

*О.В. Иншаков, Е.И. Иншакова*

Почти десятилетний опыт «догоняющей» наноиндустриализации<sup>2</sup> российской экономики, столкнувшейся с кризисом, замедлением экономического роста и его абсолютным спадом, технологическим противодействием конкурентов, введением внешних санкций и оппортунизмом партнеров, заслуживает всестороннего научного анализа и оценки достигнутых результатов, обоснования перспектив развития отечественной наноиндустрии. В этом русле в статье приводится сравнительное ис-

© Иншаков О.В., Иншакова Е.И., 2016 г.

<sup>1</sup> Работа выполнена при финансовой поддержке Российского гуманитарного научного фонда (проект № 16-02-00591 «Государственная политика РФ в сфере наноиндустрии в условиях неблагоприятной внешней среды»).

<sup>2</sup> Наноиндустриализация – одно из основных направлений неоиндустриализации, целенаправленное формирование ресурсов и факторов производства, социально-экономических связей и отношений, адекватных применению нанотехнологий. Несомненно, «с индустриализацией связано представление о могуществе и масштабности в экономике. Таким образом, это понятие обозначает, прежде всего, крупное предприятие и свойственный ему, ориентированный на повышение эффективности способ производства товаров... крупномасштабное капиталоемкое производство» (Рих, 1996, с. 308). Это сохраняет актуальность и сегодня. Наноиндустрия – институированная надотраслевая и надсекторная форма развития национальной экономики путем масштабной организации стандартизированного массового производства товаров и услуг нового поколения с использованием нанотехнологий общего применения, распространяемых на всех уровнях и рынках глобальной экономической системы.

следование динамики объектной структуры, объемов и тенденций мирового и российского рынка нанотехнологической продукции, актуальных проблем формирования основных зарубежных и российских баз данных об интеллектуальных и конечных товарах наноиндустрии. Авторами предпринята попытка оценить противоречивое влияние внутренних и внешних факторов на развитие наноиндустрии России и сделать некоторые общие выводы о состоянии, потенциале и тенденциях развития отечественной наноиндустрии в глобальном контексте.

*Ключевые слова:* наноиндустриализация, наноиндустрия, нанотехнологии, рынок нанотехнологической продукции, санкции против РФ, политика импортозамещения.

В современных условиях обострения глобальной конкуренции динамика процессов наноиндустриализации как наиболее передового и востребованного направления стратегии развития национальных и мировой экономик приобретает новые противоречивые черты. Каковы результаты реализации стратегии наноиндустриализации в России?

В программных документах 2008 г., определивших векторы стратегического развития наноиндустрии в РФ, предполагалось, что общий объем производства ее продукции к 2015 г. должен превысить 900 млрд р., а годовой – 300 млрд р. Завершение процесса разделения мирового рынка в сфере наноиндустрии ожидалось к 2015 г., а его объем, по экспертным оценкам, должен был вырасти до 1,2–1,5 трлн долл., при объеме экспорта из РФ – 180 млрд р. и ее доле на мировом рынке в 3,0%.

Несмотря на общий спад в экономике, уже не один год АО «РОСНАНО» показывает успешный рост наноиндустрии, отмечая свое участие в строительстве 73 заводов и создании 30 тыс. рабочих мест в 32 регионах страны. Номинальный объем продаж нанотехнологической продукции РОСНАНО по итогам 2015 г. оценен в 341 млрд р., объем продаж нанопродукции независимых от РОСНАНО компаний – в 928,7 млрд р., т.е. в целом объем продаж наноиндустрии превы-

сил 1269 млрд р., а ее экспорт составил около 195 млрд р. при доле мирового рынка в 4,4% (Годовой отчет РОСНАНО, 2016).

Однако средневзвешенный курс 1 долл. США в 2008 г. составлял 24,8553 р., а в 2015 г. – уже 60,9579 р. (т.е. вырос в 2,4525 раза); накопленная инфляция за этот период достигла 202,92%. Это, очевидно, предполагает корректировку результатов наноиндустрии РФ более чем за 9 лет. Возможно, они должны быть оценены реалистичнее, особенно в физических объемах и глобальных позициях. Каковы последствия влияния кризиса, конкуренции и санкций, созданные ими импульсы и эффекты, какие уроки следует усвоить всем заинтересованным субъектам отечественной наноиндустрии?

## 1. СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ МИРОВОЙ НАНОИНДУСТРИИ И ДИНАМИКА ПОЗИЦИЙ РФ

Отчетливо проявившийся в 2014–2015 гг. и продолжившийся в 2016 г. рост мировой наноиндустрии отражается в объемах ее выпуска, рынков и продаж, поддерживается институтами развития, масштабными государственными и частными инвестициями в НИОКР, эффективным функционированием партнерств и стратегических альянсов между странами. Эта тенденция обусловлена расширением применения нанотехнологий и наноматериалов в электронной, энергетической, оборонной, медицинской, косметической, пищевой, автомобильной промышленности, а также в аграрном секторе экономик стран Северной Америки, Европы и АТР (прежде всего в Индии, Китае, Японии, Южной Корее и Сингапуре) вследствие того, что они становятся все более доступными в ценовом отношении благодаря передовым технологиям производства (Global Nanomaterials Market, 2016; Global Nanotechnology Market, 2015). По данным Lux Research, Inc. (Nanotechnology

Update, 2015) рынок наноматериалов вырос к концу 2014 г. на 35% по сравнению с 2012 г. и достиг объема в 2,12 млрд долл. Быстро растет выручка от продажи наносодержащей продукции: в 2,5 раза в период 2010–2012 гг. (с 339 млрд до 850 млрд долл.) и в 1,9 раза (до 1,6 трлн долл.) в 2014 г. (Nanotechnology Update, 2015). Еще более впечатляющий рост рынка в 2015 г. показывают данные АО «РОС-НАНО» (со ссылкой на Lux Research): рост выручки почти в 2,2 раза к 2014 г. (до 3,15 трлн долл.) (Годовой отчет РОСНАНО, 2016, с. 33).

