

на большинстве рек бассейна существенно снизилась высота дождевых паводков теплого периода. Таким образом, несмотря на усиление засушливости климата и рост повторяемости маловодных периодов на реках страны, одновременно увеличиваются пики дождевых паводков и/или значения наименьших расходов воды (за исключением бассейна реки Неман).

Список литературы

1. *Данилович И. С., Пискунович Н. Г.* Экстремальные проявления в режиме увлажнения на территории Беларуси в условиях трансформации // Журнал Белорусского государственного университета. География. Геология. 2021. № 2. – С. 32-44. [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://doi.org/10.33581/2521-6740-2021-2-32-44>
2. *Волчек А. А.* Минимальный сток рек Беларуси / А. А. Волчек, О. И. Грядунова. – Брест: БрГУ, 2010. – 300 с.

References

1. *Danilovich I. S., Piskunovich N. G.* Ekstremal'nye proyavleniya v rezhime uvlazhneniya na territorii Belarusi v uslo-viyah transformacii // Zhurnal Belorusskogo gosudarstvennogo universi-teta. Geografiya. Geologiya. 2021. № 2. – S. 32-44. [Elektronnyj resurs] Rezhim dostupa: <https://doi.org/10.33581/2521-6740-2021-2-32-44>
2. *Volchek A. A.* Minimal'nyj stok rek Belarusi / A. A. Volchek, O. I. Gryadunova. – Brest: BrGU, 2010. – 300 s.

УДК 620.3

М. А. Демидова
УО «Витебский государственный
технологический университет»,
г. Витебск, Республика Беларусь

Развитие nanoиндустрии как фактор повышения конкурентоспособности национальной экономики

Аннотация. Развитие nanoиндустрии в стране является одним из ключевых факторов повышения конкурентоспособности экономики страны, поскольку охватывает самые разнообразные сферы промышленности: сельское хозяйство, пищевую промышленность, производство косметических изделий, медицину и фармакологию, здравоохра-

нение, автомобильную, нефтегазовую, химическую и машиностроительную отрасли промышленности. В данной статье рассмотрены основные аспекты развития наноиндустрии, приводятся определения данного понятия русскоязычных и иностранных авторов. Особое внимание уделено обзору проводимых в Республике Беларусь исследований сферы наноиндустрии с описанием рейтинга по степени готовности к внедрению в производство. Приведена расширенная карта заинтересованных сторон наноиндустрии, а также выявлены основные аспекты повышения конкурентоспособности национальной экономики за счёт развития нанотехнологий.

Ключевые слова: наноиндустрия, нанотехнологии, нано-продукты, конкурентоспособность экономики.

M. A. Demidova
*EI «Vitebsk state technological university»,
Vitebsk, Republic of Belarus*

Development of nanoindustry as a factor in increasing the competitiveness of the national economy

Summary. The development of the nanoindustry in the country is one of the key factors in increasing the competitiveness of the country's economy, since it covers a wide variety of industries - agriculture, food industry, production of cosmetics, medicine and pharmacology, health care, automotive industry, oil and gas industry, chemical and mechanical engineering industries. This article examines the main aspects of the development of the nanoindustry, provides definitions of this concept by Russian and foreign authors. Particular attention is paid to the review of studies conducted in the Republic of Belarus in the field of nanoindustry with a description of the rating by the degree of readiness for implementation in production. An expanded map of stakeholders of the nanoindustry is provided, and the main aspects of increasing the competitiveness of the national economy through the development of nanotechnology are identified.

Key words: nanoindustry, nanotechnology, nano-products, economic competitiveness.

В настоящее время развитие наноиндустрии является одним из приоритетных направлений развития экономики стран, и это не случайно. Высокий уровень экономического развития страны возможен при устойчивом научно-техническом прогрессе, который, в свою очередь, тесно связан с такими отраслями, как промышленность, сельское хозяйство, здравоохранение, производ-

ство продовольствия, энергетика и др. Различия в технологических возможностях лежат в основе различий в экономическом развитии регионов и стран. Правительства по всему миру тратят огромные суммы на поддержку исследований и разработок для создания технологической конкурентоспособности. Общепринятый взгляд на технологические изменения представляет собой долгосрочные технологические циклы, каждый из которых вытекает из революционно нового научного достижения.

