвеол с истончением межальвеолярных перегородок». При этом указанные авторы по результатам проведенных ими исследований в итоге делают выводы, что «ингаляционное поступление наночастиц высокодисперсных аморфных кремнезема в организм лиц, работающих в условиях их производства, опасно для здоровья» [9].

Профессор Д. Крамб (с соавторами) из Университета Калгари (Канада) доказал влияние наночастиц, находящихся в системе кровообращения, на развитие куриных эмбрионов [10].

Как отмечает А.А. Анциферова, сотрудник НИЦ «Курчатовский институт», при активном использовании нанотехнологий в промышленности и бытовых сферах жизни людей могут наблюдаться как положительные результаты, так и отрицательные последствия. К числу эффектов, оказывающих неблагоприятное токсическое



действие на организм, А.А. Анциферова относит, например, следующие [11]:

- изменение поведенческого стереотипа мышей, принимающих в течение месяца нанопрепарат серебра (мышь перестают реагировать на яркий свет, их поведение активизируется);

- наночастицы диоксида титана, входящие в состав солнцезащитных кремов, через реализацию так называемого фототоксического эффекта могут стать причиной возникновения онкологических заболеваний кожи;

- наночастицы органического происхождения, например, фуллерены, при попадании внутрь организма вызывают реакцию организма в виде появления антител, действуют как антиген и могут вызвать различные воспалительные процессы.

Имеют наноматериалы и антибактериальные свойства, что может отрицательно сказаться на жизнедеятельности бактерий при попадании нанозагрязнений в окружающую среду, а также при наличии загрязняющих наночастиц в сточных водах, попадающих на биологическую очистку, в отходах, подлежащих биodeградации. Антибактериальные характеристики наноматериалов, в частности, доказываются некоторыми российскими и зарубежными работами [12-16].

Далее, по нашему мнению, здесь необходимо провести небольшой анализ так называемых «катастрофических» теорий, согласно которым, неправильное и/или неэтичное использование нанотехнологий может вызвать экологическую катастрофу. Возможность такого развития событий в период или после окончания шестого технологического уклада зависит, по нашему мнению, от следующих факторов:

- от политической воли и направленности действий будущих правительств;

- от уровня искусственного интеллекта по отношению к интеллекту человеческому, которым будут обладать новые искусственные устройства.

Первый выделенный нами фактор – *политическая воля и направленность действий будущих правительств* – является главным и уже сейчас обсуждается учеными.

Так, профессор В.В. Александров, говоря о будущей конвергенции нано-, био-, инфо-, когнитивных и социальных (НБИКС) технологий, затрагивает проблему наступающего трансгуманизма, под которой он понимает *процесс высвобождения расы современного человека из сети условностей, факторов и ограничений биологического характера*. По мнению В.В. Александрова, НБИКС-технологии шестого технологического уклада позволят создать искусственный интеллект, основанный на цифровом восприятии действительности, который заменит многие устаревшие машины и компьютеры. При этом возникнет и *новая политическая реальность, так называемая биополитика*, появятся совершенно другие политические силы с иными интересами и ресурсами, что будет связано с качественным изменением всей социо-формы жизни общества [17].

Весьма велика вероятность того, что новая биополитика потребует применения и новых видов оружия для установления гегемонии какой-либо политической силы. Например, еще в 1992 году основатель наноинженерии Э.К. Дрекслер заявил о возможности использования нанороботов в качестве нового вида оружия [18]. Вслед за ним, данную возможность не отрицает и Б. Джой, который отметил такую негативную сторону нанотехнологий, как возможность создания нанооружия массового поражения для уничтожения целых географических пространств, не поддающихся политическому подчинению либо для истребления рас с определенными генетическими признаками при наличии соответствующей политической воли [7]. О нанотехнологических войнах будущего и систематических ошибках современного человека в оценке соответствующих глобальных рисков говорит и Е. Юдковски [19].

Из российских ученых возможность самоуничтожения цивилизации при кардинальном изменении политической реальности рассматривает А.П. Назаретян, по мнению которого высокие, совершенно развитые нанотехнологии, биотехнологии и робототехнологии могут быть применены для производства новых видов оружия – нанооружия, биооружия и роботоружия [20].

Таким образом, несмотря на отсутствие современных разработок нанооружия, принципиальная возможность создания и



применения такого оружия в будущем учеными не отрицается.

Что касается второго фактора, то здесь подразумевается *возможность наноустройств с высоким искусственным интеллектом выйти из подчинения управленческим командам политических сил и человечества в целом.*

Впервые одну из таких теорий выдвинул в 1986 году Э. Дрекслер, который предупреждал о том, что в будущем вырастет вероятность выхода нанобактерий и нанороботов из-под контроля человека, что может привести, вследствие большей живучести таких искусственных наноорганизмов по сравнению с природными, к полному уничтожению белковой жизни на планете [21]. В 2000 году Роберт А. Фрейтас младший предложил термин «экофагия», под которыми он подразумевал процесс уничтожения экологических природных форм жизни экофагами – саморазмножающимися нанороботами, которые, возможно, будут способны построить собственные «экосистемы» и самостоятельно добывать энергию и питательные вещества, в том числе и из белковых организмов [22].

С другой стороны, Г. Моравек считал, что совмещение бионических, компьютерных, робо- и нанотехнологий приведет к созданию устройств, которые за счет своего интеллекта будут способны к самообучению, рефлексии, оценке окружающего мира с точки зрения своих потребностей и оптимизации условий своего существования, что влечет за собой вероятность появления в будущем двух новых типов конкуренции за ресурсы на планете – между роботами и белковыми организмами, а также собственно между самими роботизированными системами разных классов, одним последствием чего может стать отстранение людей от природных ресурсов и их последующее вымирание [23]. По мнению Б. Джоя, в XXI веке следует ожидать появления на планете «разумных» роботов («наноботов»), которые смогут произвести трансформирование окружающей природной среды под свои нужды, причем человеку и многим другим организмам в таком мире существовать будет невозможно [7]. Предлагаем такой возможной в будущем ситуации дать название «наноробоконкуренция».

Способность технических наноустройств стать противниками биологиче-

ских форм жизни на Земле (а возможно, и на других планетах) зависит от уровня их интеллекта. Иначе говоря, такая способность может иметь место в том случае, если искусственный интеллект таких устройств по своему уровню будет превосходить интеллект человека.

