РАЗВИТИЕ НАНОИНДУСТРИИ В СЕВЕРО-ЗАПАДНОМ ФЕДЕРАЛЬНОМ ОКРУГЕ

THE DEVELOPMENT OF NANOINDUSTRY IN THE NORTHWESTERN FEDERAL DISTRICT

В.Окрепиллов*, д.э.н. / okrepilov@rustest.spb.ru

V.Okrepilov*, D.Sc.

Стратегическими национальными приоритетами Российской Федерации, изложенными в утвержденных 30 марта 2002 года президентом страны "Основах политики Российской Федерации в области развития науки и технологий на период до 2010 года и дальнейшую перспективу", являются повышение качества жизни населения, достижение экономического роста, развитие фундаментальной науки, образования и культуры, обеспечение обороны и безопасности страны. Одним из реальных направлений достижения этих целей может стать ускоренное развитие нанотехнологий на основе накопленного научно-технического потенциала и внедрение их в производственно-технологический комплекс. В целях выработки эффективных методов развития и коммерциализации нанотехнологий в стране в 2008 году была принята Федеральная целевая программа "Развитие инфраструктуры наноиндустрии в РФ на 2008–2011 годы" (далее – ФЦП). Кратко проанализируем результаты ее реализации на территории Северо-Западного федерального округа.

Strategic national priorities of the Russian Federation set forth in the "Foundations of the Russian Federation policy in development of science and technology for the period till 2010 and beyond", which were approved by the President on March 30, 2002, are improving the quality of life of the population, the achievement of economic growth, the development of fundamental science, education and culture, defence and security of the country. One of the ways to achieve these goals can be accelerated development of nanotechnology based on accumulated scientific and technical potential and implementing them in production facility. In order to develop effective methods for the development and commercialization of nanotechnology, in 2008 was adopted the Federal target program "Development of the infrastructure of nanoindustry in the Russian Federation for 2008-2011" (hereinafter - FTP). Let's analyze briefly the results of its implementation in the Northwestern Federal District.

Северо-Западный федеральный округ (СЗФО) является одним из наиболее развитых регионов в промышленно-экономическом комплексе страны. На его территории находятся важные в социально-экономическом плане районы, имеющие мощную инфраструктуру промышленных предприятий, научно-производственных объединений, разветвленную сеть научно-исследовательских институтов и технических университетов. Поэтому состояние, проблемы и тенденции развития наноиндустрии в Северо-Западном регионе могут

служить своего рода индикатором внедрения нанотехнологий в нашей стране.

Процесс развития нанотехнологий в СЗФО ранее уже освещался в печати, к примеру, в публикациях 2009 года [1], где, в частности, отмечалось, что более ста различных предприятий, организаций и учреждений на территории региона имеют непосредственное отношение к исследованиям, разработкам, производству и распространению нанотехнологической продукции.

На начальном этапе реализации ФЦП в сфере нанотехнологий была следующая ситуация:

* Генеральный директор ФБУ "Тест – С.-Петербург", академик РАН / General Director of the FBI "Test – St.Petersburg", academician of the RAS

- наибольшая доля предприятий региона (61%) работали в области, связанной с созданием функциональных конструкционных и композитных наноматериалов;
- 13% предприятий работало в области нанобиотехнологий;
- 11% предприятий – в области нанoeлектроники;
- 14% организаций занималось продвижением на отечественный рынок зарубежной нанотехнологической продукции;
- доля производственных предприятий, непосредственно выпускающих продукцию на основе нанотехнологий, не превышала 15–20%.

Ведущими предприятиями, организовавшими производство в области наноматериалов в то время являлись: ЦНИИ КМ "Прометей", научная производственно-торговая компания "Супротек", НПК "НеоТекПродакт", ООО "Автостанкопром", ООО "Астринсплав СК", ООО "Нанобетон", ЗАО "Астрален", компания "Фуллереновые технологии". В области нанобиотехнологий работали Институт аналитического приборостроения РАН, ООО "Плазмас" и НПО "Радиовый институт им. В.Г.Хлопина", в сфере производства нанoeлектроники – ЗАО "Светлана-Оптоэлектроника" и ООО "ИКО", в сфере нанoинженерии – НПК "Электронные пучковые технологии".