В связи с этим актуальным является исследование развития nanoиндустрии в стране. Целью данной статьи стал анализ развития nanoиндустрии, а также выявление его основных аспектов и направлений.

В литературе встречается ряд определений nanoиндустрии. Так, согласно толковому англо-русскому словарю по нанотехнологии, nanoиндустрия – это интегрированный комплекс производственных, научных, образовательных и финансовых организаций различных форм собственности, осуществляющих целенаправленную деятельность по созданию интеллектуальной и промышленной конкурентоспособной продукции, относящейся к сфере нанотехнологий¹.

Доктор технических наук В. В. Лучинин, профессор кафедры микроэлектроники Санкт-Петербургского государственного электротехнического университета, предложил следующее определение: «nanoиндустрия – это интегрированный комплекс, включающий оборудование, материалы, программные средства, систему знаний; технологическую, метрологическую, информационную, организационно-экономическую культуру и кадровый потенциал, обеспечивающие производство наукоемкой продукции, основанной на использовании новых, нетрадиционных свойств материалов и систем при переходе к наномасштабам»².

В англоязычной литературе понятие nanoиндустрии не так широко распространено, и речь обычно идёт о «нанотехнологи-

¹ Арсланов, В. В. Толковый англо-русский словарь по нанотехнологии. М.: ИФХЭ РАН. 2009. – 261 с.

² Лучинин, В. В. Nanoиндустрия – инвестиции в человеческий капитал // Инновации. 2008. №6 (116). – С. 60–65.

ческой индустрии»¹, «нанотехнологической экономике» («нано-экономике»)² или «нанотехнологической отрасли»³.

Все исследователи сходятся во мнении о том, что развитие сферы наноиндустрии и связанных с ней отраслей знания является важнейшим фактором повышения конкурентоспособности национальной экономики и перехода её в следующий технологический уклад. В мире постоянно растущей и бесконечной потребности в ресурсах модернизация традиционных методов производства необходима для поддержания соотношения спроса и предложения.

Быстрый темп технологической революции особенно заметен в развитом мире, где нанотехнологические производства быстро захватили власть на рынках за последнее десятилетие. Это быстрое развитие нанонауки является доказательством того, что вскоре нанотехнологическое производство будет включено почти в каждую область науки и техники. В настоящее время в развитых странах достижения наноиндустрии широко представлены в различных отраслях промышленности, в основном в сельском хозяйстве, пищевой промышленности, производстве косметических изделий, медицине и фармакологии, здравоохранении, автомобильной, нефтегазовой, химической и машиностроительной промышленности⁴.

Во всём мире миллионы и миллиарды долларов и евро тратятся на развитие сферы нанотехнологии и создание наноиндустрии, состоящей из различных отраслей промышленности, ориентированных на использование инновационных разработок. Особенно большое число проводится в Китае, Америке и Европе⁵. Развивающиеся страны всё ещё отстают, поскольку они не в состоянии соответствовать промышленному прогрессу предыдущего десятилетия, что в первую очередь связано с отсутствием

¹ *Trivedi, D. et al.* Advantages of using nanobiotechnology in enhancing the economic status of the country // *Nanobiotechnology for the Livestock Industry Animal Health and Nutrition*. 2023. – P. 369–392.

² *Jeffcoat, P. et. al.* (Re)imagining purpose: A framework for sustainable nanotechnology innovation // *NanoImpact*. 2024. V. 35. Art. 100511.

³ *Mukhtar, M., Pillai, U.* Nanomanufacturing: Application of Nanotechnology in Manufacturing Industries // *Nanotechnology Law and Business*. 2015. V. 12 (1). – P. 5–18.

⁴ *Anselmo A. C., Mitragotri S.* Nanoparticles in the clinic: An update // *Bioengineering & Translational Medicine*. 2019. V. 4. Art. 10143; *Rickerby, D., Morrison, M.* Nanotechnology and the environment: A European perspective // *Science and Technology of Advanced Materials*. 2007. – P. 8–19.