Так, в 1986 году В. Циммерли проанализировал так называемый «парадокс информационных технологий», суть которого заключается в возможности обеспечения технического контроля за функционированием компьютерных систем только с помощью машин с более высоким уровнем машинного интеллекта, а искусственная эволюция таких контролируемых машин может привести к обособлению машинного интеллекта от человеческого [24]. Б. Джой определил, что к периоду около 2030 года мощность компьютеров станет выше мощности существующих к 2000 году машин в 1 млн. раз, что станет одним из факторов появления в дальнейшем на планете «разумных» роботов («наноботов») [7]. Е. Юджовски отмечает, что возможной причиной усиления искусственного интеллекта на планете может стать его способность к росту эффективности и скорости самообучения, что позволит машинам увеличить скорость своего интеллектуального развития [25].

Момент времени, когда уровень искусственного машинного интеллекта может оказаться выше уровня интеллекта человека, называется *технологической сингулярностью*. Термин «сингулярность» предложен Дж. фон Нейманом как математическая точка, за пределами которой процесс экстраполяции имеет высокое расхождение с бессмысленными результатами [26]. Применительно к эволюции машин и искусственного интеллекта данный термин под названием «технологическая сингулярность» был впервые применен В. Винджем в 1986 году [27].

Американский изобретатель Р. Курцвейл считает, что технологическая сингулярность должна наступить около 2045 года [28]. Эта дата хорошо коррелирует с датами окончания шестого и начала седьмого технологических укладов, определенными выше.

Итак, в результате проведенного анализа мы можем выделить (конечно, предположительно) следующие предполагаемые глобальные техногенные проблемы



мазисферы в период шестого технологического уклада:

- возможное использование в XXI веке технологий шестого и седьмого технологических укладов для создания нового вида оружия, ведения войн и, соответственно, геноцида и экоцида;

- возможность наступления технологической сингулярности после 2045 года, когда технические устройства станут обладать более высоким уровнем интеллекта по сравнению с человеком, будут способны выйти из-под его контроля и самостоятельно станут потреблять природные ресурсы, уничтожая белковую жизнь непосредственно (экофагия) либо уменьшая ей доступ к ресурсной базе (наноробоконкуренция).

Таким образом, проблема воздействия наночастиц и нанотехнологий в целом на окружающую среду с учетом риска уничтожения цивилизации существует. Возникает вопрос: каким образом предотвратить вышеописанные угрозы?

**Природоохранные нанотехнологии будущего.** Мы предлагаем считать, что возможным способом снижения экологического риска на стадии шестого технологического уклада должны стать технологии, основанные на тех же свойствах наномира, которые в течение этого уклада будут активно развиваться и применяться.

На первом месте здесь стоят *политические решения*. Например, Р.А. Фрейтас младший выделил политтехнологии, которые способны спасти мир от рассмотренных последствий, а именно [22]:

- введение международного запрета на экспериментальные исследования в сфере производства элементов искусственной небиологической жизни;

- непрерывный глобальный космический мониторинг поверхности планеты с использованием инфракрасных лучей в целях понимания баланса природной биомассы и возможных объемов искусственных «организмов»;

- создание глобальной программы научных исследований в области технологий противодействия экофагам и профессиональная подготовка специалистов в данной области.

Вторую строчку занимают собственно *технические решения*. Одним из их инициаторов стал Е. Юджовски, который предлагает еще на стадии проектирования

инновационного технического устройства, особенно с искусственным интеллектом, закладывать в программу его будущих действий *ограничительные принципы функционирования этого наноустройства*, которые будут отражать требование «Не навреди» человеку, обществу и окружающей природной среде [25].

К таким технологиям мы относим также и *технологии экологической наноинженерии*, когда произведенные с помощью таких технологий нанороботы-репликаторы, создание которых предвидел еще Э. Дрекслер, имеющие в основе своего строения как биологические наноэлементы (например, частицы ДНК [29]), так и химические элементы (например, алмазные соединения [30, 31]) будут по команде человека или машины уничтожать источники загрязнения, загрязняющие вещества и очаги заражения. Имеются на сегодняшний день целый ряд научных исследований, которые также могут быть, по нашему мнению, использованы для решения проблем экологической безопасности, например, работы в сфере применения нанотехнологий как контейнеров-носителей в медицинской диагностике и терапии в системе новой отрасли – наномедицины [32-35].

Можно говорить и о разработках наносистем повышения болезнеустойчивости растений, регулирования их развития и вегетативных характеристик в экологически безопасном сельском хозяйстве [36], также как и об исследованиях возможностей использования углеродных наносорбентов для обеззараживания загрязненных почв [37, 38]. Ученые заявляют и возможности снижения радиоактивного заражения территорий, водных, воздушных и растительных компонентов с помощью нанотехнологий [39-41].

Применение нанотехнологий для создания сорбентов с целью поглощения вредных и загрязняющих веществ из определенной среды также активно обсуждается учеными. Так, Казакова Т.А., Арабова З.М., Корсакова Н.В., Дедков Ю.М. предложили метод сорбционного концентрирования аналитов бора и родия на углеродных нанотрубках [42], а Ботин А.С. и Буравцев В.Н. (с соавторами) [43], Тимофеева А.В. (с соавторами) [44-46] изучили возможность и безопасность энтеросорбции с помощью полиграфена, а также сорбции и десорбции антибиотиков с помощью олигографена. Ревина



А.А. (с соавторами) предлагает модифицировать адсорбенты, которые широко применяются в системах обеспечения экологической безопасности, на основе активных углей наночастицами серебра и железа [47]. Кишибаев К.К., Ефремов С.А. (с соавторами) считает возможным такую модификацию с помощью реактопластов на основе сополимера фурфурола [48]. Ректор Тамбовского государственного технического университета, профессор Краснянский М.Н., директор ООО «Нанотехцентр», профессор Ткачев А.Г. и кандидат химических наук Гладышев Н.Ф. анализируют перспективы и возможные направления использования наномодифицированных активных углей как сорбентов в системах очистки и регенерации воздуха [49]. Предлагаются варианты обеззараживания воды, воздуха, лекарственных и пищевых средств, организмов, например, при использовании сорбентов на основе наночастиц графена [50, 51], путем уничтожения штаммов вируса гриппа сорбентами на основе окисленного олигографена [52-55].

Слепов Д.С. считает возможным обеспечить экологичность двигательного топлива при сохранении его высокооктановых свойств путем «химизации» топлива присадками и добавками композиций оксигенатов и ароматических аминов в системе с углеродными наноразмерными материалами [56].

### ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ АСПЕКТЫ

На основе проведенного анализа появляется возможность пересмотреть содержание экологической науки на новом, шестом, этапе ее развития, соответствующем шестому технологическому укладу в экономике.