Структура распределения нанотехнологических научно-производственных предприятий СЗФО по статусу на начало 2009 года приведена на рис.1. Следует отметить, что наибольшее

Рис.1. Распределение по статусу предприятий СЗФО

Fig.1. Distribution of the status of enterprises in the NWFD

представительство в отрасли имели малые научно-производственные предприятия.

По территории региона предприятия нанoиндустрии распределены также крайне неравномерно. По версии портала Нанотехнологической сети РФ [2] около 90% всех нанотехнологических

Northwestern Federal District (NWFD) is one of the most developed regions in the industrial complex of the country. It includes important in socio-economic terms areas with a powerful infrastructure of industrial enterprises, scientific-production associations, an extensive network of research institutes and technical universities. Therefore, the status, problems and trends of development of nanoindustry in the NWFD can be an indicator of the implementation of nanotechnology in the country.

The development of nanotechnology in the NWFD has already been covered in the press, for example, in the publications of 2009 [1], where, in particular, it was noted that more than a hundred different companies, organizations and institutions in the region are directly related to research, development, production and distribution of nanotechnological products.

At the initial stage of the implementation of FTP in the field of nanotechnology was the following situation:

- the largest share of enterprises in the region (61%), worked in the field of functional, structural and composite nanomaterials;
- 13% of enterprises worked in the field of nano-biotechnology;
- 11% of enterprises worked in the field of nanoelectronics;
- 14% of organizations engaged in the promotion in the domestic market of foreign nanotechnological products;
- the share of manufacturing enterprises, producing products based on nanotechnology does not exceed 15–20%.

Таблица 1. Нанотехнологическая продукция, выпущенная в СЗФО в 2009 году
Table 1. Nanotechnology products manufactured in the NWFD in 2009

Тип продукции Type of product	Количество компаний Number of companies
Углеродные наноматериалы Carbon nanomaterials	5
Защитные покрытия и смазочные композиции на основе наноматериалов Protective coatings and lubricating compositions based on nanomaterials	4
Светодиодные элементы LED elements	3
Наноматериалы для строительства Nanomaterials for construction	3
Биологические наночипы и др. средства диагностики на основе наночастиц Biological nanochips and other diagnostic tools based on nanoparticles	2
Нанокерамика и изделия из нее, в том числе радиопоглощающие покрытия Nanoceramics and articles thereof, including, radio-absorbing coatings	3
Наноккомпозиты Nanocomposites	2
Прочее Others	6

организаций СЗФО (производственных, научных и образовательных) приходится на Санкт-Петербург (рис.2).

К началу реализации ФЦП на территории региона работало около 30 компаний, наладивших или осваивающих производство различной

нанопродукции. Виды выпускаемой продукции в различных областях промышленного производства приведены в табл.1.

Реализация ФЦП способствовала ускоренному развитию инфраструктуры, обеспечивающей потребности промышленных

Leading companies in the field of production of nanomaterials at the time were: CRISM Prometey, Suprotec RPTC, NeoTechProduct RPC, Avtostankoprom LLC, Astrinsplav SK, Nanobeton LLC, Astralen JSC, Fullerene technology LLC. In the field of nano-bio-technology worked Institute for Analytical Instrumentation RAS, PLASMAS Ltd and V.G.Khlopov Radium Institute, in production of nanoelectronics – Svetlana-Optoelectronics JSC and IKO LLC, in nanoengineering – Electronic & Beam Technologies RPC.

The distribution of the status of nanotechnology scien-

tific-production enterprises in NWFD at the beginning of 2009 is shown in fig.1. It should be noted that the small scientific-production companies accounted largest share in the industry.

The distribution of nanotechnology enterprises on the territory of the region is also very uneven. According to the web portal of National nanotechnology network of the Russian Federation [2] about 90% of all nanotechnology organizations (industrial, scientific and educational) are based in St. Petersburg (fig.2).

