

НАНОТЕХНОЛОГИИ КАК ИНСТРУМЕНТ ПОВЫШЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ УСТОЙЧИВОСТИ

Аннотация. В статье описано влияние нанотехнологий на сферу защиты окружающей среды. Проведен анализ сфер применения «зеленых» нанотехнологий с выделением основных групп разработок, в том числе для мониторинга окружающей среды, решения вопросов рекультивации и борьбы с загрязнением, а также сохранения ресурсов. Проведена оценка внедрения нанотехнологических решений для улучшения экологического состояния страны.

Ключевые слова: нанотехнологии, экологическая устойчивость, наночастицы, окружающая среда, наночастицы.

На протяжении последних десятилетий мир сталкивается с серьезными глобальными проблемами, связанными с нехваткой продовольствия и энергетических ресурсов, неэффективным ведением сельского хозяйства и здравоохранения, загрязненностью окружающей среды отходами и выбросами промышленных производств и многим другим. Источником решения данных проблем может стать использование высокоэффективных и наукоемких технологий, таких как нанотехнологии.

В настоящее время сферы применения нанонауки крайне обширны, исследования по данному направлению оказывают существенное влияние на устойчивое развитие не только отдельных регионов и стран, но и планеты в целом. Нанотехнологии широко представлены в различных сферах и отраслях знания: медицине, косметологии, производстве текстильных материалов с защитными свойствами, создании полупроводников, катализаторов, ферментных носителей, производстве воздушных и водных фильтров для нужд защиты окружающей среды, хранителей энергии и др. [1, 2, 3].

Цель данной статьи – выявить и описать основные направления экологизации экономики с помощью нанотехнологий, оценить влияние нанотехнологий на улучшение экологического состояния страны.

Европейская комиссия «Нанофорум» провела оценку потенциального влияния нанотехнологий на окружающую среду. Все сферы применения «зеленых» нанотехнологий было предложено разделить на три глобальные группы [2].

1. Нанотехнологии для мониторинга окружающей среды.

Загрязнение воздуха является серьезной глобальной проблемой, которая во многих странах и регионах считается одним из важнейших компонентов экологической нагрузки и признана наиболее важной проблемой в отношении здоровья человека, поскольку могут провоцировать такие заболевания, как инсульт, рак легких и хроническая обструктивная болезнь легких [4].

Имеющиеся в настоящее время системы мониторинга загрязнения воздушной среды представляют собой большие и громоздкие, стационарные станции, расположенные в сельской местности и географически сепарированные от крупных городов, что препятствует мониторингу и раннему обнаружению локальных выбросов токсических веществ.

Несмотря на заметные достижения в сфере обнаружения загрязняющих молекул в воде и воздухе, в настоящее время человечество все еще нуждается в недорогих и транспортируемых системах для отслеживания и оценки уровня загрязнения наночастицами. Токсичность наночастиц зависит от площади поверхности, формы и химического состава. В настоящее время ни одна система мониторинга не может определять и отслеживать все эти параметры одновременно [2]. Нанотехнологии способны предложить принципиально новые пути решения данных проблем. Так одно из последних исследований описывает получение нановолокнистых материалов из полиакрилонитрила, обладающего в наноформе выдающимися фильтрационными характеристиками. Данные материалы обладают высокой гибкостью и функциональностью и подходят для производства различных продуктов на их основе: масок, воздушных фильтров и др. [4, 5] Нановолокнистые материалы позволяют удалять широкий спектр загрязняющих веществ из воздуха и водных сред, включая бактерии и опасные соединения, такие как мышьяк и ртуть, при этом использование наноматериалов в фильтрации воды не имеет негативных последствий для здоровья или окружающей среды [6].

2. Нанотехнологии для решения вопросов рекультивации и борьбы с загрязнением окружающей среды.

Фильтрационные и очищающие заводы, используемые для производства чистой питьевой воды, могут показывать невысокую эффективность, связанную с ограниченностью эффективности используемых активных веществ и материалов. В результате их гораздо большей удельной площади поверхности наночастицы значительно более активны, чем более крупные частицы того же материала [2].

С помощью нанотехнологий возможно производство принципиально новых продуктов для решения проблем очистки воды. Наиболее актуальные исследования описывают производство фильтров из углеродных нанотрубок и графена. Данные материалы обладают повышенной адсорбционной способностью и могут удалять широкий спектр загрязняющих веществ, включая тяжелые металлы, биологические токсины и патогены с высокой точностью. Кроме того, нанотехнологии способствуют синтезу нанокompозитов и инженерных наночастиц с индивидуальными свойствами, что позволяет оптимально использовать их производительность в системах очистки воды [7, 8].

3. Нанотехнологии для сохранения ресурсов.

Очистка воды необходима для предотвращения загрязнения основных водных ресурсов. Естественный процесс самоочищения, происходящий в природе, не может выдержать массивное воздействие загрязняющих веществ, часть из которых не встречается в природе в чистом виде и не может разлагаться или биodeградировать с течением времени. Степень очистки воды зависит от концентрации и типа содержащихся в ней загрязняющих веществ. Использование нанотехнологий в процессах нейтрализации сточных вод позволит удалить нерастворимые шламы, отходы химической промышленности и вредные микроорганизмы. Для очистки воды может использоваться нанофильтрация и мембранные методы. Мембранные методы разделения жидких и газовых смесей основаны на применении полупроницаемой мембраны с молекулярными размерами с избирательной проницаемостью, поскольку полупроницаемость свойственна большинству тканей микроорганизмов [9, 10].