Рост индикаторов рынка привел к переоценке перспектив его развития. Так, если прогнозируемый в начале 2015 г. совокупный среднегодовой темп роста (CAGR) мирового нанотехнологического рынка к 2020 г. должен был составить 16,5%, а объем выпуска мировой nanoиндустрии возрасти до 75,8 млрд долл., то через год показатель CAGR на период 2016–2022 гг. оценивался уже на уровне 17,5% (Global Nanotechnology Market, 2015). При этом CAGR для рынка наноматериалов прогнозируется на уровне 23,1%, а стоимостные объемы рынка, в 2015 г. достигшие почти 4,2 млрд долл., к 2020 г. составят 11,8 млрд долл. (Global Nanomaterials Market, 2016).

Более сдержанную точку зрения на перспективы мировой nanoиндустрии высказали эксперты Deloitte Touche Tohmatsu Limited, ожидающие только 15,5%-й совокупный среднегодовой темп роста мирового рынка наноматериалов в 2012–2019 гг. – с 2,0 млрд до 5,5 млрд долл. (Dickson, 2015, p. 4). Сходной позиции придерживаются исследователи Lux Research, которые считают, что мировой рынок nanoиндустрии продолжит свой рост в 2015–2020 гг. при CAGR, равном 15% (Годовой отчет РОСНАНО, 2016, с. 34).

Стремление российского правительства использовать нанотехнологии в качестве источника ускорения экономического роста и обеспечения конкурентоспособности страны в будущем обусловило сохранение позиций России среди лидеров (на четвертом месте после ЕС, США и Японии) по объему государственных расходов на развитие сфе-

ры нанотехнологий в период 2012–2014 гг. (Nanotechnology Update, 2015; Nanotechnology Update, 2013). РФ и КНР значительно опередили Японию по расходам на нанотехнологические НИОКР по паритету покупательной способности (в долл. США). Однако по объему корпоративных расходов Россия заняла лишь 25-е место (по данным 2012 г.), в то время как на расходы американских, японских и немецких компаний пришлось почти 75% суммарного показателя.

Развитие прикладных исследований в сфере nanoиндустрии отражает динамика патентной активности стран, рост числа патентов, выданных региональными (ЕРО, USPTO) и международными (РСТ и др.) системами регистрации. По числу патентов на нанотехнологии, зарегистрированных в ЕРО (табл. 1), в 2015 г. Россия (как и Румыния) находилась на 31-м месте из 36, а в USPTO – разделила с Польшей и Бразилией 26-е место из 43 (Nanotechnology Patents, 2016).

Таблица 1

Динамика числа патентов на нанотехнологии, зарегистрированных в Европейском патентном ведомстве (ЕРО) и Ведомстве США по патентам и товарным знакам (USPTO), ед.

Страна	2013 г.		2014 г.		2015 г.	
	ЕРО	USPTO	ЕРО	USPTO	ЕРО	USPTO
США	350	3615	361	4053	421	4365
Германия	243	248	206	290	229	307
Япония	134	587	141	748	131	902
Франция	145	176	140	207	152	242
Южная Корея	55	501	73	594	52	839
Швейцария	47	61	63	63	48	64
Италия	37	43	29	48	47	41
Великобритания	38	87	45	100	45	109
Нидерланды	45	115	38	117	43	156
Китай	16	270	14	343	28	393
Россия	0	4	4	11	3	8
Весь мир	1255	6354	1289	7392	1415	8588

Источники: Данные Statnano, 2016.

Поскольку включение РФ в процесс наноиндустриализации характеризовалось значительным отставанием от мировых лидеров, достигнутые ее наноиндустрией результаты пока остаются скромными. Доля товаров российской наноиндустрии, реализованных на мировом рынке высокотехнологичных товаров в 2015 г., составила только 4,4% его общего объема, хотя она существенно возросла по сравнению с 2014 г. (2,7%) и особенно с 2010 г. (0,1%). Доля наноиндустрии в обрабатывающей промышленности РФ в конце 2015 г. составила 2,6–2,7%. Тем не менее темпы роста в отраслях наноиндустрии, по утверждению А. Чубайса на IV Конгрессе предприятий наноиндустрии (2015 г.), превысили темпы роста в обрабатывающей промышленности в 2,4–2,7 раза, производительность труда – в 1,6 раза, интенсивность НИОКР – в 14,25 раза.

Отраслевую структуру мирового рынка товаров наноиндустрии характеризуют следующие данные Lux Research и АО «РОСНАНО» (Годовой отчет РОСНАНО, 2016, с. 33): в 2015 г. 63,7% выручки от реализации продукции наноиндустрии в мире приходилось на промышленные продукты и материалы (конструкционные материалы, продукты питания, легкой, автомобильной, авиастроительной и аэрокосмической промышленности); 24,5% – на электронику и телекоммуникации; 9,0% – здравоохранение; 2,8% – энергетику.

Представление о текущем состоянии рынка товаров российской наноиндустрии дают анализ ее структуры по видам экономической деятельности и категориям продукции, а также изучение динамики стоимостных объемов ее продаж и экспорта, отраженных в табл. 2 и 3, на рис. 1 и 2.

Основной объем продукции наноиндустрии, как следует из приведенных данных, производится в обрабатывающей промышленности – почти 94% в 2015 г., и на производство кокса и нефтепродуктов, химическое и металлургическое производство приходится более 84%. При этом доля производства кокса и нефтепродуктов снизилась по сравнению с

2014 г. на 6,1%, а доли химического и металлургического производства возросли – на 1,0 и на 4,0% соответственно. Основными производителями такой продукции являются независимые компании (непортфельные компании АО «РОСНАНО»), хотя их доля в выпуске продукции наноиндустрии снизилась с 2011 по 2015 г. на 20 п.п. (с 92,7 до 72,7%).

В разрезе категорий продукции наибольший удельный вес приходится на продукцию группы В (услуги, при оказании которых используются нанотехнологии и (или) нанокomпоненты).