By the beginning of the FTP in the region were about 30 com-

panies that have developed the production of different nanotechnological products. Types of products in various fields of industrial production are given in table.1.

Implementation of the FTP has accelerated the development of the infrastructure for the needs of industrial enterprises in different researches, in particular, it has accelerated the creation of Centers for collective use (CCU). Such centers are organized, as a rule, on the basis of the institutes of RAS, leading technical universities, industrial research institutes, and are

Рис.2. Распределение организаций национальной нанотехнологической сети на территории СЗФО

Fig.2. Distribution of organizations of the national nanotechnology network in the territory of the NWFD

предприятий в проведении различных исследований, в частности, созданию Центров коллективного пользования (ЦКП). Такие ЦКП организовываются, как правило, на базе институтов РАН, ведущих технических ВУЗов, отраслевых НИИ и оснащаются самым современным и дорогостоящим измерительным оборудованием, преимущественно мирового

Рис.3. Распределение направлений деятельности производственных предприятий нанотехнологической промышленности в 2009 году

Fig.3. The distribution of the areas of activity of the nanotechnology companies in 2009

equipped with the most modern and expensive measuring equipment, mainly of the world level. The objective of CCU is to provide a unique research equipment on the applications of scientific and industrial enterprises of the region.

The number of CCU, equipped with modern instrumentation for developing knowledge-intensive areas, in the NWFD in recent years increased from 11 to 20, including: CCU "Materials science and diagnostics in advanced technologies" on the basis of Ioffe Institute, CCU on the basis of Institute of biology

of the KarRC RAS, St. Petersburg biotechnology center of genome expression research, CCU on the basis of Russian scientific center of radiology and surgical technologies, "Nanotechnology" CCU, "Renewable resources, energy sources, new materials and biotechnology" CCU, CCU on the basis of Grebenshchikov Institute of silicate chemistry RAS, "The composition, structure and properties of structural and functional materials" CCU and other (fig.4).

Instrument base that defines the measurement capabilities of enterprises and organizations of

nanoindustry of NWFD, includes more than 600 units of precision nanotechnological equipment. Distribution of the type of devices shown in fig.5. It should be noted that a significant part of unique equipment is concentrated in the CCU's. In particular, in the CCU's are installed 13 scanning probe microscope of 29 available in the region, 32 electron microscope of 80, 18 diffractometers of 54 and 27 spectrophotometers of 68 available in the region.

In recent years the number of industrial nanotechnology companies grew, for example, only

Рис.4. Динамика формирования Центров коллективного пользования в Северо-Западном регионе

Fig.4. Dynamics of creation of centers for collective use in the NWFD

уровня. Задача ЦКП – предоставление уникального научно-исследовательского оборудования для выполнения различных работ по заявкам научных и промышленных предприятий региона.

Количество ЦКП, обладающих современной приборно-инструментальной базой для развивающихся наукоемких направлений, в СЗФО за последние годы возросло с 11 до 20, среди которых: Северо-западный региональный

ЦКП "Материаловедение и диагностика в передовых технологиях" на базе Физико-технического института им. А.Ф.Иоффе РАН, ЦКП на базе Института биологии Карельского научного центра РАН, Санкт-Петербургский Биотехнологический центр исследования экспрессии генома, ЦКП на базе ФГУ "Российский научный центр радиологии и хирургических технологий", ЦКП "Нанотехнологии", ЦКП Санкт-Петербургского государственного горного университета "Возобновляемые ресурсы, источники энергии, новые материалы и биотехнологии", ЦКП на базе Института химии силикатов им. И.В.Гребенщикова РАН, ЦКП "Состав, структура и свойства конструкционных и функциональных материалов ФГУП "ЦНИИ КМ "Прометей" и др. (рис.4).

