



взгляд на проблему

Объективности ради

В силу специфического характера нанотехнологии (НТ) и отсутствия для нее надежных экономических данных основными измерителями выхода служат пока наукометрические индикаторы.

В мире выполнены десятки крупных наукометрических анализов НТ, имеющих как национальную, так и международную направленность. В нашей стране аналогичные исследования пока отсутствуют, и даже в официальных выступлениях часто звучат ссылки на зарубежные оценки по России.

В ходе исследования, выполняемого ЦЭМИ и ВИНТИ РАН, в БД SCI-Expanded за период 1990-2008 годов было выделено 256 127 нанопубликаций, динамика ежегодного роста которых показана на рис. 1. Представители более 120 стран участвовали хотя бы в одной нанопубликации, что говорит о масштабах интереса к данной области. 4,7% нанопубликаций имеют

ственно. В этой ситуации более объективен кумулятивный показатель цитируемости всех публикаций, по которому Россия - десятая в данной области. Подробнее об исследовании "Поиску" рассказал ведущий научный сотрудник ЦЭМИ РАН, к.ф.-м.н. Александр ТЕРЕХОВ:

- Причины низкой цитируемости статей в российских журналах известны, поэтому для сравнения были отобраны 10 наиболее представительных для тематики "нано" и рейтинговых зарубежных журналов, включая: Physical Review B (700 нанопубликаций с участием России), Applied Physics Letters (213), Physical Review Letters (141), Science (10), Nature (9). Средняя цитируе-

жит 72,7% всех высокоцитируемых (свыше 1000 ссылок) публикаций. Это говорит об абсолютном научном лидерстве страны в области НТ.

Гонка - типичная форма соперничества в научно-технической сфере. Наиболее показательной в НТ стала гонка в области углеродных наноструктур, начало которой положило открытие фуллеренов в физическом эксперименте в 1985 году учеными из США и Великобритании. В 1990 году был найден простой способ их получения, а через три года количество публикаций (статей, обзоров, трудов конференций, писем), посвященных изучению фуллеренов и их производных, в мире превысило тысячу (рис. 2). Столь высокий интерес обусловлен необычными свойствами фуллеренов, открывающими широкие возможности их прикладного использования.

Мировой "фуллереновый бум", в частности, предопределил открытие углеродных нанотрубок (УНТ): сначала многослойных (1991 г.), затем однослойных (1993 г.). По уникальности свойств и потенциалу применений УНТ превосходят фуллерены, поэтому сразу же привлекли широкий исследовательский интерес. Мировой поток публикаций по УНТ стал экспоненциально нарастать, после того как в 1992 году их научились получать в граммовых количествах, в 2002 году он превысил мировой поток публикаций по фуллеренам. Следующей "точкой роста" в изучении новых форм углерода стало открытие в 2004 году графена - многообещающего материала для наноэлектроники (рис. 2).

Участие в изучении углеродных наноструктур приняли более 70 стран. В десятке лидеров по количеству публикаций передовые промышленно развитые страны (США, Япония, Германия, Великобритания, Франция, Италия), азиатские "тигры" (Южная Корея и Тайвань). Великолепные результаты у Китая и Индии. Китай в лидирующей тройке по всем трем типам углеродных наноструктур, а по числу публикаций в области УНТ с 2007 года на первом месте. Ученые из Южной Кореи опубликовали свои первые работы по УНТ лишь в 1997 году, однако в 2001-м уже обошли Германию и вышли на четвертое место в мире. Значительный прогресс за тот же период проделал Тайвань, достигший в 2008 году 7-го места. Индия переместилась из второй в первую десятку стран. Если добавить к этому Японию, практически непокидающую лидирующую тройку, то видно, что азиатские страны

сделали серьезную ставку на углеродное направление НТ. США с небольшими перерывами (уступая первенство по фуллеренам Японии, а по УНТ - Китаю) - лидер этой гонки. Они практически первыми перенесли акцент с изучения фуллеренов на УНТ: в 2000 году количество публикаций американских ученых по УНТ впервые превысило количество публикаций по фуллеренам, а в 2003-м разрыв был уже в разы. За ними сразу устремился Китай.