Заметное отставание фактических значений продаж товаров наноиндустрии от запланированных в период с 2010 по 2012 г., а затем преодоление этой негативной тенденции и достижение устойчивого роста продаж

Таблица 2  
Структура выпуска продукции российской наноиндустрии по видам экономической деятельности, %

Отрасли	Годы		
	2013	2014	2015
Всего	100,0	100,0	100,0
В том числе:			
добыча полезных ископаемых	...	...	...
обрабатывающие производства	93,3	94,0	93,7
строительство	0,2	0,2	0,3
оптовая и розничная торговля, ремонт автотранспортных средств, мотоциклов, бытовых изделий и предметов личного пользования	0,6	2,4	2,5
научные исследования и разработки	3,7	2,0	2,1
образование	0,7	0,8	0,7
здравоохранение и предоставление социальных услуг	0,2	0,1	0,1
прочие	...	...	...

*Примечание.* В соответствии с Законом о статистике фактические данные о совокупности, состоящей из менее чем трех единиц, не раскрываются. В этих случаях в таблице проставлен знак «...».

Источники: данные АО «РОСНАНО» за соответствующие годы.

Таблица 3

Структура выпуска российской наноиндустрии по категориям продукции, %

Продукция наноиндустрии	2013 г.		2014 г.		2015 г.	
	Всего	Доля портфельных компаний РОСНАНО	Всего	Доля портфельных компаний РОСНАНО	Всего	Доля портфельных компаний РОСНАНО
Всего	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
В том числе:						
первичная нанотехнологическая продукция (категория А)	5,2	8,7	18,1	25,0	17,9	23,8
наносодержащая продукция (категория Б)	25,3	36,1	20,5	31,3	18,7	28,1
услуги (товары, не содержащие нанокomпонентов), при оказании (производстве) которых используются нанотехнологии и (или) нанокomпоненты (категория В)	69,1	54,3	61,2	43,5	63,1	47,9
специальное оборудование для нанотехнологий (категория Г)	0,4	0,9	0,3	0,2	0,2	0,2

Источники: данные АО «РОСНАНО».

в последующий период отражены на рис. 1. В то же время стоимостные объемы экспорта товаров наноиндустрии опережали плановые показатели в течение 2010–2015 гг. (рис. 2), хотя их динамика была нестабильной, что подтверждают цепные темпы роста этого показателя (1,46; 0,99; 1,41; 2,18; 0,95).

Таким образом, динамика развития наноиндустрии РФ в рассматриваемый период была в целом положительной, хотя и нестабильной, особенно в условиях санкций. Рост

продаж и экспорта товаров российской наноиндустрии вписывается в общую тенденцию масштабного роста мирового нанотехнологического рынка, описанного выше. Однако представленные стоимостные данные отчетов не дают представления о физической структуре продаж и экспорта, что реально определяет позиции и перспективы российской наноиндустрии на глобальных рынках.

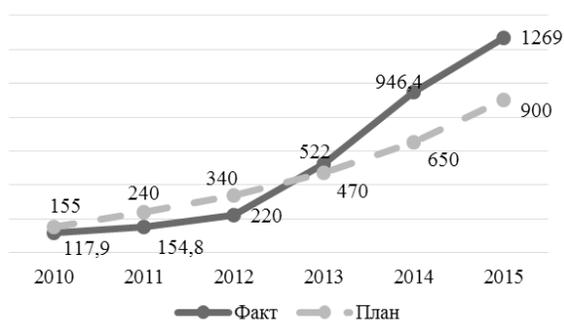


Рис. 1. Динамика объемов продаж товаров российской наноиндустрии, млрд р.

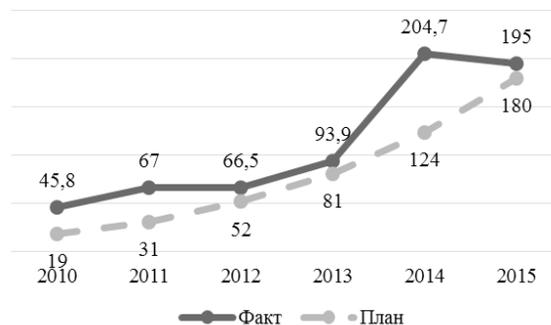


Рис. 2. Динамика объемов экспорта товаров наноиндустрии России, млрд р.

Источники: данные АО «РОСНАНО».

## 2. ФОРМИРОВАНИЕ БАЗ ДАННЫХ О ПРОДУКЦИИ НАНОИНДУСТРИИ ЗА РУБЕЖОМ И В РОССИИ

Полезным источником информации о развитии наноиндустрии, товарной структуре мирового и национальных рынков конечной и промежуточной продукции наноиндустрии, ее производителях и поставщиках становятся уже функционирующие и недавно созданные специализированные базы данных (реестры). Их значение для характеристики современного состояния наноиндустрии возрастает по мере быстрого увеличения числа произведенных в этой сфере продуктов, определяемых производителями как «основывающихся в некотором роде на нанотехнологии» (Rejeski, 2009) или «содержащих, по утверждению производителей, наноматериалы или основанные на нанотехнологии» (Hansen et al., 2016, p.169).

Базами данных о потребительских товарах наноиндустрии, наиболее часто используемыми исследователями, производителями, потребителями и считающимися наиболее разработанными, являются следующие (рис. 3):

- реестр потребительских нанотехнологических товаров (nanotechnology Consumer products inventory, CPI), сформированный в 2006 г. в рамках реализации Проекта по новым нанотехнологиям (PEN) и обновленный позднее группой ученых из Технического института Виргинии и Международного центра В. Вильсона (Vance et al., 2015; Rejeski, 2009). В настоящее время в CPI включено 1827 продуктов, произведенных в 32 странах 622 компаниями;

- реестр Nanodatabase, созданный в 2012 г. Датским советом потребителей, Датским экологическим советом и факультетом экологического проектирования Датского технического университета; в него включено 2329 продуктов, производимых 626 компаниями в 55 странах, включая Россию, которые структурированы по категориям, применен-

ным наноматериалам, месту нахождения наноэлементов, стране происхождения, производителям и др.