Ранее (в первую – пятую эпохи развития) в экологической науке и педагогике исследовались и изучались, как правило, только вопросы существования и взаимодействия живых организмов друг с другом и с неживой природой, вопросы негативного воздействия человека на окружающую среду в плане ее загрязнения и вопросы негативного же влияния загрязнения окружающей среды на существование и взаимодействие живых организмов и неживой природы (например, из-за увеличения количества кислотных осадков погибает растительность, следовательно, на данной территории

В целом, все вышеперечисленные методы, по нашему мнению, могут быть применены в будущем для создания специальных нанотехнологий в системах инженерной защиты окружающей среды шестого технологического уклада. Поэтому необходимо обеспечить внесения соответствующих дидактических единиц в содержание профессиональной подготовки инженера-эколога.

На третьем месте находятся *биотехнологические мероприятия*, направленные на искусственное преформатирование организма и свойств человека с целью поднятия его конкурентоспособности по сравнению с интеллектуальными машинами. Так, английский физик С. Хокинг в 1998 году заявил, что в будущей борьбе за лидерство человеческая цивилизация может выиграть конкурентную борьбу с роботами, если обеспечит улучшение интеллектуальных и физических характеристик самого человека методами генной инженерии [57]. Тем не менее, в силу определенной «слабости» современной генной инженерии и биотехнологической науки мы считаем, что пока рано говорить о возможностях такого генетического улучшения человеческого организма. По нашему мнению, такие возможности появятся не ранее периода седьмого технологического уклада.

погибнут или уйдут в другие места животные и т.д.).

В современном же понимании в экологической науке и педагогике должны, по нашему мнению, изучаться вопросы места природных ресурсов на планете, роли их как для других природных объектов, так и для человека, особенности использования человеком природных ресурсов, вопросы нерационального расточительного использования ресурсов и направления рационализации использования ресурсов, теоретическим аспектом которых являются экологические основы природопользования.

С учетом вышеизложенного в содержании экологической педагогики на шестой стадии ее развития считаем необходимым выделить два основных раздела:

1. Раздел, в котором изучаются место нанотехнологий и наноматериалов в природе и их значение для живой и неживой



природы, их классификация, значение в хозяйственной деятельности человека, а также рассматриваются глобальные проблемы использования нанотехнологий, причины данных проблем, их основные негативные последствия для живой и неживой природы и для человека в рамках шестого технологического уклада. Задачей данного раздела является осмысление той ситуации, что применение нанотехнологий приведет к определенному негативному влиянию на другие природные объекты и на жизнь самого человека и понимание роли и возможностей человека в ухудшении состояния природных ресурсов.

2. Раздел, в котором предлагаются пути предотвращения будущего наноз экологического кризиса. Задачей данного раздела является обеспечение студентов-экологов информацией о том, как уменьшить негативное влияние нанотехнологий на живые и неживые ресурсы планеты, воздействуя по-

литическими, техническими и биотехнологическими методами в глобальном масштабе. Одним из важнейших направлений, рассматриваемых в данном разделе, должно стать изучение современных и будущих национальных и зарубежных инновационных экологических и инженерно-экологических нанотехнологий очистки воды, воздуха, сохранения почвы и переработки отходов, снижения вредных энергетических воздействий, а также новейших нанотехнологий энерго- и ресурсосбережения, что особенно актуально и в условиях современного экономического кризиса. Здесь необходимо обратить особенное внимание на систему формирования шестого технологического уклада в экономике стран планеты, так как именно этот технологический уклад определяют будущий уровень инновационности и применимости новых экологически ориентированных технологических и других решений.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, нами рассмотрены экологические и образовательные аспекты применения нанотехнологий в период шестого технологического уклада.

Анализ экологических аспектов позволил выделить факторы нанотехнологий, определяющие будущие экологические проблемы, и систематизировать указанные проблемы, а также выделить и группировать соответствующие возможные природоохранные решения ближайшего будущего.

Это позволило далее перейти к пересмотру образовательных аспектов профессиональной подготовки инженеров-экологов в период шестого технологического уклада и определить новую направленность экологической педагогики в шестом технологическом укладе, а именно направленность на изучение аспектов рационального и бережливого использования природных ресурсов с применением соответствующих инновационных экологически ориентированных нанотехно-

логий и, через «призму» такого изучения, – на понимание причин, последствий и путей предотвращения глобального кризиса ресурсов на планете в связи с появлением нового класса загрязнений, а именно нанозагрязнений. Данный процесс должен обязательно учитывать новые экономические и технологические условия, определяющие как процессы глобального техногенного влияния на окружающую среду, так и возможные технологические подходы, разрабатываемые кластерами глобальной экономики в рамках развития шестого технологического уклада.

Полученные результаты могут быть рекомендованы к применению на практике как для более углубленного анализа конкретных экологических проблем применения нанотехнологий, так и для пересмотра подходов к проектированию содержания профессиональной подготовки инженера-эколога будущего.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Попкова Н.В. Методология философского анализа техносферы // Вестник Тамбовского государственного технического университета. 2005. Т. 11. №3. С. 819–820.
2. Моторина И. Е. Позитивные и негативные аспекты становления инносферы // Исторические, философские, политические и юридические науки, культурология и искусствоведение. Вопросы теории и практики. Тамбов. 2011. №8(14): в 4-х ч. Ч. VI. С. 134–137.
3. Нанотехнологии как ключевой фактор нового технологического уклада в экономике / Под ред. академика РАН С.Ю.Глазьева и профессора В.В.Харитоновой. М.: «Тривант», 2009. 304 с.