Россия, опираясь на научные заделы со времен бывшего СССР, при целевой финансовой поддержке правительства смогла по публикационной активности в области фуллеренов длительное время удерживаться на 3-м месте, уступив его Китаю лишь в 2005 году. Однако, имея сразу вслед за японцами первые работы по УНТ, мы в дальнейшем "просмотрели" отмеченный перенос акцентов и оказались по количеству публикаций в этой области к 2008 году на 13-м месте. Здесь кроме отсутствия необходимого маневра и целевого финансирования сказалось истощение научно-кадрового потенциала, слабо подпитываемого "свежей кровью". С графеном ситуация повторяется: при решающем вкладе в его открытие российских ученых (им принадлежит самая высокоцитируемая на настоящий момент статья по графену) по количеству публикаций в 2008 году мы на 9-м месте. Лидеры - США (с большим отрывом) и Китай.

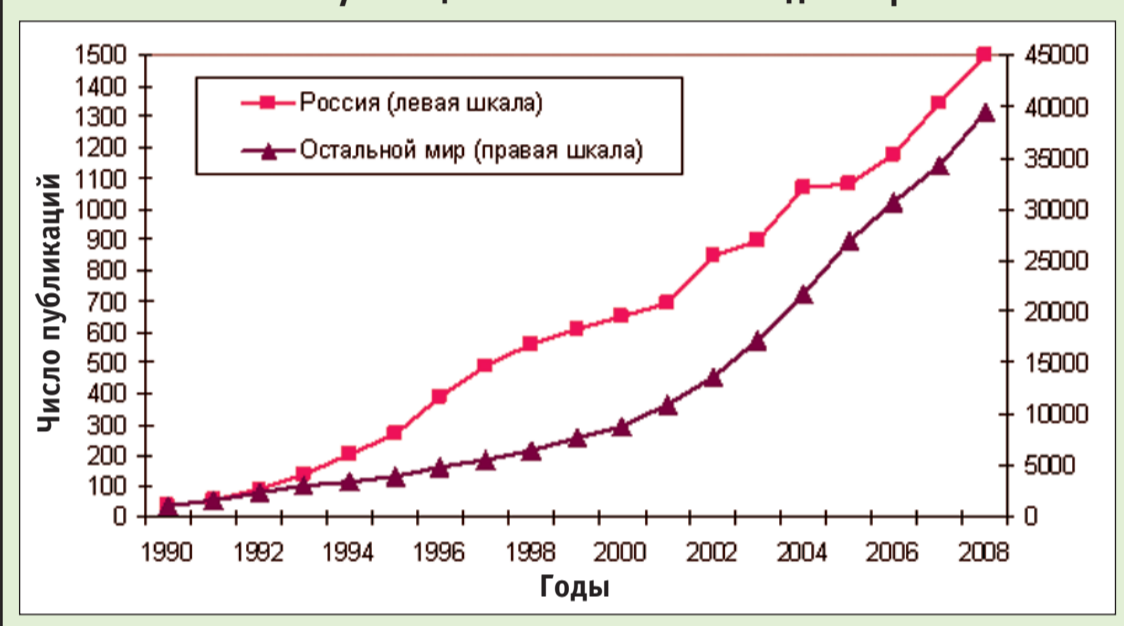
По публикационному вкладу за рассматриваемый период среди научных организаций разных стран мира РАН на 1-м месте в области фуллеренов и на 3-м (после Академии наук Китая и Университета Синьхуа) в области УНТ. НИИ РАН (АН СССР) внесли исторический вклад в изучение новых форм углерода: расчетное обоснование стабильности молекулы C₆₀ в форме усеченного икосаэдра (Институт элементоорганических соединений, 1973 г.); наблюдение в электронном микроскопе УНТ, полученных при термическом разложении окиси углерода (Институт физической химии, 1952 г.); высокоэффективная полевая эмиссия электронов с УНТ (Институт радиотехники и электроники, 1994 г.); экспериментальное открытие графена (Институт проблем технологии микроэлектроники и Манчестерский университет, 2004 г.).

Все это опережающие достижения, не всегда или с большим запозданием поддерживаемые научными властями страны. Лишь спустя 20 лет после феноменального результата российских ученых, когда количество публикаций по фуллеренам в мире уже превысило тысячу в год, в рамках ГНТП "Актуальные направления в физике конденсированных сред" было введено программное направление "Фуллерены и атомные кластеры", оказавшееся весьма эффективным.