Некоторые другие, менее известные производителям и потребителям реестры охарактеризованы в работах (Wijnhoven et al., 2010; Hansen et al., 2016).

Следует отметить также создание совершенно новых баз данных, например базы данных о нанотехнологической продукции (Nanotechnology Products Database, NPD), которая была основана в январе 2016 г. при поддержке Совета нанотехнологической инициативы Ирана (INIC). Однако принципы формирования этой базы данных требуют тщательного критического изучения, поскольку число включенных в нее продуктов стремительно растет (3597 наименований, произведенных 562 компаниями из 44 стран мира, к маю 2016 г.; 5113 товаров 653 компаний из 45 стран в августе текущего года и уже 5668 товаров от 769 компаний из 47 стран в сентябре).

Помимо этого функционируют базы данных, включающие только известные наноматериалы (используемые в качестве промежуточных товаров, а не конечных для потребления) и их поставщиков по всему миру.

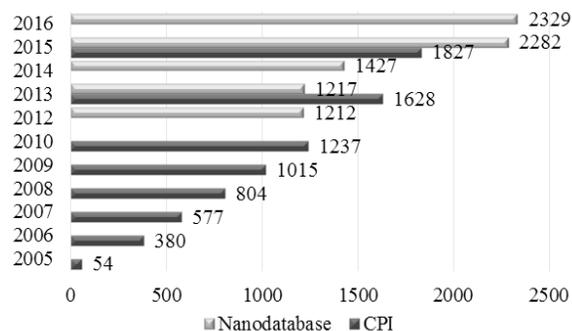


Рис. 3. Потребительские товары, заявленные в CPI и Nanodatabase в качестве продукции наноиндустрии, ед.

Примечание. Обновленные данные CPI за 2016 г. на веб-сайте проекта не представлены.

Источники: данные Consumer Products Inventory и Nanodatabase.

По информации датского Агентства по охране окружающей среды, среди наиболее часто используемых наноматериалов – углеродные нанотрубки, элементарное железо, наноразмерное серебро и золото, диоксид титана, диоксид кремния, оксид церия, наноглины (Nano-enabled environmental products, 2015). Практический интерес к наноматериалам обусловлен их коммерческим потенциалом, благодаря уникальным полезным свойствам и более высокой эффективности создающим преимущества выгодного промышленного применения нанотехнологий.

База данных The Nanowerk Nanomaterial Database, созданная в 2005 г., включает около 2500 наноматериалов, предлагаемых более чем 130 поставщиками. База данных и информационные материалы в сфере нанотехнологий доступны в режиме online на официальном сайте британской Ассоциации нанотехнологических отраслей промышленности (Nanotechnology Industries Association, NIA). Обязательная регистрация наноматериалов с 2013 г. требуется во Франции. В сентябре 2015 г. Федеральной государственной службой Бельгии по вопросам здравоохранения, продовольственной безопасности и охраны окружающей среды было объявлено о создании нового интернет-портала для регистрации наноматериалов, выводимых компаниями на рынок. С 2018 г. в Швеции начнет функционировать нанореестр, аналогичный национальным реестрам Дании, Бельгии, Франции и Норвегии. Необходимо отметить, что формирование национальных реестров в отдельных европейских странах вызвано отсутствием такого единого реестра для стран ЕС.

Существенной проблемой представленных баз данных о потребительских продуктах nanoиндустрии является отсутствие информации, подтверждающей наличие наноматериалов в большинстве из них, – около 70% в CPI (Vance et al., 2015) и почти 60% – в Nanodatabase (Hansen et al., 2016). Создатели реестра Nanodatabase, например, призывают потребителей участвовать в его расширении

и совершенствовании путем отправки заполненной формы, содержащей подкрепленное фотографией сообщение о наличии продукта, позиционируемого как нанопродукт или содержащего наноматериалы, его производителе и месте приобретения. После получения такого сообщения сотрудники Nanodatabase обращаются к специалистам факультета экологического проектирования Датского технического университета, которые должны проверить это продукт и дать разрешение на опубликование информации о нем в базе. Такая упрощенная процедура становится причиной попадания в реестры товаров, которые не соответствуют строгим критериям наносодержащей продукции или продукции, произведенной с применением нанотехнологии. Поэтому потребителям необходимо учитывать возможность переоценки достоверности информации, представленной в них.

Наличие такой неопределенности увеличивает риски выведения нанотехнологической продукции на рынок и затрудняет осуществление политики обеспечения ее безопасного и ответственного использования (Savolainen et al., 2013), негативно влияя на развитие nanoиндустрии в целом.

Более развернутую характеристику российского рынка товаров nanoиндустрии и его участников можно составить, обратившись к специализированным электронным реестрам, созданным в рамках проекта Startbase – «система поддержки и продвижения инноваций» Фонда инфраструктурных и образовательных программ (ФИОП). Система Startbase, по замыслу ее создателей, направлена на активизацию и повышение результативности инновационного процесса, объединение в едином информационном и коммерческом пространстве участников инновационной деятельности.

Реестрами, представляющими особый интерес в контексте данного исследования, стали следующие:

- федеральный Реестр инновационных продуктов, технологий и услуг, рекомендованных к применению в Российской Федерации, включающий 278 уже зарегистрированных

инновационных продуктов (и еще 36, находящихся на рассмотрении), произведенных 158 организациями. Функционирование этого реестра поддерживается государственными и негосударственными институтами развития (АО «РОСНАНО», ГК «Внешэкономбанк», ФИОП, ОАО «РВК» и др.);

• Реестр нанотехнологической продукции, как существенная часть (около 30%) предыдущего, в который включены 80 уже зарегистрированных продуктов и 91 находится на рассмотрении (а также значительное количество пока не верифицированных), выпускаемых как портфельными компаниями РОСНАНО, так и независимыми производителями. Держателем реестра является АО «РОСНАНО». Нанопродукция по основным категориям представлена в нем следующим образом, %: наноматериалы – 19; энергоэффективность и энергосбережение – 12; покрытия – 13; химическое производство – 11; строительство – 7; оптика – 6; электроника – 4; другие – 28 (медицина, фармацевтика, биотехнологии, транспорт, добыча природных ресурсов, авиация и космонавтика, безопасность, ядерные технологии и др.).