4. Горшенин В. Шестой технологический уклад: вызовы для России // Бизнес-Ключь. 2010. N3-4 (40-41). С. 22-24.
5. Каблов Е. Шестой технологический уклад // Наука и жизнь. 2010. N4. С. 2-7.
6. Авербух В. М. Шестой технологический уклад и перспективы России (краткий обзор) // Вестник Ставропольского государственного университета. 2010. N71. С. 159-166.
7. Joy B. Why the future doesn't need us // *Wired*, 2000, vol. 8, no. 4. Available at: <http://www.wired.com/2000/04/joy-2>. (accessed 21.11.2015)
8. Шуленбург М. Наночастицы – крохотные частицы с огромным потенциалом. Возможности и риски / Ред.: VDI Технологический центр ГмБХ, д-р В. Лютер, д-р Г. Бахманн, Депт. Консалтинг по технологиям будущего; дизайн: С. Коппенс. Бонн-Берлин: Фед. мин-во обр. и науч. иссл.; Отдел «Наноматериалы; Новые вещества», 2008. 60 с.
9. Диденко М.Н., Стежка В.А. Влияние наночастиц аморфного высокодисперсного кремнезема на морфологическую структуру внутренних органов крыс // Биотехнология. 2009. Т. 2. N1. С. 80-87.
10. Clancy A.A., Gregoriou Y., Yaehe K., Cramb D.T. Measuring properties of nanoparticles in embryonic blood vessels: Towards a physicochemical basis for nanotoxicity // *Chemical Physics Letters*, 2010, vol. 488, iss. 4-6, pp. 99-111.
11. Анциферова А.А. (подготовил В. Фридман) Нанотехнологии в повседневной жизни: где таится опасность? // В мире науки. 2015. N3. С. 59-65.
12. Рахметова А.А., Богословская О.А., Овсянникова И.П., Лейпунский И.О., Байтукалов Т.А., Ольховская И.П., Алексеева Т.П., Глущенко Н.Н. Наночастицы меди – антимикробные агенты // Материалы Второго Санкт-Петербургского Международного экологического форума «Окружающая среда и здоровье человека», Санкт-Петербург, 1-4 июля 2008 г. СПб., 2008. 24 с.
13. Miura N., Shinohara Y. Cytotoxic effect and apoptosis induction by silver nanoparticles in hela cells // *Biochemical and Biophysical Research Communications*, 2009, vol. 390, iss. 3, pp. 733-737.
14. Rezazadeh-Reyhani Z. et al. Cytotoxic effect of nanosilver particles on testicular tissue: evidence for biochemical stress and Hsp70-2 protein expression // *Environmental toxicology and Pharmacology*, 2015, vol. 40, iss. 2, pp. 626-638.
15. Nanda S.S., An S.S., Yi D.K. Oxidative stress and antibacterial properties of a graphene oxide-glycine nanohybrid // *International Journal of Nanomedicine*, 2015, vol. 10, pp. 549-556.
16. Nguyen T.H.D., Lin M., Mustapha A. Toxicity of graphene oxide on intestinal bacteria and Caco-2 cells // *Journal of Food Protection*, 2015, vol. 78, iss. 5, pp. 996-1002.
17. Александров В.В. Инфокоммуникация: конвергенция технологий NBICS (NANO-BIO-INFO-COGNO-SOCIO) // Информационно-измерительные и управляющие системы. 2012. Т. 10. N5. С. 15-23.
18. Drexler K.E. *Nanosystems: molecular machinery, manufacturing, and computation*. New York: Wiley, 1992, 576 p.
19. Yudkowsky E. Cognitive biases potentially affecting judgment of global risks // In: Bostrom N., Ćirković M. (eds.) *Global Catastrophic Risks*. New York: Oxford University Press, 2008, pp. 91-119.
20. Назаретян А.П. Цивилизационные кризисы в контексте универсальной истории (Синергетика – психология – прогнозирование). М.: Мир, 2004. 368 с.
21. Drexler K.E. *Engines of creation: the coming era of nanotechnology*. New York: Anchor Press/Doubleday, 1986., vi, 263 p.
22. Freitas Jr., R.A. Some limits to global ecophagy by biovorous nanoreplicators, with public policy recommendations // *Robert A. Freitas Jr. Official Site*. Available at: <http://www.rfreitas.com/Nano/Ecophagy.htm>. (accessed 21.11.2015)
23. Moravec H. *Robot: mere machine to transcendent mind*. New York: Oxford University Press, 2000, ix, 227 p.
24. Zimmerli W. Who is to blame for data pollution? On individual moral responsibility with technology // In: *Philosophy and technology II. Information technology and computers in theory and practice*. Dordrecht etc.: D. Reidel, 1986, pp. 291-305.
25. Yudkowsky E. Artificial intelligence as a positive and negative factor in global risk // In: Bostrom N., Ćirković M. (eds.) *Global Catastrophic Risks*. New York: Oxford University Press, 2008, pp. 308-345.
26. Ulam S. Tribute to John von Neumann // *Bulletin of the American Mathematical Society*, 1958, vol. 64, no 3, part 2, pp. 1-49.
27. Vinge V. *Marooned in realtime*. New York: St. Martin's Press/Bluejay Books, 1986, 274 p.
28. Kurzweil R. *The singularity is near*. New York: Viking, 2005, 432 p.
29. Hongzhou Gu, Jie Chao, Shou-Jun Xiao, Seeman N.C. A proximity-based programmable DNA nanoscale assembly line // *Nature*, 2010, vol. 465, pp. 202-205.
30. Freitas Jr., R.A. Economic impact of the personal nanofactory // *Nanotechnology Perceptions: A Review of Ultraprecision Engineering and Nanotechnology*, 2006, no. 2, pp. 111-126.
31. Jingping Peng, Freitas Jr. R.A., Merkle R.C., Von Ehr J.R., Randall Jh.N., Skidmore G.D. Theoretical Analysis of Diamond Mechano-synthesis. Part III. Positional C<sub>2</sub> deposition on diamond C(110) surface using Si/Ge/Sn-based dimer placement tools // *J. Comput. Theor. Nanosci*, 2006, no. 3, pp. 28-41.
32. Попов В.Ю. ДНК наномеханические роботы и вычислительные устройства. Всероссийский