⁵ *Rickerby, D., Morrison, M.* Nanotechnology and the environment: A European perspective // *Science and Technology of Advanced Materials*. 2007. – P. 8–19.

накопленных финансовых, промышленных и научно-методологических активов. Однако экспертами научных сообществ как развитых, так и развивающихся стран признаётся факт того, что именно нанотехнологии станут очередным шагом в следующем технологическом поколении¹.

Согласно результатам комплексного прогноза научно-технического прогресса (КП НТП) Республики Беларусь на 2021–2025 гг. и на период до 2040 г.² был выделен перечень перспективных технологий, товаров и услуг, среди которых часто встречаются технологии и продукты, относящиеся к сфере наноиндустрии. При этом каждой технологии, товару и услуге был выставлен рейтинг, вычисляемый по степени готовности к производству в Республике Беларусь и служащий ориентиром для определения приоритетности организации их производства или развития.

Объекты прогнозирования были разделены на три категории: пессимистическое, сбалансированное и оптимистическое развитие. Так, на основании проведённого в рамках КП НТП исследования экспертной группой был сделан вывод, что наиболее перспективными направлениями научно-технологического развития страны в рамках наноиндустрии являются:

- в лёгкой промышленности: производство материалов и изделий медицинского или косметологического назначения из нановолокнистых материалов или с нановолокнистыми покрытиями (2 категория);
- в науке: создание магнитных нанопорошков для медицинских применений (1-я категория), создание гибридных биосовместимых наноструктур для применения в медицине и фармакологии (3-я категория);
- в нефтехимической промышленности: технология производства полиэфирных и полиамидных волокон и нитей, модифицированных наночастицами различной природы (1-я категория);

¹ *Salamanca-Buentello, F. et. al.* Nanotechnology and the developing world // PLoS Medicine. 2005. V. 2. Art. 97.

² Результаты комплексного прогноза научно-технического прогресса Республики Беларусь на 2021–2025 гг. и на период до 2040 г. [Электронный ресурс] Режим доступа: chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/http://belisa.org.by/pdf/2020/%D0%A0%D0%B5%D0%B7%D1%83%D0%BB%D1%8C%D1%82%D0%B0%D1%82%D1%8B%20%D0%9A%D0%9F%20%D0%9D%D0%A2%D0%9F_%D1%81%D0%B0%D0%B9%D1%82.pdf

— в пищевой промышленности: инновационные упаковочные материалы, активно защищающие продукты питания от порчи (1-я категория).

Элементы нанотехнологичных новшеств встречаются и в таких отраслях, как производство органической сельскохозяйственной и пищевой продукции на основе отечественного сырья, создание автономного электротранспорта, производство конструкционных материалов и технологий, создание высокотехнологичного медицинского оборудования и др.¹

Растущая потребность в устойчивых и целенаправленных инновациях, в частности в сфере наноиндустрии, обусловлена наличием многочисленных заинтересованных сторон. Поскольку в настоящее время сфера наноиндустрии для многих стран является активно развивающейся, особенно актуальны проблемы, связанные с созданием, развитием и имплементацией нанотехнологичных товаров, услуг и технологий в экономику, созданием производств на их основе и формированием целостной наноиндустрии. Для того, чтобы наиболее полно раскрыть их, приведём обзор ключевых заинтересованных сторон, вовлечённых в НИОКР и коммерциализацию нанотехнологий (рисунок 1), — они включают как базовую карту заинтересованных сторон, описанную Фрименом², так и дополнительные заинтересованные стороны, которые считаются частью сети создания стоимости, характерной для нанотехнологий³.

