

УДК 62-022.53:001.8
 ББК 30.6+30.37+78.6
 DOI 10.20913/1815-3186-2017-4-101-107

УГЛЕРОДНЫЕ НАНОСТРУКТУРЫ: НАУКОМЕТРИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ, 2000–2015 (ЧАСТЬ 1)

© А. И. Терехов, 2017

Центральный экономико-математический институт Российской академии наук,
 Москва, Россия; e-mail: a.i.terekhov@mail.ru

В первой части статьи анализируются изменения мирового научного ландшафта в области углеродных наноструктур в период 2000–2015 гг. Анализ основан как на объемных индикаторах, так и на научном влиянии 30 выбранных стран.

Ключевые слова: углеродные наноструктуры, наукометрический анализ, библиометрический индикатор, центр научного совершенства, национальный исследовательский портфель, научный фонд

Для цитирования: Терехов А. И. Углеродные наноструктуры: наукометрический анализ, 2000–2015 (Часть 1) // Библиосфера. 2017. № 4. С. 101–107. DOI: 10.20913/1815-3186-2017-4-101-107.

Carbon nanostructures: scientometric analysis for 2000–2015 (part 1)

A. I. Terekhov

Central Economic-Mathematical Institute of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia;
 e-mail: a.i.terekhov@mail.ru

The article presents a scientometric analysis of the development of the carbon nanotechnology (NT) direction for 2000–2015 with the participation of 30 most active countries. It shows shifting the world research center to the Asian region, both on volume and quality indicators. Using the concept of a national research portfolio gives deep characteristics of different countries behavior in the course of scientific rivalry. Due to the strong skewness of the citation distributions, preference is given to the percentile-based indicators, such as: the contribution of a country to the world top-10% (top-1%) of the most highly cited publications, the share of such publications in the country's total output, the highly cited papers index, etc. Relying on them, the author fully discloses the scientific «offensive» of the «newcomer» countries on the «incumbents» ones (e.g. China on the USA, South Korea on Germany, Iran on Russia), the phenomenon of Singapore as an effective producer of highly cited publications on the carbon nanostructures, and international co-authorship in the top-1% segment of the most cited articles. Russia's positions are studied in detail, the main domestic research participants are established, and based on bibliometric criteria the center of scientific excellence in the field of graphene is identified. The paper characterizes the supporting role of a number of national science foundations in the NT carbon direction development using data of WoS. The author used the Science Citation Index Expanded database for the initial bibliographic sampling; information of science foundations of Russia and the USA, as well as patent organizations of Russia (Rospatent) and the world (WIPO) for additional comparison.

Keywords: carbon nanostructures, scientometric analysis, bibliometric indicator, center of scientific excellence, national research portfolio, science foundation

Citation: Terekhov A. I. Carbon nanostructures: scientometric analysis for 2000–2015 (part 1) // *Bibliosphere*. 2017. № 4. P. 101–107. DOI: 10.20913/1815-3186-2017-4-101-107.

Углеродные наноструктуры – наиболее интригующий эпизод в развитии нанотехнологий (НТ). С ними связаны два нобелевских открытия (фуллеренов в 1985 г. и графена в 2004 г.), а также не менее резонансное открытие углеродных нанотрубок (УНТ) в 1991 г. На март 2017 г. статьи, сообщающие об открытии УНТ и графена [1, 2], входили в первую сотню самых цитируемых публикаций в базе данных Science Citation Index Expanded (БД SCIE), занимая 17-е и 20-е места соответственно. Статья об открытии фуллерена C₆₀ [3] – 113-я по цитируемости. Более 21% всех нано публикаций в упомянутой БД посвящены углеродным наноструктурам, которые входят в повестку дня трех укрупненных секторов экономики (нанoeлектроника, нанобиотехнология, нанoэнергетика), где ожидается реализация основного потенциала НТ.