Приборно-инструментальная база, определяющая измерительные возможности предприятий и организаций наноиндустрии СЗФО, насчитывает более 600 единиц прецизионного нанотехнологического оборудования. Распределение приборов по типу показано на рис.5. Следует отметить, что значительная часть уникального оборудования сосредоточена в ЦКП. В частности, в ЦКП имеется 13 сканирующих зондовых микроскопа, из 29 имеющихся в регионе, 32 электронных микроскопа из 80, 18 дифрактометров из 54 и 27 спектрофотометров из 68 имеющихся.

В последние годы выросло число промышленных предприятий наноиндустрии, к примеру,

with the participation of Rusnano in the region created and operate six new enterprises [3]:

- LED Microsensor NT – the world's only producer of the full range of LEDs and photodiodes for the mid-infrared spectrum (wavelengths of 1,600–5,000 nm);
- Optogan – vertically integrated manufacturer for LED components, LED lamps and luminaires based on its own technologies, including the unique semiconductor chips based on gallium nitride;
- Virial – production of durable items of nanostructured

ceramic and metal-ceramic materials, include bearings, face seal rings, rotary cutting tools, and interchangeable multifaceted blades;

- RST-Invent – production of new generation of ultra high-frequency RFID-chips to EPC Class-1 Generation-2 standards using 90-nm technology;
- Connector Optics – production of ultrahigh-speed (to 40 Gbit/s), energy-efficient optical components for data communications, computer, and consumer markets;
- Plackart – deposition of functional nano-enabled coatings

to equipment in a wide variety of industries.

In addition, three joint ventures with Rusnano in the NWFD are close to completion.

In the framework of programs of the Skolkovo Foundation 35 projects of St. Petersburg has received grants for the creation of enterprises, 11 of which are of direct relevance to nanotechnology. In addition, the number of Skolkovo residents includes 20 St. Petersburg companies that commercialize scientific achievements in the field of nanotechnology. They all are

только с участием ОАО "Роснано" в регионе созданы и функционируют шесть новых производственных предприятий [3]:

- ООО "Лед Микросенсор" – единственный в мире производитель полного ряда светодиодов для средней области инфракрасного спектра (длина волны 1600–5000 нм);
- ЗАО "Оптоган" – вертикально интегрированное производство светодиодов и светодиодных осветительных систем на базе собственных технологий, включая уникальные полупроводниковые чипы на основе нитрида галлия;
- ООО "Вириал" – производство износостойких изделий из наноструктурированной керамики и металлокерамики, в частности, подшипников скольжения, колец торцовых уплотнений, осевого режущего инструмента и сменных многогранных пластин;
- ООО "РСТ-Инвент" – производство нового поколения RFID-чипов стандарта EPC class 1 gen.2 на основе технологии 90 нм;
- ООО "Коннектор Оптикс" – производство сверхскоростных (до 40 Гбит/с) энергоэффективных оптических компонентов для сетей передачи данных, компьютерных межсоединений и устройств потребительского сегмента рынка;
- группа компаний "Плакарт" – внедрение современных импортозамещающих, энерго- и ресурсосберегающих технологий нанесения функциональных покрытий для различных отраслей промышленности.

Рис.5. Распределение приборно-инструментального оборудования по функциональному признаку

Fig.5. The distribution of the measuring equipment by its functional characteristics

created, starting in 2011. The areas of activities of these companies are presented in table.2.

In accordance with the plans it is expected that in 2015 in the NWFD will operate approximately 60 manufacturing enterprises of nanoindustry (fig.6).

A feature of manufacturing companies in nanoindustry is active cooperation with leading academic institutions and universities. In particular, Russia's largest developers and manufacturers of optoelectronics Svetlana-Optoelectronics JSC and Optogan JSC actively col-

laborated with research groups from Ioffe Institute, and later some members of the Institute came to work in these companies as technical managers. The Virial company who built the plant for the production of wear-resistant products from nanostructured ceramic and metal-ceramic materials, actively collaborated with the Grebenshchikov Institute of silicate chemistry RAS, and NeoTechProduct scientific and production company has roots in St. Petersburg state University. Such examples are numerous.