- конкурсный отбор обзорно-аналитических статей по приоритетному направлению «Информационно-телекоммуникационные системы». М.: ГНИИ ИТТ «Информика», 2008. 210 с.
33. Lim E.-K. et al. Nanomaterials for theranostics: recent advances and future challenges // *Chemical Reviews*, 2015, vol. 115, iss. 1, pp. 327-394.
34. Wu S.-Y., An S.S.S., Hulme J. Current applications of graphene oxide in nanomedicine // *International Journal of Nanomedicine*, 2015, vol. 10, pp. 9-24.
35. Головин Ю.И. Тераностика и углеродные наноматериалы // Материалы I Международной научно-практической конференции «Графен и родственные структуры: синтез, производство и применение», Тамбов, 11-13 ноября 2015 г. Тамбов: Изд-во ИП Чеснокова А.В., 2015. С. 43-44.
36. Воропаева Н.Л., Ткачев А.Г., Мухин В.М. и др. Наномодифицированные углеродсодержащие материалы для сельского хозяйства // Материалы I Международной научно-практической конференции «Графен и родственные структуры: синтез, производство и применение», Тамбов, 11-13 ноября 2015 г. Тамбов: Изд-во ИП Чеснокова А.В., 2015. С. 40-42.
37. Мухин В.М., Клушин В.Н. Производство и применение углеродных адсорбентов. М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2012. 305 с.
38. Мухин В.М., Спиридонов Ю.Я., Воропаева Н.Л. Углеродные адсорбенты как наноматериалы функционального назначения для детоксикации почв // Материалы I Международной научно-практической конференции «Графен и родственные структуры: синтез, производство и применение», Тамбов, 11-13 ноября 2015 г. Тамбов: Изд-во ИП Чеснокова А.В., 2015. С. 240-242.
39. Захарченко Е.А., Мясоедова Г.В., Молочникова Н.П. и др. Использование углеродных наноматериалов для выделения радионуклидов из растворов сложного состава // Материалы I Международной научно-практической конференции «Графен и родственные структуры: синтез, производство и применение», Тамбов, 11-13 ноября 2015 г. Тамбов: Изд-во ИП Чеснокова А.В., 2015. С. 47-49.
40. Мясоедова Г.В. [и др.] Сорбционное концентрирование радионуклидов углеродным наноструктурным материалом «Таунит» // *Радиохимия*. 2009. Т. 51. №2. С. 138-140.
41. Захарченко Е.А. [и др.] Сорбционное выделение U(VI), Pu(IV), Am(III) из азотнокислых растворов твердофазными экстрагентами на основе углеродных нанотрубок Таунит и полистирольных носителей // *Радиохимия*. 2014. Т. 56. №1. С. 26-29.
42. Казакова Т.А., Арапова З.М., Корсакова Н.В., Дедков Ю.М. Сорбционное концентрирование аналитов на углеродных нанотрубках (УНТ) марки «Таунит». Бор и родий // Материалы I Международной научно-практической конференции «Графен и родственные структуры: синтез, производство и применение», Тамбов, 11-13 ноября 2015 г. Тамбов: Изд-во ИП Чеснокова А.В., 2015. С. 110-112.
43. Ботин А.С., Попова Т.С., Буравцев В.Н. Процессы энтеросорбции и оценка безопасности использования полиграфена в доклинических тестах // Материалы I Международной научно-практической конференции «Графен и родственные структуры: синтез, производство и применение», Тамбов, 11-13 ноября 2015 г. Тамбов: Изд-во ИП Чеснокова А.В., 2015. С. 146-148.
44. Буравцев В.М., Николаев А.В., Катруха Г.С. и др. Условия сорбции-десорбции антибиотиков-гликопептидов на окисленном олигографене // Материалы I Международной научно-практической конференции «Графен и родственные структуры: синтез, производство и применение», Тамбов, 11-13 ноября 2015 г. Тамбов: Изд-во ИП Чеснокова А.В., 2015. С. 149-152.
45. Тимофеева А.В. [и др.] Новый ультрадисперсный углеродный сорбент. Исследование условий десорбции некоторых антибиотиков – гликопептидов // *Биотехнология*. 2011. №1. С. 53-59.
46. Timofeeva A.V. et al. Study of the sorption of glycopeptide antibiotics on an ultradisperse carbon sorbent // *Applied Biochemistry and Microbiology*, 2010, vol. 46, no. 9, pp. 1-9.
47. Ревина А.А., Воропаева Н.Л., Мухин В.М. и др. Модифицированные (нано) частицами серебра и железа адсорбенты на основе активных углей // Материалы I Международной научно-практической конференции «Графен и родственные структуры: синтез, производство и применение», Тамбов, 11-13 ноября 2015 г. Тамбов: Изд-во ИП Чеснокова А.В., 2015. С. 164-166.
48. Кишимбаев К.К., Ефремов С.А., Ничипуренко С.В. и др. Модифицированные реактопласты на основе (нано)структурированных активных углей // Материалы I Международной научно-практической конференции «Графен и родственные структуры: синтез, производство и применение», Тамбов, 11-13 ноября 2015 г. Тамбов: Изд-во ИП Чеснокова А.В., 2015. С. 196-197.
49. Краснянский М.Н., Ткачев А.Г., Гладышев Н.Ф. Перспективы использования наномодифицированных углей в системах очистки и регенерации воздуха // Материалы I Международной научно-практической конференции «Графен и родственные структуры: синтез, производство и применение», Тамбов, 11-13 ноября 2015 г. Тамбов: Изд-во ИП Чеснокова А.В., 2015. С. 233-234.
50. Гусев А.А., Захарова О.В. Антибактериальные свойства наноматериала на основе графена // Материалы I Международной научно-практической конференции «Графен и родственные структуры: синтез, производство и применение», Тамбов, 11-13 ноября 2015 г. Тамбов: Изд-во ИП Чеснокова А.В., 2015. С. 83-84.
51. Pham Vy T.H. et al. Graphene induces formation of pores that kill spherical and rod-shaped bacteria //



ACS Nano, 2015, vol. 9, iss. 8, pp. 8458-8467.

52. Буравцев В.Н., Иванова В.Т., Курочкина Я.Е. и др. Изучение взаимодействия вирусов гриппа с окисленным олигографеном // Материалы I Международной научно-практической конференции «Графен и родственные структуры: синтез, производство и применение», Тамбов, 11-13 ноября 2015 г. Тамбов: Изд-во ИП Чеснокова А.В., 2015. С. 159-163.

53. Тимофеева А.В. [и др.] Изучение адсорбционных свойств УДyCa в отношении клеток метиллинорезистентного штамма *Staphylococcus aureus* (MRSA) // Материалы Всероссийского симпозиума с международным участием «Биологически активные вещества микроорганизмов: прошлое, настоящее, будущее». М., 2011. 160 с.

54. Иванова В.Т. [и др.] Взаимодействия вирусов гриппа А и В с углеродсодержащим сорбентом // Вопросы вирусологии. 2008. Т. 53. №2. С. 40-43.

55. Полетаев А.И., Ботин А.С., Буравцев В.Н.,

Николаев А.В. Применение окисленного олигографена в качестве действующей основы для детоксикации газовых и жидких сред // Материалы I Международной научно-практической конференции «Графен и родственные структуры: синтез, производство и применение», Тамбов, 11-13 ноября 2015 г. Тамбов: Изд-во ИП Чеснокова А.В., 2015. С. 187-190.

56. Слепов Д.С. Перспективы применения углеродных наноразмерных материалов «Таунит» в качестве присадок к традиционным антидетонационным добавкам для автомобильных бензинов // Материалы I Международной научно-практической конференции «Графен и родственные структуры: синтез, производство и применение», Тамбов, 11-13 ноября 2015 г. Тамбов: Изд-во ИП Чеснокова А.В., 2015. С. 132-133.

57. Хокинг С. Наука в следующем тысячелетии // Наука и религия. 1998. №12. С. 2-5.

#### REFERENCES

1. Popkova N.V. The methodology of philosophical analysis of the technosphere. Vestnik Tambovskogo gosudarstvennogo tehnikeskogo universiteta [Bulletin of Tambov State Technical University]. 2005, vol. 11, no. 3, pp. 819–820. (In Russ.).

2. Motorina I.E. Positive and negative aspects of the formation of inosphere. Istoricheskie, filosofskie, politicheskie i juridicheskie nauki, kul'turologija i iskusstvovedenie. Voprosy teorii i praktiki [Historical, Philosophical, Political and Law Sciences, Culturology and Study of Art. The Theory and Practice]. 2011, no. 8(14), iss. VI, pp. 134–137. (In Russ.).