«Звездной триаде» (фуллерены – УНТ – графен) или отдельным ее представителям уделено внимание в целом ряде зарубежных наукометрических исследований [4–12]. Они исследовались и в соответствующей отечественной литературе [13–15]. В настоящей статье мы дополним перечень анализируемых объектов, включив в него нанoалмазы, другие формы наноуглерода (ДФНУ), например: нанoпористый углерод, нанографит, нанoволокна и др.; расширим круг рассматриваемых стран – наиболее активных участников развития области. Значительное внимание будет уделено анализу цитируемости, выявлению совершенных исследований, рассмотрению влияния исследовательского «портфеля» (далее ИП) страны на ее научный импакт. В конечном счете мы стремимся актуализировать и уточнить библиометрические оценки

по России и некоторым другим странам, относящиеся к исследованию углеродных наноструктур. Рассмотрены организации, финансирующие исследования, а также связь последних с патентуемыми результатами.

1. Данные и методы

В качестве источника информации для настоящего анализа использована БД SCIE (на платформе Web of Knowledge) – наиболее авторитетная в мире политематическая БД, содержащая библиографические сведения о научных публикациях в рецензируемых журналах. Исходная выборка – 139 670 публикаций (статей, обзоров, писем) за 2000–2015 гг. – получена путем поиска по релевантным ключевым словам в названиях работ¹. Отобранные публикации будем именовать далее *У-нано статьями*. Участвующие в макроанализе страны и их блоки перечислены в приложении 1, при этом в постоянном фокусе будут две группы стран: G_1 (США, Япония, Германия, Великобритания, Франция и Россия) и G_2 (Китай, Индия, Южная Корея, Сингапур, Тайвань и Иран). Обе группы различаются продолжительностью участия в исследованиях углеродных наноструктур, поэтому страны первой из них будем называть «старожилами», второй – «новичками».

Сервисы платформы Web of Knowledge позволяют получать традиционные индикаторы (число публикаций и цитат, среднее количество цитат на одну публикацию и т. д.) для различных подмножеств исходной выборки. Мы используем их, а также некоторые другие расчетные индикаторы: среднегодовой темп роста (Compound Annual Growth Rate – CAGR), долю цитат данной страны и относительный показатель цитирования и т. д. Будет использован ряд показателей, пришедших из экономической статистики [16]:

- мера концентрации национального ИП – индекс Херфиндаля – Хиршмана:

$$H_{jt} \equiv \sum_i (h_{ijt})^2,$$

где $h_{ijt} \equiv N_{ijt}/N_{jt}$ – доля У-нано статей страны j в году t , опубликованных в i -й подобласти. В нашем случае в качестве таковых выступают: «фуллерены», «УНТ», «графен», «наноалмазы» и «ДФНУ». Минимальное значение индекса H равно 0,25 до открытия графена и 0,2 после (наименее концентрированный ИП), максимальное – 1 в обоих случаях;

- мера похожести (непохожести) ИП данной страны и мирового:

$$D_{jt} \equiv \frac{1}{2} \sum_i |h_{ijt} - h_{i\sim jt}|,$$

где $h_{i\sim jt} \equiv \sum_j N_{ijt} / \sum_j N_{jt}$ – доля всех У-нано статей в году t , опубликованных в i -й подобласти. Индекс D ранжирован от 0 до теоретического максимума, близкого

к 1. Индексы H и D представляют две меры научно-исследовательской специализации/диверсификации на национальном уровне, которые в отдельных случаях могут расходиться. В то время как концентрация и непохожесть являются атрибутами специализации, их противоположности – деконцентрация и похожесть – схватывают научно-исследовательскую диверсификацию;

- показатель специализации страны j в году t в i -й подобласти:

$$S_{ijt} \equiv h_{ijt} / h_{i\sim jt}.$$

Этот показатель больше 1, если страна j специализируется в подобласти i .

Ввиду сильной скошенности распределений цитируемости для ее анализа предпочтительнее показатели, основанные на процентилях. В статье рассмотрены топ-1% и топ-10% сегменты наиболее высокоцитируемых публикаций в области, используются связанные с ними индикаторы, например: доля страны в элитной части мировой научной литературы, индекс высокоцитируемых публикаций, который для сегмента топ-10% определяется как:

$$HCI_{\text{топ-10\%}} \equiv PP_{\text{топ-10\%}} / 10,$$

где $PP_{\text{топ-10\%}}$ – процент высокоцитируемых публикаций в общем выходе тематических публикаций данной страны (наблюдаемое значение); 10 – процент таких публикаций в общемировом выходе (ожидаемое значение). По определению [17], если такое соотношение больше 1, то данная страна лучше «мира» как производитель высокоцитируемых (в сегменте топ-10%) публикаций и наоборот. Для сегмента топ-1% данный индекс определяется аналогично. Описание международной соавторской сети в топ-1% сегменте У-нано статей выполнено в терминах анализа социальных сетей.