Производители такой продукции в свою очередь отражены в поддерживаемом ФИОП Реестре хозяйствующих субъектов, осуществляющих производственную деятельность в сфере наноиндустрии, производителей нанотехнологической продукции (в настоящее время – 1231).

Обязательными условиями включения продуктов наноиндустрии в реестр являются: наличие продаж (производственное применение технологий, предоставление услуг) на рынке, процедуры публичного обсуждения и специальной экспертизы, удостоверяющей безопасность этих продуктов, их происхождение и обладание особыми свойствами. В этом заключается качественное отличие российского реестра нанопродукции системы Statrtbase от CPI или Nanodatabase.

Проведение такой экспертизы может быть существенно ускорено на основе использования потенциала функционирующей с

2011 г. системы добровольной сертификации продукции наноиндустрии «Наносертифика», созданной под эгидой АО «РОСНАНО» и ФИОП и зарегистрированной Росстандартом. К концу первого полугодия 2016 г. «Наносертифика» выдала 211 сертификатов соответствия (см. рис. 4) на продукцию наноиндустрии категорий А, Б и Г, подтверждая ее функциональные и преимущественные характеристики; а также на системы менеджмента предприятий, которые производят, обслуживают и (или) применяют продукцию наноиндустрии, подтверждая их соответствие требованиям ISO и способность организации обеспечивать качество выпускаемой продукции. В 2016 г. наблюдается замедление темпов сертификационной активности в рассматриваемой системе по сравнению с предыдущими годами.

На основе прохождения процедур системы «Наносертифика» 45 российских предприятий и 73 вида продукции на начало 2016 г. получили право использовать знак «Российская нанотехнологическая продукция» (в 2014 г. – 24 и 37 соответственно), который гарантирует российское происхождение, инновационный характер, высокое качество и безопасность выпускаемой продукции.

Создание в России эффективно действующей системы регулирования продвижения и обращения на рынке качественных и

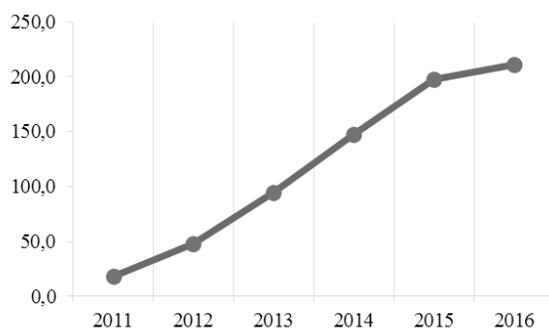


Рис. 4. Динамика выдачи сертификатов соответствия системы «Наносертифика», ед.

Источники: данные АНО «Наносертифика».

безопасных товаров наноиндустрии тормозят следующие факторы: отсутствие утвержденной национальной стратегии стандартизации и сертификации продукции наноиндустрии, единого механизма регулирования этих процессов; недостаточный уровень заинтересованности производителей в добровольном прохождении процедуры сертификации, что подтверждает сравнение количества предприятий, зарегистрированных в Реестре производителей нанопродукции (1231), с выданными системой «Наносертифика» сертификатов соответствия (211); сохраняющийся низкий уровень спроса на наноматериалы со стороны предпринимательских структур.

Аналогичная ситуация складывается и на рынках товаров наноиндустрии европейских стран. Так, неудачей завершился первый этап официальной регистрации производителями и импортерами продукции, содержащей наноматериалы, в датском реестре The Danish Nanoproduct Register. К отчетной дате в конце 2015 г. только восемь компаний представили необходимую информацию для включения в реестр. Пассивность, скептицизм и даже оппортунизм производителей в наноиндустрии стали причинами озвученного Европейской Комиссией в апреле 2016 г. решения не создавать обязательного в масштабах ЕС нанореестра.

Несомненно, действие некоторых негативных факторов не специфично только для отечественной наноиндустрии и внутреннему рынку нанотехнологических товаров.

### 3. ПРОБЛЕМЫ РАЗВИТИЯ РОССИЙСКОЙ НАНОИНДУСТРИИ

Противоречивое воздействие на развитие отечественной наноиндустрии оказало введение частью глобальных конкурентов внешних экономических и политических санкций против РФ. По данным Росстата, ВВП России по итогам 2015 г. сократился на

3,7% к предыдущему году. По оценке Минэкономразвития, в декабре снижение составило 3,5% в годовой оценке (Об итогах..., 2016, с. 3, 140). Европейская Комиссия оценила общее негативное влияние санкций и российских контрсанкций на экономику ЕС в 0,3% ВВП в 2014 г. и 0,4% в 2015 г. (40,0 млрд и 50,0 млрд евро соответственно) (Szczerpański, 2015).

Однако проблемы торможения в развитии наноиндустрии России в 2007–2016 гг. следует разделить на семь групп: исходное отставание, системные диспропорции капитала, долговременный дефицит частных инвестиций, последствия глобального кризиса, институциональная неопределенность и недостаточная эффективность управления, ментальная инерция и слабый маркетинг, негативное влияние глобальной конкуренции.