3. Glazyev S.Yu., Charitonov V.V. (eds.). *Nanotehnologii kak ključevoj faktor novogo tehnologičeskogo uklada v jekonomike* [Nanotechnologies as a key factor of a new technological mode in the economy]. Moscow, Trovant Publ., 2009, 304 p. (In Russ.).

4. Gorshenin V. The sixth technological wave: the challenges for Russia. Biznes-Ključ' [Business Key]. 2010, no. 3-4(40-41), pp. 22-24. (In Russ.).

5. Kablov E.E. The sixth technological wave. Nauka i zhizn' [Science and Life]. 2010, no. 4, pp. 2-7. (In Russ.).

6. Averbuh V.M. The sixth technological wave and prospects of Russia (overview). Vestnik Stavropol'skogo gosudarstvennogo universiteta [Bulletin of Stavropol State University]. 2010, no. 71, pp. 159-166. (In Russ.).

7. Joy B. Why the future doesn't need us. *Wired*, 2000, vol. 8, no. 4. Available at: <http://www.wired.com/2000/04/joy-2>. (accessed 21.11.2015).

8. Shulenberg M.; VDI Technologiezentrum GmbH, Luther W., Bachmann G., Zukünftige Technologien Consulting (ed.); Coppens S. *Nanochasticy – krohotnye chasticy s ogromnym potencialom. Vozmožnosti i riski*

[Nanoparticles – tiny particles with huge potential. Opportunities and risks]. Bonn-Berlin, Federal Ministry of Education and Research; Department «Nanomaterials; New substances», 2008, 60 p. (In Russ.).

9. Didenko M.N., Stezhka V.A. The effect of nanoparticles of amorphous fumed silica on the morphological structure of internal organs of rats. *Biotehnologija* [Biotechnology]. 2009. vol. 2, no. 1, pp. 80-87. (In Russ.).

10. Clancy A.A., Gregoriou Y., Yaehne K., Cramb D.T. Measuring properties of nanoparticles in embryonic blood vessels: Towards a physicochemical basis for nanotoxicity. *Chemical Physics Letters*, 2010, vol. 488, iss. 4–6, pp. 99-111.

11. Antsiferova A.A. (Fridman V. prep.) Nanotechnology in everyday life: is there any danger? *V mire nauki* [In the World of Science]. 2015, no. 3, pp. 59-65. (In Russ.).

12. Rahmetova A.A., Bogoslovskaya O.A., Ovsyannikova I.P., Leypunskiy I.O., Baytukalov T.A., Olhovskaya I.P., Alexeeva T.P., Glushenko N.N. Copper nanoparticles – antimicrobial agents. *Materialy Vtorogo Sankt-Peterburgskogo Mezhdunarodnogo jekologičeskogo foruma «Okružhajushhaja sreda i zdorov'e cheloveka», Sankt-Peterburg, 1-4 ijulja 2008* [The Materials of the Second Saint-Petersburg International Ecological Forum «Environment and Human Health», St. Petersburg, 1-4 July 2008]. St. Petersburg, 2008, p. 24. (In Russ.).

13. Miura N., Shinohara Y. Cytotoxic effect and apoptosis induction by silver nanoparticles in hela cells. *Biochemical and Biophysical Research Communications*, 2009, vol. 390, iss. 3, pp. 733-737.

14. Rezaadeh-Reyhani Z. et al. Cytotoxic effect of nanosilver particles on testicular tissue: evidence for biochemical stress and Hsp70-2 protein expression. *Environmental toxicology and Pharmacology*, 2015, vol.



40, iss. 2, pp. 626-638.

15. Nanda S.S., An S.S., Yi D.K. Oxidative stress and antibacterial properties of a graphene oxide-glycine nanohybrid. *International Journal of Nanomedicine*, 2015, vol. 10, pp. 549-556.

16. Nguyen T.H.D., Lin M., Mustapha A. Toxicity of graphene oxide on intestinal bacteria and Caco-2 cells. *Journal of Food Protection*, 2015, vol. 78, iss. 5, pp. 996-1002.

17. Alexandrov V.V. Infokommunikatsii: convergence of NBICS technologies (NANO-BIO-INFO-COGNO-SOCIO). Informacionno-izmeritel'nye i upravljajushhie sistemy [Information-Measuring and Control Systems]. 2012, vol. 10, no. 5, pp. 15-23. (In Russ.).

18. Drexler K.E. *Nanosystems: molecular machinery, manufacturing, and computation*. New York, Wiley, 1992, 576 p.

19. Yudkowsky E. Cognitive biases potentially affecting judgment of global risks. In: Bostrom N., Ćirković M. (eds.) *Global Catastrophic Risks*. New York, Oxford University Press, 2008, pp. 91-119.

20. Nazaretyan A.P. *Civilizacionnye krizisy v kontekste universal'noj istorii (Sinergetika – psihologija – prognozirovanie)* [Civilization crises in the context of universal history (Synergetics – psychology – forecasting)]. Moscow, Mir Publ., 2004, 368 p. (In Russ.).

21. Drexler K.E. *Engines of creation: the coming era of nanotechnology*. New York: Anchor Press/Doubleday, 1986., vi, 263 p.

22. Freitas Jr., R.A. Some limits to global ecophagy by biovoracious nanoreplicators, with public policy recommendations. *Robert A. Freitas Jr. Official Site*. Available at: <http://www.rfreitas.com/Nano/Ecophagy.htm>. (accessed 21.11.2015)

23. Moravec H. *Robot: mere machine to transcendent mind*. New York: Oxford University Press, 2000, ix, 227 p.

24. Zimmerli W. Who is to blame for data pollution? On individual moral responsibility with technology. In: *Philosophy and technology II. Information technology and computers in theory and practice*. Dordrecht etc.: D. Reidel, 1986, pp. 291-305.

25. Yudkowsky E. Artificial intelligence as a positive and negative factor in global risk. In: Bostrom N., Ćirković M. (eds.) *Global Catastrophic Risks*. New York: Oxford University Press, 2008, pp. 308-345.

26. Ulam S. Tribute to John von Neumann. *Bulletin of the American Mathematical Society*, 1958, vol. 64, no 3, part 2, pp. 1-49.

27. Vinge V. *Marooned in realtime*. New York: St. Martin's Press/Bluejay Books, 1986, 274 p.

28. Kurzweil R. *The singularity is near*. New York: Viking, 2005, 432 p.

29. Hongzhou Gu, Jie Chao, Shou-Jun Xiao, Seeman N.C. A proximity-based programmable DNA nanoscale assembly line. *Nature*, 2010, vol. 465, pp. 202-205.