¹ Результаты комплексного прогноза научно-технического прогресса Республики Беларусь на 2021–2025 гг. и на период до 2040 г. [Электронный ресурс] Режим доступа: chromeextension://efaidnbmnnnnibpcajpegclefindmkaj/http://belisa.org.by/pdf/2020/%D0%A0%D0%B5%D0%B7%D1%83%D0%BB%D1%8C%D1%82%D0%B0%D1%82%D1%8B%20%D0%9A%D0%9F%20%D0%9D%D0%A2%D0%9F_%D1%81%D0%B0%D0%B9%D1%82.pdf

² Freeman, R. E., Harrison, J. S., Zyglidopoulos, S. Stakeholder Theory: Concepts and Strategies. Cambridge University Press; 2018. 75 p.

³ Jeffcoat, P. et. al. (Re)imagining purpose: A framework for sustainable nanotechnology innovation // NanoImpact. 2024. V. 35. Art. 100511.



Рисунок 1 – Карта заинтересованных сторон наноиндустрии¹

Для стабильного и эффективного внедрения инновационных технологий в промышленный сектор, а также создания наноиндустрии, необходимо наладить связи между всеми заинтересованными сторонами. В качестве ключевых факторов развития наноиндустрии в стране можно выделить такие, как:

- наращивание материально-технической и научной базы университетов, лабораторий и предприятий;
- формирование наукоёмких кластеров «университет-лаборатория», «лаборатория-производство», что в перспективе способно будет повлиять на ускорение внедрения теоретических и научно доказанных новшеств в производство;
- создание системы обмена информацией и обратной связи «разработчик-производитель», «производитель-потребитель»;
- проведение активного освещения научных разработок и достижений в СМИ с целью информирования населения об особенностях нано-продуктов и технологий и формирования их благоприятного имиджа.

¹ Freeman, R. E., Harrison, J. S., Zyglidopoulos, S. Stakeholder Theory: Concepts and Strategies. Cambridge University Press; 2018. 75 p.

Не менее важным является и фактор взаимодействия с государственными органами, он может стать ключевым в развитии наноиндустрии страны путём работы по следующим направлениям:

- упрощение процедуры патентования для инновационных технологий, товаров и услуг – ускорение процедуры рассмотрения заявок на патентование нанотехнологичных продуктов и технологий, снижение уплачиваемых патентных пошлин;

- создание льготной системы налогообложения для нанотехнологичных и инновационных производств;

- государственная поддержка научных исследований в области нанотехнологий путём предоставления денежного финансирования через систему грантов и государственных программ научных исследований, проведения конкурсов научных проектов, создания общей базы наукоёмких стартапов и др.

Все эти факторы в совокупности дают синергетический эффект и способны существенно повлиять на развитие сферы наноиндустрии в стране и, как следствие, повышение уровня её конкурентоспособности на международной арене.

Список использованной литературы

1. *Арсланов, В. В.* Толковый англо-русский словарь по нанотехнологии. М.: ИФХЭ РАН. 2009. — 261 с.

2. *Лучинин, В. В.* Наноиндустрия – инвестиции в человеческий капитал // Инновации. 2008. №6 (116). — С. 60–65.

3. Результаты комплексного прогноза научно-технического прогресса Республики Беларусь на 2021–2025 гг. и на период до 2040 г. [Электронный ресурс] Режим доступа: chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/http://belisa.org.by/pdf/2020/%D0%A0%D0%B5%D0%B7%D1%83%D0%BB%D1%8C%D1%82%D0%B0%D1%82%D1%8B%20%D0%9A%D0%9F%20%D0%9D%D0%A2%D0%9F_%D1%81%D0%B0%D0%B9%D1%82.pdf

4. *Anselmo A. C., Mitragotri S.* Nanoparticles in the clinic: An update // Bioengineering & Translational Medicine. 2019. V. 4. Art. 10143.

5. *Freeman, R. E., Harrison, J. S., Zyglidopoulos, S.* Stakeholder Theory: Concepts and Strategies. Cambridge University Press; 2018. 75 p.

6. *Jeffcoat, P. et. al.* (Re)imagining purpose: A framework for sustainable nanotechnology innovation // NanoImpact. 2024. V. 35. Art. 100511.

7. Mukhtar, M., Pillai, U. Nanomanufacturing: Application of Nanotechnology in Manufacturing Industries // Nanotechnology Law and Business. 2015. V. 12 (1). P. 5–18.