Analyzing the above, we can state the positive trend in quantitative and qualitative change of nanotechnology infrastructure in the region. So, if in 2009 was dominated by companies working in the field of nanomaterials, and, for example, in the field of nanoelectronics (except the development of LED elements) none worked, by 2015 the developers of nanoelectronics account for the largest share of companies (17), followed by the manufacturers of LED elements (10). The production of nanomaterials shares with nano-biotechnology third and fourth place.

Таблица 2. Направления деятельности нанотехнологических компаний СЗФО – резидентов "Сколково"

Table 2. Activities of the nanotechnology companies – Skolkovo residents in the NWFD

Направление деятельности Area of activity	Количество компаний Number of companies
Нanomaterialы Nanomaterials	3
Нанопокpытия Nanocoatings	2
Нанобиотехнологии Nanobiotechnology	4
Нанoeлектроника Nanoelectronics	6
Светодиодные элементы LED elements	5

Кроме того, три совместных с "Роснано" проекта в СЗФО близки к завершению строительства.

В рамках программ фонда "Сколково" получили гранты на создание предприятий 35 компаний Санкт-Петербурга, 11 из которых имеют непосредственное отношение к нанотехнологиям. Кроме того, в число резидентов "Сколково" входит 20 санкт-петербургских компаний, коммерциализирующих научные достижения в сфере нанотехнологий. Все они созданы начиная с 2011 года. Направления

деятельности этих компаний представлены в табл.2.

В 2015 году, в соответствии с планами, в Северо-Западном регионе предполагается функционирование около 60 производственных предприятий nanoиндустрии (рис.6).

Особенностью производственных компаний nanoиндустрии является активное взаимодействие с ведущими академическими институтами и университетами. В частности, крупнейшие в России разработчики и производители изделий оптоэлектроники ЗАО "Светлана-Оптоэлектроника" и ЗАО "Оптоган" активно взаимодействовали с научными группами ФТИ им. А.Ф.Иоффе РАН, а позднее некоторые сотрудники института перешли работать в эти компании в качестве технических руководителей. Компания "Вириал", построившая завод по производству износостойких изделий из наноструктурных керамических и металлокерамических материалов, активно сотрудничала с Институтом химии силикатов РАН, научно-производственная компания "НеоТекПродукт" имеет корни в СПбГУ. Таких примеров можно привести много.

Анализируя вышеизложенное, можно констатировать положительную тенденцию в количественном и качественном изменении инфраструктуры nanoиндустрии в регионе. Так, если в 2009 году доминировали предприятия, работающие в области создания наноматериалов, а, например, в сфере наноэлектроники (за исключением разработки светодиодных элементов) их не было вовсе, то к 2015 году на разработку

The vast majority of companies interact with Rusnano and/or the Skolkovo Foundation, that is, in varying degrees, are supported by the structures created by the state for the development of innovative economy.

In 2014, two companies from St. Petersburg – CRISM Prometey and Avtostankoprom LLC – as well as Nanomat SPC from Cherepovets received the certificate of the mark "Russian nanotechnology products". In total, 25 Russian companies were awarded.

In General, we can talk about more than doubling of the number of nanotechnology companies in the NWFD for the last six years, but they are a small share of the total number of industrial enterprises of the region. The reasons for this state of affairs are objective problems of nanotechnology, the main of which are shown in fig.7.

Given the current trends of nanotechnology in Russia, we can expect the expansion and strengthening of the interac-

tion of innovative business community with public authorities and state development institutions, including the active participation of companies in discussion of regulatory documents developed by the federal executive authorities. The most important are the following areas:

- improving the procurement of innovative products in the system of government order and for the needs of the largest companies with state participation;

нанoeлектроники приходится наибольшая доля компаний (17), а за ней следует создание светодиодных элементов (10). При этом производство наноматериалов делит с нанобиотехнологиями третье-четвертое место.

Подавляющее большинство компаний взаимодействуют с "Роснано" и/или фондом "Сколково", то есть в той или иной степени поддерживается структурами, созданными государством для развития инновационной экономики.