30. Freitas Jr., R.A. Economic impact of the personal

nanofactory. *Nanotechnology Perceptions: A Review of Ultraprecision Engineering and Nanotechnology*, 2006, no. 2, pp. 111-126.

31. Jingping Peng, Freitas Jr. R.A., Merkle R.C., Von Ehr J.R., Randall Jh.N., Skidmore G.D. Theoretical Analysis of Diamond Mechano-synthesis. Part III. Positional C<sub>2</sub> deposition on diamond C(110) surface using Si/Ge/Sn-based dimer placement tools. *J. Comput. Theor. Nanosci*, 2006, no. 3, pp. 28-41.

32. Popov V.Yu. DNK nanomechanicheskie roboty i vychislitel'nye ustrojstva. Vserossijskij konkursnyj otbor obzorno-analiticheskikh statej po prioritennomu napravleniju «Informacionno-telekommunikacionnye sistemy» [DNK nanomechanicheskie roboty i vychislitel'nye ustrojstva. All-Russian competitive selection of survey and analytical articles on priority direction «Information-telecommunication systems»]. Moscow, Informika Publ., 2008, 210 p. (In Russ.).

33. Lim E.-K. et al. Nanomaterials for theranostics: recent advances and future challenges. *Chemical Reviews*, 2015, vol. 115, iss. 1, pp. 327-394.

34. Wu S.-Y., An S.S.S., Hulme J. Current applications of graphene oxide in nanomedicine. *International Journal of Nanomedicine*, 2015, vol. 10, pp. 9-24.

35. Golovin Yu.I. Teranostika i uglerodnye nanomaterialy [Theranostic and carbon nanomaterials]. *Materialy I Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii «Grafen i rodstvennyye struktury: sintez, proizvodstvo i primenenie»*, Tambov, 11-13 nojabrja 2015 [Proceedings of 1<sup>st</sup> International Scientific-Practical Conference «Graphene and Related Structures: Synthesis, Production and Use», Tambov, 11-13 November 2015]. Tambov, Chesnokov A.V. Publ., 2015, pp. 43-44. (In Russ.).

36. Voropayeva N.L., Tkachev A.G., Muhin V.M. et al. Nanomodified carbon materials for agriculture. *Materialy I Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii «Grafen i rodstvennyye struktury: sintez, proizvodstvo i primenenie»*, Tambov, 11-13 nojabrja 2015 [Proceedings of 1<sup>st</sup> International Scientific-Practical Conference «Graphene and Related Structures: Synthesis, Production and Use», Tambov, 11-13 November 2015]. Tambov, Chesnokov A.V. Publ., 2015, pp. 40-42. (In Russ.).

37. Muhin V.M., Klushin V.N. Proizvodstvo i primenenie uglerodnyh adsorbentov [The production and use of carbon adsorbents]. Moscow, Mendeleev Russian Chemical-Technology University Publ., 2012, 305 p. (In Russ.).

38. Muhin V.M., Spiridonov Yu.Ya, Voropayeva N.L. Carbon nanomaterials as adsorbents functional purpose for detoxification of soils. *Materialy I Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii «Grafen i rodstvennyye struktury: sintez, proizvodstvo i primenenie»*, Tambov, 11-13 nojabrja 2015 [Proceedings of 1<sup>st</sup> International Scientific-Practical Conference «Graphene and Related Structures: Synthesis, Production and Use», Tambov, 11-13 November 2015]. Tambov,



- Chesnokov A.V. Publ., 2015, pp. 240-242. (In Russ.).
39. Zaharchenko E.A., Myasoyedova G.V., Molochnikova N.P. et al. The use of carbon nanomaterials for separation of radionuclides from solutions of complex composition. *Materialy I Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii «Grafen i rodstvennyye struktury: sintez, proizvodstvo i primeneniye»*, Tambov, 11-13 nojabrja 2015 [Proceedings of 1<sup>st</sup> International Scientific-Practical Conference «Graphene and Related Structures: Synthesis, Production and Use», Tambov, 11-13 November 2015]. Tambov, Chesnokov A.V. Publ., 2015, pp. 47-49. (In Russ.).
40. Myasoyedova G.V. et al. Sorption preconcentration of radionuclides carbon nanostructured material «Taunit». *Radiohimija [Radiochemistry]*. 2009, vol. 51, no. 2. С. 138-140. (In Russ.).
41. Zaharchenko E.A. et al. The selection of the sorption of U(VI), Pu(IV) Am(III) from nitric acid solutions by solid-phase extractants on the base of carbon nanotubes Taunit and polystyrene carriers. *Radiohimija [Radiochemistry]*. 2014. vol. 56, no. 1, pp. 26-29. (In Russ.).
42. Kazakova T.A., Arabova Z.M., Korsakova N.V., Dedkov Yu.M. Sorption preconcentration of analytes on carbon nanotubes (CNT) of mark "Taunit". Boron and rhodium. *Materialy I Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii «Grafen i rodstvennyye struktury: sintez, proizvodstvo i primeneniye»*, Tambov, 11-13 nojabrja 2015 [Proceedings of 1<sup>st</sup> International Scientific-Practical Conference «Graphene and Related Structures: Synthesis, Production and Use», Tambov, 11-13 November 2015]. Tambov, Chesnokov A.V. Publ., 2015, pp. 110-112. (In Russ.).
43. Botin A.S., Popova T.S., Buravtsev V.N. The process of enterosorption and safety assessment of the use of poligraphene in preclinical tests. *Materialy I Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii «Grafen i rodstvennyye struktury: sintez, proizvodstvo i primeneniye»*, Tambov, 11-13 nojabrja 2015 [Proceedings of 1<sup>st</sup> International Scientific-Practical Conference «Graphene and Related Structures: Synthesis, Production and Use», Tambov, 11-13 November 2015]. Tambov, Chesnokov A.V. Publ., 2015, pp. 146-148. (In Russ.).
44. Buravtsev V.M., Nikolayev A.V., Katruha G.S. et al. Conditions of sorption-desorption of antibiotics-glycopeptides on the oxidized oligographene. *Materialy I Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii «Grafen i rodstvennyye struktury: sintez, proizvodstvo i primeneniye»*, Tambov, 11-13 nojabrja 2015 [Proceedings of 1<sup>st</sup> International Scientific-Practical Conference «Graphene and Related Structures: Synthesis, Production and Use», Tambov, 11-13 November 2015]. Tambov, Chesnokov A.V. Publ., 2015, pp. 149-152. (In Russ.).
45. Timofeeva A.V. et al. New ultrafine carbon sorbent. Study of the conditions of desorption of some antibiotics – glycopeptides. *Biotehnologija [Biotechnology]*. 2011, no. 1, pp. 53-59. (In Russ.).
46. Timofeeva A.V. et al. Study of the sorption of glycopeptide antibiotics on an ultradisperse carbon sorbent. *Applied Biochemistry and Microbiology*, 2010, vol. 46, no. 9, pp. 1-9. (In Russ.).
47. Revina A.A., Voropayeva N.L., Muhin V.M. et al. Modified (nano)particles of silver and iron adsorbents based on activated carbons. *Materialy I Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii «Grafen i rodstvennyye struktury: sintez, proizvodstvo i primeneniye»*, Tambov, 11-13 nojabrja 2015 [Proceedings of 1<sup>st</sup> International Scientific-Practical Conference «Graphene and Related Structures: Synthesis, Production and Use», Tambov, 11-13 November 2015]. Tambov, Chesnokov A.V. Publ., 2015, pp. 164-166. (In Russ.).
48. Kishimbayev K.K., Efremov S.A., Nichipurenko S.V. et al. Modified thermosets based (nano)structured activated carbons. *Materialy I Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii «Grafen i rodstvennyye struktury: sintez, proizvodstvo i primeneniye»*, Tambov, 11-13 nojabrja 2015 [Proceedings of 1<sup>st</sup> International Scientific-Practical Conference «Graphene and Related Structures: Synthesis, Production and Use», Tambov, 11-13 November 2015]. Tambov, Chesnokov A.V. Publ., 2015, pp. 196-197. (In Russ.).
49. Krasnyanskiy M.N., Tkachev A.G., Gladyshev N.F. Prospects for the use of nanomodified coal in the systems of purification and regeneration of air. *Materialy I Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii «Grafen i rodstvennyye struktury: sintez, proizvodstvo i primeneniye»*, Tambov, 11-13 nojabrja 2015 [Proceedings of 1<sup>st</sup> International Scientific-Practical Conference «Graphene and Related Structures: Synthesis, Production and Use», Tambov, 11-13 November 2015]. Tambov, Chesnokov A.V. Publ., 2015, pp. 233-234. (In Russ.).
50. Gusev A.A., Zaharova O.V. The antibacterial properties of the nanomaterial based on graphene. *Materialy I Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii «Grafen i rodstvennyye struktury: sintez, proizvodstvo i primeneniye»*, Tambov, 11-13 nojabrja 2015 [Proceedings of 1<sup>st</sup> International Scientific-Practical Conference «Graphene and Related Structures: Synthesis, Production and Use», Tambov, 11-13 November 2015]. Tambov, Chesnokov A.V. Publ., 2015, pp. 83-84. (In Russ.).
51. Pham Vy T.H. et al. Graphene induces formation of pores that kill spherical and rod-shaped bacteria. *ACS Nano*, 2015, vol. 9, iss. 8, pp. 8458-8467.
52. Buravtsev V.N., Ivanova V.T., Kurochkina Ya.E. et al. The study of the interaction of influenza viruses with oxidized oligographene. *Materialy I Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii «Grafen i rodstvennyye struktury: sintez, proizvodstvo i primeneniye»*, Tambov, 11-13 nojabrja 2015 [Proceedings of 1<sup>st</sup> International Scientific-Practical Conference «Graphene and Related Structures: Synthesis, Production and Use», Tambov, 11-13 November 2015]. Tambov, Chesnokov