Действительно, в долгосрочном периоде в РФ сохраняются существенный дефицит, диспропорции и асинхронность развития человеческого, технического, институционального и организационного капитала, необходимого для наноиндустрии в фазе активного формирования нового технологического уклада (Механизмы реализации стратегии..., 2009). Анализ развития наноиндустрии в РФ и за рубежом показал, что формирование ее трансакционных факторов закономерно отстает от трансформационных. Это адекватно динамике протекания инновационных волн в эволюции глобальных технологических укладов (Hirooka, 2003). Становление наноиндустрии как нового способа организации массового стандартизированного производства не могло быть успешным при инвестициях только в трансформационные факторы. Наблюдавшееся в период 2007–2013 гг. значительное отставание развития социально-экономических отношений в сфере наноиндустрии в РФ, недостаточное внимание к ним со стороны государства в рамках его стратегических интересов затормозили процесс наноиндустриализации (Иншаков, Фесюн, 2010). При большой доле непроизводственных организаций в национальной нанотехнологической сети

уровень их коммерциализации и инновационности низок. Кризисный и посткризисный дефицит оборотных средств и высокие ставки по кредитам сдерживали кругооборот капитала в различных сегментах наноиндустрии. Промахи в обеспечении паритета интересов и ответственности в отношении транзакций с участием ненадежных зарубежных партнеров привели к негативным эффектам сдерживания развития российской наноиндустрии, сужению ее технологической базы.

Наиболее существенное негативное проявление действия санкций на экономику РФ исследователи (Широв и др., 2015) обнаруживают в следующих направлениях: финансовый сектор (ограничения финансирования российских компаний и банковских структур на рынке стран ЕС), энергетика (технологические ограничения в энергетическом секторе), кооперационные связи (потери от прекращения кооперационных связей с партнерами из ЕС), торговля высокотехнологичной продукцией (различного рода технологические эмбарго).

Санкции создали финансовые барьеры для выходящих на европейские и американские финансовые рынки российских компаний, несмотря на их растущие потребности во внешнем финансировании. Поэтому 2014 г. оценивался как крайне непростой для российского бизнеса, включая нанотехнологические компании. Именно тогда началось осуществление трансформации инвестиционной стратегии российской наноиндустрии (Inshakov, Inshakova, 2016) с акцентом на изменение пропорций и источников инвестированного капитала: от прежнего механизма (80% – российские инвесторы и 20% – зарубежные, с использованием преимущественно бюджетных средств) к новому (50% – иностранные инвесторы и 50% – другие, с увеличением доли создаваемых при участии РОСНАНО нанотехнологических фондов прямых инвестиций или венчурных фондов, создаваемых ОАО «РВК» и другими институтами развития).

Реализация новой инвестиционной стратегии неизбежно вызвала пересмотр пар-

тнерских отношений российских субъектов наноиндустрии в этой области. Так, произошла переориентация РОСНАНО на сотрудничество с другими зарубежными (из Китая и стран Юго-Восточной Азии), а также отечественными (СМП Банк, группа РусГидро, Фонд развития Дальнего Востока) партнерами, вызванная отказом ЕБРР от участия в деятельности совместного инвестиционного фонда в результате введения санкций.

Далее, технологические барьеры (ограничения на товары и технологии для энергетического сектора и связанные с ними услуги) препятствуют развитию и применению нанотехнологий в этой сфере непосредственно, замедляя реализацию совместных проектов по разведке и добыче нефти в глубоких водах, а также в офшорной зоне к северу от Полярного круга. Это вызывает ослабление конкурентных позиций России в энергетическом секторе, а также обострение глобальной проблемы истощения разведанных энергетических ресурсов. Аналогичное воздействие на глобальные энергетические перспективы может оказать встречный отказ в доступе странам – инициаторам санкций к новейшим российским нанотехнологическим НИОКР и последующему производству хладостойких материалов для освоения арктического шельфа или создаваемым системам энергообеспечения для бортового оборудования новых беспилотных подводных аппаратов, таких как морские роботы, способные работать в воде на глубине до 5–6 км.

Технологические барьеры, которые ограничивают поставку необходимого оборудования для различных отраслей экономики РФ, сильно зависящих от европейского импорта (химической, фармацевтической промышленности и машиностроения в частности), вызывают наибольшую обеспокоенность российских экономистов (Широв и др., 2015).

Эти проблемы вызвали необходимость проведения политики импортозамещения для удовлетворения технологических потребностей российских производителей продукции наноиндустрии и обеспечения их конкурен-

тоспособности на мировом рынке в будущем. Правительство РФ приступило к реализации мер по стимулированию импортозамещения в инновационном контексте, включая разработку предложений по совершенствованию квотирования закупок российских инновационных продуктов государственными организациями и компаниями, поддержку отечественных разработчиков высоких технологий, проведение новых конкурсов в рамках существующих федеральных и региональных программ (увеличение на 25%).

Безусловно, политика тотального импортозамещения имеет объективные ограничения применительно к тем видам экономической деятельности, которые значительно отстают от зарубежных в проведении нанотехнологических НИОКР и внедрении их результатов в производство. Эта политика становится фактором значимого замедления развития отраслей nanoиндустрии, не имеющих достаточных заделов и сильно зависящих от технологического импорта. Действительно, как отмечал классик инновационной теории экономического развития Й. Шумпетер, «хотя экономическая цель и господствует над техническими методами в их практическом применении, тем не менее свой резон есть и в выяснении внутренней логики данных методов без учета данных ограничений» (Шумпетер, 1982, с. 70). Существенное отставание nanoиндустрии РФ в обеспечении кадрами, оборудованием и приборной базой наиболее болезненно проявилось в условиях санкций со стороны глобальных конкурентов, а его преодоление целесообразно рассматривать как срочный стратегический приоритет.

Однако политика импортозамещения успешна для тех видов деятельности в российской nanoиндустрии, где производство аналогов или альтернативных товаров с аналогичными характеристиками уже возможно в современных условиях или будет возможно в краткосрочной перспективе. Позитивным примером может служить портфельная компания РОСНАНО АО «Метаклэй» – производитель наносиликатов и полимерных наноком-

позиционных материалов нового поколения, которая увеличила свою долю на российском рынке инновационных антикоррозионных покрытий для стальных труб большого диаметра с 20 (2014 г.) до 50% (2015 г.) и активно участвует в реализации Восточной газовой программы (включая строящийся газопровод «Сила Сибири»).