Использование нанотехнологических решений является ключевым аспектом экологизации экономики и улучшения экологического состояния страны, поскольку тесно связано с вопросами качественного

и эффективного мониторинга окружающей среды, решения вопросов рекультивации и борьбы с загрязнением окружающей среды, а также эффективным использованием ресурсами и их сохранением. Нанотехнологии обеспечивают внедрение передовых технологических решений для проектирования безопасного производственного оборудования, систем обработки и локализации наночастиц и наноматериалов, средств индивидуальной защиты и фильтров позволят ограничить как воздействие наночастиц, так и их выброс в окружающую среду.

Библиографический список

1. Демидова М.А., Рыклин Д.Б. Технология получения наноструктурных изделий из электроформованных нетканых материалов // Вестник Витебского государственного технологического университета. 2022. № 2 (43). С. 19–32.
2. Morrison M., Rickerby D.G. Nanotechnology and the environment: A European perspective // Science and Technology of Advanced Materials. 2007. №8. Pp. 19–24.
3. Ivo I. [et. al.] Opportunities and challenges of nanotechnology in the green economy // Environmental Health. 2014. Pp. 13–78.
4. Lamptey L.O. Advancements in Air Purification Hardware and Technologies: Addressing the Impact of Air Pollution on Health and the Environment. ArtitreeX. 2024. Pp. 1–20.
5. Cao J., Huang Y., Zhang Q. Ambient Air Purification by Nanotechnologies: From Theory to Application // Catalysts. 2021. №11. Art. 1276.
6. Anwar Y. [et. al.] Application of Nanostructured Materials for the Remediation of Microbes Contaminated Water and Sustainable Water Treatment // Journal of Chemistry and Environment. 2024. Pp. 109–138.
7. Surender C., Mohan R., Kumar R. Novel modification of activated charcoal sheet with N-methylpolypyrrole and silver nanoparticles for removal of hexavalent chromium in water treatment processes // Materials Protection. 2023. Vol. 64. Pp. 503–511.
8. Gudainiyan J. [et. al.] Nanotechnology-enabled Solutions for Water Purification and Environmental Sustainability // E3S Web of Conferences. 2024. №511. Art. 01011.

- Narwal S., Dhankar R. Nanomaterials for Water Purification and Reclamation // Modern nanotechnology. 2023. Pp. 101–123.
- Borisova O.N., Doronkina I.G., Feoktistova V.M. Resource-saving nanotechnologies in waste water treatment // Nanotechnologies in construction. 2021. №13(2). Pp. 124–130.

Информация об авторе

Демидова Мария Александровна (Республика Беларусь, Витебск) – кандидат технических наук, ассистент кафедры «Маркетинг и финансы», Витебский государственный технологический университет (demidova.mariya00@gmail.com)

Demidova M.A.

NANOTECHNOLOGY AS A TOOL FOR INCREASING ENVIRONMENTAL SUSTAINABILITY

Abstract. *The article describes the impact of nanotechnology on environmental protection. An analysis of the application areas of @green nanotechnologies was conducted, highlighting the main groups of development. It includes environmental monitoring, reclamation and pollution control issues, resource saving. An assessment was made of the implementation of nanotechnological solutions to improve the environmental situation in the country.*

Keywords: *nanotechnology, ecological sustainability, nanofilters, environment, nanoparticles.*

Information about Author

Maria A. Demidova (Vitebsk, Republic of Belarus) – candidate of technical sciences, assistant of «Marketing and finance department», Vitebsk state technological university (e-mail: demidova.mariya00@gmail.com)

References

- Demidova M.A., Ryklin D.B. Tekhnologiya polucheniya nanostrukturnykh izdeliy iz elektroformovannykh netkanykh materialov // Vestnik Vitebskogo gosudarstvennogo tekhnologicheskogo universiteta. 2022. № 2 (43). Pp. 19–32.
- Morrison M., Rickerby D.G. Nanotechnology and the environment: A European perspective // Science and Technology of Advanced Materials. 2007. №8. Pp. 19–24.

3. Ivo I. [et. al.] Opportunities and challenges of nanotechnology in the green economy // Environmental Health. 2014. Pp. 13–78.
4. Lamprey L.O. Advancements in Air Purification Hardware and Technologies: Addressing the Impact of Air Pollution on Health and the Environment. ArtitreeX. 2024. Pp. 1–20.
5. Cao J., Huang Y., Zhang Q. Ambient Air Purification by Nanotechnologies: From Theory to Application // Catalysts. 2021. №11. Art. 1276.
6. Anwar Y. [et. al.] Application of Nanostructured Materials for the Remediation of Microbes Contaminated Water and Sustainable Water Treatment // Journal of Chemistry and Environment. 2024. Pp. 109–138.
7. Surender C., Mohan R., Kumar R. Novel modification of activated charcoal sheet with N-methylpolypyrrole and silver nanoparticles for removal of hexavalent chromium in water treatment processes // Materials Protection. 2023. Vol. 64. Pp. 503–511.
8. Gudainiyan J. [et. al.] Nanotechnology-enabled Solutions for Water Purification and Environmental Sustainability // E3S Web of Conferences. 2024. №511. Art. 01011.
9. Narwal S., Dhankar R. Nanomaterials for Water Purification and Reclamation // Modern nanotechnology. 2023. Pp. 101–123.
10. Borisova O.N., Doronkina I.G., Feoktistova V.M. Resource-saving nanotechnologies in waste water treatment // Nanotechnologies in construction. 2021. №13(2). Pp. 124–130.