A.V. Publ., 2015, pp. 159-163. (In Russ.).

53. Timofeeva A.V. et al. Izuchenie adsorbционных свойств UDUSa v otnoshenii kletok metillinorezistentnogo shtamma Staphylococcus aureus (MRSA) [The study of adsorption properties of UduS against cells methyltestosterone strain of Staphylococcus aureus (MRSA)]. *Materialy Vserossijskogo simpoziuma s mezhdunarodnym uchastiem «Biologicheski aktivnye veshchestva mikroorganizmov: proshloe, nastojashhee, budushhee»* [Materials of All-Russian Symposium with International Participation «Biologically Active Substances of Microorganisms: Past, Present, Future»]. Moscow, 2011, pp. 160. (In Russ.).

54. Ivanova V.T. et al. Interaction of influenza viruses A and B carbon-containing sorbent. *Voprosy virusologii* [Issues of Virology]. 2008. vol. 53, no. 2, pp. 40-43. (In Russ.).

55. Poletayev A.I., Botin A.S., Buravtsev V.N., Nikolayev A.V. The use of oxidized agraphene as a valid basis for detoxification gas and liquid environments. *Materialy I Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy*

*konferencii «Grafen i rodstvennyye struktury: sintez, proizvodstvo i primeneniye»*, Tambov, 11-13 nojabrja 2015 [Proceedings of 1<sup>st</sup> International Scientific-Practical Conference «Graphene and Related Structures: Synthesis, Production and Use», Tambov, 11-13 November 2015]. Tambov, Chesnokov A.V. Publ., 2015, pp. 187-190. (In Russ.).

56. Slepov D.S. Prospects of application of carbon nano materials «Taunit» as additives to traditional anti-knock additives for gasoline. *Materialy I Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii «Grafen i rodstvennyye struktury: sintez, proizvodstvo i primeneniye»*, Tambov, 11-13 nojabrja 2015 [Proceedings of 1<sup>st</sup> International Scientific-Practical Conference «Graphene and Related Structures: Synthesis, Production and Use», Tambov, 11-13 November 2015]. Tambov, Chesnokov A.V. Publ., 2015, pp. 132-133. (In Russ.).

57. Hawking S. Science in the next Millennium. *Nauka i religija* [Science and Religion]. 1998, no. 12, pp. 2-5. (In Russ.).

#### СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ

##### Принадлежность к организации

**Артеми́й В. Козачек** – исполнительный директор Ассоциации «Объединенный университет имени В.И. Вернадского», Почетный работник высшего профессионального образования Российской Федерации, кандидат педагогических наук, доцент, тел. +7(4752) 63-01-77, почтовый адрес: Россия, 392018 Тамбов, ул. Мичуринская, д. 80, кв. 32, e-mail: artem\_kozachek@mail.ru

##### Критерии авторства

Артеми́й В. Козачек полностью подготовил всю статью и несет ответственность за плагиат.

##### Конфликт интересов

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Поступила 23.09.2015

#### AUTHOR INFORMATION

##### Affiliations

**Artemiy V. Kozachek** – Cand. Sc. (Education), associate professor, executive director of Association United University of V.I. Vernadsky, Honored Worker of Higher Professional Education of the Russian Federation. Postal address: Russia, 392018, Tambov, Michurinskaya st., building 80, app. 32 e-mail: artem\_kozachek@mail.ru

##### Contribution

Artemiy V. Kozachek is the sole author of the article and responsible for avoiding the plagiarism.

##### Conflict of interest

The author declares no conflict of interest.

Received 23.09.2015