В контексте осуществления политики импортозамещения также предусмотрено предоставление государственных субсидий российским производителям электроники, телекоммуникационного оборудования и компьютерной техники в рамках государственной программы «Развитие электронной и радиоэлектронной промышленности на 2013–2025 годы». Реализация указанных мер должна способствовать увеличению к 2025 г. доли российской радиоэлектронной продукции на внутреннем рынке с нынешних 18 до 60%.

Положительным результатом санкций стал значительный импульс успешному развитию самых передовых нанотехнологических областей (фотоники, спинтроники). Так, компания Aquantia (одним из инвесторов которой является АО «РОСНАНО»), специализирующаяся на разработке полупроводников и технологий для хранения данных и высокоскоростных систем связи, стала в 2015 г. самым быстроразвивающимся производителем полупроводников в ежегодном рейтинге Technology Fast 500™, составленном Deloitte Development LLC.

Даже в условиях санкций имеется значительный и неиспользованный потенциал роста для производителей нанотехнологических товаров, являющихся резидентами особых экономических зон (ОЭЗ) и создаваемых в РФ территориях опережающего развития (ТОР), инновационных территориальных кластеров (ИТК), технопарков и технополисов. Так, стоимость оборудования и товаров, ввезенных инвесторами на территорию ОЭЗ «Дубна» за 11 месяцев 2015 г., достигла 105,6 млн долл. В планы компаний – резидентов ОЭЗ на 2016 г. включено развитие производства медицинских приборов, микроэлектромехани-

ческих систем и программного обеспечения для их работы с общим объемом инвестиций в проекты более 2,2 млрд р. В качестве примера можно привести и запуск производства на территории технополиса «Москва» в декабре 2015 г. ведущим разработчиком и производителем фотонных интегральных схем для телекоммуникационного оборудования NeoPhotonics Corporation, портфельной компанией РОСНАНО.

Можно привести и другие примеры, но фрагментарные сведения не могут стать основой системных научных обобщений, целостно отражающих процессы и результаты наноиндустриализации и наноиндустрии на разных уровнях национальной и глобальной экономики. Кроме того, явное отставание исследований социально-экономических аспектов становления нового типа индустрии от технологических становится тормозом ее развития.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Осмысление современной ситуации в российской и мировой наноиндустрии позволяет сделать следующие выводы.

1. Проведение детального анализа и объективная интерпретация результатов развития отечественной наноиндустрии и рынка ее товаров в современном глобальном контексте существенно осложняются недостаточной релевантностью статистической информации, отчасти неразработанной, отчасти искаженной, иногда скрытой и всегда трудно доступной, что хотя и соответствует трудностям становления наноиндустрии, но уже затянулось. Тем не менее о положительной в целом, но нестабильной (особенно в условиях санкций) динамике развития наноиндустрии РФ, обеспечиваемого преимущественно на основе масштабного финансирования государством, свидетельствует фактическое превышение плановых значений показателей стоимостных объемов продаж и экспорта товаров рос-

сийской наноиндустрии в 2013–2015 гг. Эта тенденция вписывается в общую тенденцию масштабного роста мирового нанотехнологического рынка, который происходит менее стабильно, чем прогнозировалось. Однако для России характерно большее замедление темпов развития нового технологического уклада, основанного на NBIC-конвергенции, что чревато хроническим долгосрочным отставанием от его лидеров.

2. Размеры отечественного рынка товаров наноиндустрии значительно уступают рынкам развитых стран-лидеров, при этом тренд роста и доля конечных потребительских товаров на нем явно недостаточны. Этот вывод подтверждают: отраслевой анализ продукции российской наноиндустрии, в которой доминируют кокс, нефтепродукты, продукция химического и металлургического производства, в то же время для мирового рынка нанотехнологической продукции характерна другая тенденция – преобладание конструкционных материалов, продуктов питания, продукции легкой, автомобильной, авиационно-космической промышленности, электронной и телекоммуникационной отраслей, а также сравнительный анализ продуктов, представленных в наиболее развитых иностранных и российском реестрах продукции наноиндустрии с открытым доступом.

Положительным фактором следует считать сохраняющееся доминирование независимых (не являющихся портфельными компаниями РОСНАНО) частных компаний в обеспечении выпуска нанотехнологической продукции. Однако инвестиционная активность российского бизнеса в сфере наноиндустрии, особенно инвестиции в НИОКР, недостаточно высоки. Это наряду с низким уровнем развития прикладных исследований в этой сфере также не соответствует общемировой тенденции.

3. Сдерживающее влияние на наноиндустрию РФ в кратко- и среднесрочной перспективе оказывают внутренняя когнитивная и институциональная неопределенность, дефицит и диспропорции привлеченного капи-

тала, недостаточное разнообразие каналов инвестиций и базы оборудования для новых технологий, а также барьеры, возникшие вследствие кризиса и введения санкций, породившие оппортунизм внешних партнеров, сокращение инвестиций и кредитов из стран ЕС для компаний РФ и банковских структур, замораживание или отказ от проектов нано-профиля, особенно в энергетическом секторе и машиностроении.

В среднесрочном периоде в РФ будут медленно, последовательно снижаться дефицит и преодолеваются диспропорции и асинхронность развития человеческого, технического, институционального и организационного капитала, необходимого для укрепления и ускорения наноиндустриализации, что подтверждает тенденция консолидации интересов и действий компаний наноиндустрии в преодолении возникших проблем.

4. Среди проблем формирующейся отечественной разрешительной системы для входа и безопасного обращения продукции наноиндустрии на рынке следует выделить отсутствие утвержденной национальной стратегии стандартизации и механизма обязательной сертификации продукции наноиндустрии, определяющих низкую активность производителей в области добровольной сертификации нанопродукции и недостаточный уровень спроса на нее со стороны корпоративных и индивидуальных потребителей.