При изучении участия России в указанных сегментах внимание сосредоточено на выявлении высококачественных исследований, элитных ученых и аффилированных их институтов, а также проверке библиометрических критериев на принадлежность к центрам научного совершенства (ЦНС).

Далее приведены основные результаты анализа, выводы и обсуждение.

2. Изменение мирового научного ландшафта в области и влияния стран

Углеродные наноструктуры – одна из наиболее быстро растущих областей исследований, которая по CAGR за последние 7 лет (~14%) обгоняет нанотехнологии в целом (~12%). По количеству цитат на статью она превосходит средний для НТ уровень более чем на 23%, что говорит и о ее высокой конкурентности. В силу разных темпов роста отдельных стран и их блоков в структуре мирового лидерства в области произошли важные изменения (рис. 1). По объему производства У-нано статей Китай в 2008 г. прервал доминирование США, в 2010 г. обошел ЕС-28, а в 2014 г. и ЕС-28 вместе с Северной Америкой. Вообще же мировой тренд в исследованиях углеродных

¹ Дополнительные расчеты, касающиеся исследовательских проектов Российского фонда фундаментальных исследований (РФФИ) и Национального научного фонда (ННФ) США, а также российских патентов и заявок по процедуре РСТ (WIPO), выполнены с использованием информационных ресурсов, доступных на сайтах: www.rfbr.ru; www.nsf.gov/awardsearch; www.rupto.ru и www.wipo.int

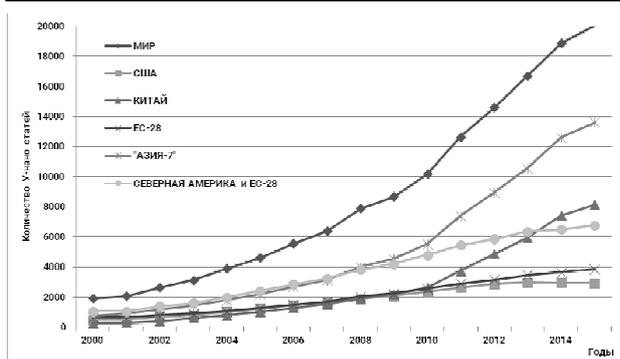


Рис. 1. Рост выхода У-нано статей: в мире и по странам/ группам стран

Fig. 1. The growth of nanoparticles output in the world and by countries/country groups

наноструктур с 2008 г. стал определять блок азиатских стран («Азия-7»), на долю которого в 2015 г. приходилось около 68% всех производимых в мире У-нано статей. Более детальную картину дает таблица 1, согласно которой в рассматриваемый период все страны-«старожилы» росли с темпом ниже, а «новички» выше среднемирового. Можно выделить впечатляющий результат Ирана за короткий промежуток времени и сильное замедление Японии, которая в последние 7 лет росла со среднегодовым темпом в 47 раз ниже общемирового. Интересно, что,

в отличие от ситуации в НТ в целом [18], CAGR количества российских У-нано статей несколько вырос после принятия «Стратегии развития наноиндустрии» в 2007 г. (с 5,8% в 2000–2007 до 7,9% в 2007–2015 годах). Однако это, хотя и свидетельствует об относительно большем потенциале страны в данной подопласти НТ, оказалось недостаточным, чтобы сколько-либо заметно повлиять на улучшение ее внешних позиций. Разные темпы роста привели к значительному перераспределению конкурентной доли стран и изменению их положения в рейтинге по производству У-нано статей, причем все «старожилы» понесли потери, а «новички» выиграли (табл. 1). На обзорный период лидерство Китая неоспоримо, поскольку ближайший преследователь (США) отстает от него по вкладу в мировой публикационный выход на 26 процентных пункта (п. п.).

Среди оставшихся показатели еще трех азиатских стран (Турция, Саудовская Аравия и Малайзия), а также Австралии, Финляндии, Бразилии и Канады росли с темпом выше среднемирового, и эти страны улучшили свои позиции в рейтинге. Австралия смогла войти в топ-10 стран по количеству У-нано статей. Напротив, Италия, Испания и Бельгия выбыли из первой десятки (приложение 2, табл. П2.1). Как и Иран, Малайзия и Саудовская Аравия совершили за короткий период крутое восхождение; показатели Украины росли в последние 7 лет со среднегодовым темпом в 12 раз ниже общемирового.