8. Rickerby, D., Morrison, M. Nanotechnology and the environment: A European perspective // Science and Technology of Advanced Materials. 2007. – P. 8–19.

9. Salamanca-Buentello, F. et. al. Nanotechnology and the developing world // PLoS Medicine. 2005. V. 2. Art. 97.

10. Trivedi, D. et al. Advantages of using nanobiotechnology in enhancing the economic status of the country // Nanobiotechnology for the Livestock Industry Animal Health and Nutrition. 2023. – P. 369–392.

References

1. Arslanov, V. V. Tolkovyy anglo-russkiy slovar' po nanotekhnologiyam // M.: IFKHE RAN. 2009. — 261 s.

2. Luchinin, V. V. Nanoindustriya – investitsii v chelovecheskiy kapital // Innovatsii. 2008. №6 (116). S. 60–65.

3. Trivedi, D. et al. Advantages of using nanobiotechnology in enhancing the economic status of the country // Nanobiotechnology for the Livestock Industry Animal Health and Nutrition. 2023. – P. 369–392.

4. Jeffcoat, P. et. al. (Re) imagining purpose: A framework for sustainable nanotechnology innovation // NanoImpact. 2024. V. 35. Art. 100511.

5. Mukhtar, M., Pillai, U. Nanomanufacturing: Application of Nanotechnology in Manufacturing Industries // Nanotechnology Law and Business. 2015. V. 12 (1). P. 5–18.

6. Anselmo A. C., Mitragotri S. Nanoparticles in the clinic: An update // Bioengineering & Translational Medicine. 2019. V. 4. Art. 10143.

7. Rickerby, D., Morrison, M. Nanotechnology and the environment: A European perspective // Science and Technology of Advanced Materials. 2007. – P. 8–19.

8. Salamanca-Buentello, F. et. al. Nanotechnology and the developing world // PLoS Medicine. 2005. V. 2. Art. 97.

9. Rezul'taty kompleksnogo prognoza nauchno-tekhnicheskogo progressa Respubliki Belarus' na 2021–2025 gg. i na period do 2040 g. [Elektronnyy resurs] Rezhim dostupa: chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/http://belisa.org.by/pdf/2020/%D0%A0%D0%B5%D0%B7%D1%83%D0%BB%D1%8C%D1%82%D0%B0%D1%82%D1%8B%20%D0%9A%D0%9

10. Freeman, R. E., Harrison, J. S., Zygildopoulos, S. Stakeholder Theory: Concepts and Strategies. Cambridge University Press; 2018. 75 p.

УДК 530.1

В. Дж. Джунушалиев, Д. К. Жолдахмет
*Казахский национальный университет
имени аль-Фараби,
г. Алматы, Республика Казахстан*

Спинорная доменная стенка в пятимерном пространстве

Аннотация. Мы рассматриваем спинорную доменную стенку, вложенную в пятимерное пространство-время с недиагональной метрикой. Получены соответствующие плоскосимметричные решения для линейных и нелинейных спинорных полей с разными параметрами. Показано, что в общем случае метрические функции и спинорные поля не обладают Z_2 -симметрией относительно доменной стенки. Мы изучаем плотность углового момента доменной границы, возникающую из-за наличия спинорного поля, создающего стенку. Рассмотрены свойства пробных фермионов, расположенных на произвольной доменной стенке.

Ключевые слова: решения с толстыми доменными стенками, уравнение Дирака, пространство Минковского, уравнения Эйнштейна-Дирака.

V. Dzhunushaliev, D. Zholdakhmet
*Al-Farabi Kazakh National University,
Almaty, Kazakhstan*

Spinor domain wall in five-dimensional space

Summary. We consider a spinor domain wall embedded in a five-dimensional spacetime with a nondiagonal metric. The corresponding plane symmetric solutions for linear and nonlinear spinor fields with different parameters are obtained. It is shown that in the general case the metric functions and spinor fields do not possess Z_2 symmetry with re-