Это актуализирует введение процедуры лицензирования по принципу «одного окна» в этой сфере для снижения транзакционных издержек по ее прохождению российскими производителями в целях обеспечения безопасности производства и потребления продукции наноиндустрии, устранения или минимизации негативных последствий использования наноматериалов и конечных товаров наноиндустрии на человека и окружающую среду.

5. Опыт развитых стран подтверждает, что наноматериалы и нанотехнологии как технологии общего применения имеют широкий спектр использования и могут оказать существенное влияние на прогресс всех факторов

производства, сфер и отраслей экономики, укрепление позиций российских предприятий в глобальной конкурентной среде и на мировых рынках. Для преодоления отставания России на первом этапе формирования глобальной наноиндустрии и выхода из «догоняющего режима» относительно стран-лидеров необходимо разрешить противоречия, вызванные политикой санкций со стороны глобальных конкурентов, чтобы изменить позиции и перспективы отечественных фирм на мировых рынках. Масштабы и темпы роста объемов НИОКР, инвестиций и производства в наноиндустрии РФ недостаточны, а слабость предложения при неразвитом спросе на внутреннем рынке ограничивает ее рост. Необходимость замещения импорта в условиях санкций стимулирует поиск резервов, формирование ресурсов и факторов производства наноиндустрии, выход на новые рынки разных уровней. Для обеспечения эндогенного роста на основе нанотехнологий необходимо ускорить реализацию мер по интенсификации этого процесса, разрабатываемых в рамках конгрессов предприятий наноиндустрии и ЕАЭС.

## Литература

- Годовой отчет акционерного общества «РОСНАНО» за 2015 год. М., 2016. URL: [http://www.rusnano.com/upload/images/normativedocs/ROSNANO-AO\\_Annual\\_Report\\_2015\\_RUS.pdf](http://www.rusnano.com/upload/images/normativedocs/ROSNANO-AO_Annual_Report_2015_RUS.pdf).
- Инишаков О.В., Фесюн А.В. Национальная политика развития наноиндустрии: проблемы формирования и реализации // Власть. 2010. № 8. С. 4–8.
- Механизмы реализации стратегии формирования наноиндустрии в регионах России / под ред. О.В. Иншакова. Волгоград: Изд-во ВолГУ, 2009.
- Об итогах социально-экономического развития Российской Федерации в 2015 году. М.: Минэкономразвития России, 2016.

- Рих А.* Хозяйственная этика. М.: Посев, 1996.
- Широв А.А., Янговский А.А., Потапенко В.В.* Оценка потенциального влияния санкций на экономическое развитие России и ЕС // Проблемы прогнозирования. 2015. № 4. С. 3–16.
- Шумпетер Й.А.* Теория экономического развития. М.: Прогресс, 1982.
- Яминский И., Филонов А., Сеницына О., Мешков Г.* Программное обеспечение «Фемто Скан Онлайн» // Наноиндустрия. 2016. № 2. С. 42–47.
- Dickson D.* Advanced manufacturing in a highly connected world. Deloitte & Touche Tohmatsu Limited, 2015.
- Global Nanomaterials Market – Segmented by Product Type, End-User Industry, and Geography – Trends and Forecasts (2015–2020). Hyderabad: Mordor Intelligence LLP, 2016.
- Global Nanotechnology Market Outlook, 2022. Noida: RNCOS E-Services Pvt. Ltd., 2015.
- Hansen S.F., Heggelund L.R., Besora P.R. et al.* Nano-products – what is actually available to European consumers? // Environmental Science: Nano. 2016. № 3. P. 169–180.
- Hirooka M.* Nonlinear dynamism of innovation and business cycles // Journal of Evolutionary Economics. 2003. Vol. 13. № 5. P. 549–576.
- Inshakov O., Inshakova E.* Russian nanotechnology industry development: The impact of external political and economic sanctions // European Research Studies Journal. 2016. Vol. XIX. Issue 2. P. 189–204.
- Nano-enabled environmental products and technologies – opportunities and drawbacks. Copenhagen: The Danish Environmental Protection Agency. December, 2015. URL: <http://www2.mst.dk/Udgiv/publications/2015/12/978-87-93352-96-4.pdf>.
- Nanotechnology Patents in USPTO and EPO in 2015. Statnano Publications, 2016. July. URL: [file:///C:/Users/Инишакова%20Е%20И/Downloads/main\\_2cd8e756a9890539c2c9ecebe6926567.pdf](file:///C:/Users/Инишакова%20Е%20И/Downloads/main_2cd8e756a9890539c2c9ecebe6926567.pdf).
- Nanotechnology Update: Corporations up their spending as revenues for nano-enabled products increase. Boston: Lux Research Inc., 2013.
- Nanotechnology Update: U.S. Leads in Government Spending Amidst Increased Spending Across Asia. Boston: Lux Research Inc., 2015.
- Rejeski D.* Consumer Product Safety Commission FY2010 Agenda and Priorities. Washington, DC: Woodrow Wilson International Center for Scholars, 2009. URL: [http://www.nanotechproject.org/process/asets/files/8278/pen\\_submission\\_cpssc.pdf](http://www.nanotechproject.org/process/asets/files/8278/pen_submission_cpssc.pdf).
- Savolainen K., Backman U., Brouwer D. et al.* Nanosafety in Europe 2015–2025: Towards safe and sustainable nanomaterials and nanotechnology innovations. Helsinki: EDITA, 2013.
- Szczepański M.* Economic impact on the EU of sanctions over Ukraine conflict. Brussels: European Parliamentary Research Service, 2015. URL: [http://europa.eu/newsroom/highlights/special-coverage/eu\\_sanctions/index\\_en.htm](http://europa.eu/newsroom/highlights/special-coverage/eu_sanctions/index_en.htm).
- Vance M.E., Kuiken T., Vejerano E.P. et al.* Nanotechnology in the real world: Redeveloping the nanomaterial consumer products inventory // Beilstein Journal of Nanotechnology. 2015. № 6. P. 1769–1780.

*Рукопись поступила в редакцию 18.09.2016 г.*