В 2014 году два предприятия из Санкт-Петербурга – ЦНИИ КМ "Прометей" и ООО "Автостанкопром", а также НПК "Наномет" из Череповца получили знак "Российская нанотехнологическая продукция". Всего этой награды удостоены 25 российских компаний.

В целом, можно говорить о более чем удвоении количества предприятий nanoиндустрии в СЗФО за последние шесть лет, однако они составляют незначительную долю от общего числа промышленных предприятий региона. Причинами такого состояния дел являются объективные проблемы nanoиндустрии, основные из которых приведены на рис.7.

Учитывая современные тенденции развития nanoиндустрии в стране, можно ожидать расширения и укрепления взаимодействия инновационного бизнес-сообщества с органами государственной власти и государственными институтами развития, в том числе в части активизации участия компаний в обсуждениях нормативно-правовых документов, разрабатываемых федеральными органами исполнительной

Рис.6. Ориентировочное распределение направлений деятельности производственных предприятий nanoиндустрии в СЗФО к 2015 году

Fig.6. The approximate distribution of the areas of activity of the nanotechnology companies in the NWFD in 2015

власти. При этом наиболее актуальными являются следующие направления:

- совершенствование механизмов закупок инновационной продукции в системе государственного заказа и для нужд крупнейших компаний с государственным участием;

- improvement of normative-technical regulation in the industry to facilitate market entry of innovative products;
- increase the share of domestic innovative products and technologies to be procured in the framework of the state order and by the largest companies with state participation;
- creation of a favorable business climate through the development of the financial sector and of the instruments of state support of innovative companies, implementation

- of support mechanisms for export and import substitution of innovative products;
- development of personnel potential of nanotechnology companies in order to increase productivity and skill level of staff;
- improving the system of tax regulation in order to stimulate investments in the advanced technologies.

In conclusion, it should be noted that nanotechnology, without doubt, is the most promising area of modern

science and technology. On the example of their development in the NWFD is quite obvious that the country has a certain research and instrumental base and serious R&Ds are conducted. But for the development of industrial production and of the Russian market for domestic nanotechnology products, which would meet the requirements of international standards, required a new, specific, long-term Federal program of development of nanotechnology. ■

Рис.7. Объективные проблемы предприятий наноиндустрии

Fig.7. Objective problems of nanotechnology companies

- совершенствование нормативно-технических инструментов в отрасли для снижения барьеров выхода на рынок инновационной продукции;
- повышение доли отечественной инновационной продукции и технологий, покупаемых в рамках государственного заказа и крупнейшими компаниями с государственным участием;
- создание благоприятного бизнес-климата за счет развития финансового сектора и инструментов государственной поддержки инновационных компаний, внедрения механизмов поддержки экспорта и импортозамещения инновационной продукции;
- внедрение инструментов развития кадрового потенциала предприятий наноиндустрии в целях повышения производительности труда и уровня квалификации персонала;
- совершенствование системы налогового регулирования в целях стимулирования инвестиций в применение передовых технологий.

В заключение следует отметить, что нанотехнологии, без сомнения, – наиболее перспективное направление современной науки и техники. На примере их развития в Северо-Западном регионе вполне очевидно, что в стране заложена определенная исследовательская и приборно-инструментальная база и ведутся серьезные научные разработки. Но для того, чтобы развивалось промышленное производство и заработал внутренний рынок отвечающий требованиям международных стандартов отечественной нанотехнологической продукции, необходима новая, конкретная, долгосрочная федеральная программа развития наноиндустрии.

ЛИТЕРАТУРА

1. Окрепилов В.В. Метрология и стандартизация для наноиндустрии // Инновационный ежегодник "НаноРоссия". – Екатеринбург: "Медиа-Стратегия", 2010, с. 20–21.
2. Российская национальная нанотехнологическая сеть, <http://www.rusnanonet.ru/regions>.
3. Веб-сайт "Роснано", <http://www.rusnano.com>.