Позднее мы упустили сдвиг мирового исследовательского тренда в пользу УНТ, не поддержав отечественные исследования. Проведенное сравнение показало: если по количеству грантов РФФИ нанотрубки уступали фуллеренам в 2,2 раза, то по количеству публикаций - в 3 раза, а по количеству российских патентов на изобретения (за вычетом патентов, выданных иностранным заявителями) - уже в 3,5 раза. То есть разрыв от финансирования фундаментальных исследований до патентования изобретений нарастает кумулятивно. Ситуация нашла продолжение в коммерциализации фуллеренов и УНТ. Если в первом случае у нас есть возможности промышленного получения и конкурентоспособные технологии применения, то во втором мы уступаем не только ведущим игрокам из Азии, Америки и Европы, но и таким странам, как Бельгия и Кипр. Отсутствие собственного производства качественных однослойных УНТ тормозит продвижение уже самих исследований.

Реагирующий характер российской научной политики в немалой степени обусловлен отсутствием адекватной системно-аналитической основы принятия решений. В последнее время азартно множатся нанотехнологические форсайты. Однако эта полезная методология, будучи основана на экспертных мнениях, содержит принципиально неустранимый субъективный фактор, поэтому целесообразно ее сочетание с количественными подходами, результаты которых более объективны и сопоставимы.

Рис. 1. Рост публикаций по нанотехнологии в БД SCI-Expanded



российское авторство или соавторство. По суммарному вкладу в 1990-е и 2000-е годы Россия входила в десятку наиболее продуктивных в области НТ стран. Достаточно высокий уровень отечественных публикаций подтверждают соавторские связи со странами-лидерами: Германией (13,7% публикаций), США (8,0%), Францией (5,7%). Производство нанопубликаций сконцентрировано в основных центрах академической и вузовской науки страны: Москве (4816 публикаций), Санкт-Петербурге (3771), Новосибирске (1111), Черноголовке (967), Екатеринбурге (475). Среди мировых научных организаций РАН - вторая (после Академии наук Китая) по числу публикаций в области НТ, в российских же публикациях ее доля превышает 50%.

Достигнув максимума - 8,1% в 1997 году, публикационный вклад России стал неуклонно снижаться вплоть до 3,7% в 2008 году. За этот период по производству нанопубликаций Россия опустилась с 6-го на 9-е место в мире. Если в 1997 году более 10 россиян (в основном представителей научной школы академика Ж.Алферова) входили в 100 наиболее продуктивных авторов, то в 2008 году россияне уже не было в числе первых 250 ученых. Негативные тенденции стали следствием недостаточного внимания к науке в нашей стране и целевой поддержке приоритетных областей на фоне принятия многими странами в начале 2000-х годов национальных программ развития НТ.

По среднему числу ссылок на одну нанопубликацию в 1990-2007 годах Россия с показателем 8,87 на 41-м месте. Однако при подсчете данного показателя часто заметен "эффект малой страны". Так, первые два места в рейтинге цитируемости занимают Швейцария и Нидерланды, а в первую десятку входят также Израиль, Дания и Бельгия. Эстония и Грузия находятся выше России, имея 77 и 35 публикаций соответ-

мость российских нанопубликаций в этих журналах (23,11 ссылки) не сильно уступает аналогичному общему показателю (30,35 ссылки), а в таких журналах, как Nature, Applied Physics Letters, Physics Letters A, Solid State Communications, Applied Surface Science, превышает его. Две российские работы в числе 99 мировых нанопубликаций, процитированных более тысячи раз. Статья ученых из Уфы Р.Валиева и др. (о создании объемных наноструктурных материалов методами интенсионивной пластической деформации) с 1672 ссылками в рейтинге цитируемости на 36-м месте. На первом с 6431 ссылкой статья в Nature с сообщением об открытии фуллерена C₆₀. 83 публикации, имеющие российское авторство/соавторство, процитированы 100 и более раз, то есть оказали значимое воздействие на развитие области. Вклад США в массив нанопубликаций - 27,1%, однако по "валовому" показателю цитирований они превосходят остальной мир. Им принадле-

Рис. 2. Количество публикаций в области углеродных наноструктур по годам