Таблица 1

Относительные показатели и ранжирование стран из $G_1 \cup G_2$ по производству У-нано статей

Table 1

Relative parameters and ranking of countries from $G_1 \cup G_2$ on production of nanoparticles

| Страна | Относительные показатели | | |
|----------------|--|--|---|
| | Показатель относительного роста ^a | Конкурентная доля в мировом выходе У-нано статей | Ранг страны по производству У-нано статей |
| США | 0,76 | 24,9 ↓ 14,6 ^b | 1 ↓ 2 |
| Германия | 0,68 | 8,0 ↓ 3,9 | 5 ↓ 7 |
| Франция | 0,51 | 7,5 ↓ 2,5 | 6 ↓ 13 |
| Великобритания | 0,82 | 5,5 ↓ 3,7 | 7 ↓ 8 |
| Россия | 0,41 | 11,6 ↓ 3,0 | 4 ↓ 9 |
| Япония | 0,39 | 20,1 ↓ 4,6 | 2 ↓ 6 |
| Китай | 1,51 | 13,9 ↑ 40,7 | 3 ↑ 1 |
| Индия | 1,65 | 1,7 ↑ 6,5 | 17 ↑ 4 |
| Южная Корея | 1,63 | 2,4 ↑ 9,0 | 11 ↑ 3 |
| Иран | 2,47 ^b | – ↑ 5,8 | – ↑ 5 |
| Тайвань | 1,13 | 1,8 ↑ 2,4 | 15 ↑ 14 |
| Сингапур | 1,29 | 1,2 ↑ 2,3 | 23 ↑ 15 |

Примечания. ^a Рассчитан как отношение CAGR конкретной страны в течение 2000–2015 гг. к CAGR всего мира в течение того же периода. ^b Из-за нулевой базы в 2000 г. показатель для Ирана был рассчитан за период 2008–2015 гг. ^c Стрелка показывает рост или уменьшение соответствующего показателя между 2000 и 2015 г.

Научное влияние страны определяют не только количество или доля публикаций, важную роль играет их качество, которое в наукометрии часто измеряют цитируемостью. Действуя по аналогии с [19], примем в качестве прокси-показателя научного влияния долю цитат, полученных статьями, среди авторов которых есть представители данной страны. Пусть N_{jt} – количество научных статей, опубликованных страной j в году t в рассматриваемой области, а C_{jt} – количество полученных ими цитат. Тогда научное влияние страны j в году t определим как:

$$\{\text{Научное влияние}\}_{jt} \equiv C_{jt} / C_t \equiv (N_{jt} / N_t) \times [(C_{jt} / N_{jt}) / (C_t / N_t)], \quad (1)$$

где $N_t = \sum_j(N_{jt})$, $C_t = \sum_j(C_{jt})$. Выражение в квадратных скобках представляет собой относительный показатель цитирования статей, опубликованных j -й страной в t -м году. Применив к (1) логарифмическое дифференцирование, получим выражение для темпов роста:

$$\% \Delta \{\text{Научное влияние}\}_{jt} \equiv \% \Delta \{\text{Доля статей}\}_{jt} + \% \Delta \{\text{Относительный показатель цитирования}\}_{jt}. \quad (2)$$

Первый фактор в правой части (2) будем интерпретировать как «количество» исследований данной страны, второй – как их академический «импакт». Таким образом, принятая мера научного влияния позволяет соотнести, насколько изменения влияния страны со временем связаны с изменениями в «количестве» и «импакте» ее исследований.

Первая строка таблицы 2, например, показывает: в 2000–2007 гг. научное влияние США снизилось на 34,5% и могло бы снизиться на 37,3% из-за уменьшения импакта национальных статей, если бы одновременно их доля не выросла на 2,8%. В 2007–2014 гг. влияние страны упало еще больше (на 65,5%), но теперь уже в первую очередь из-за уменьшения доли статей. Согласно таблице 2 во второй период все страны-«старожилы» снизили, а «новички», напротив, повысили свое научное влияние, причем первые (исключая Японию) за счет ухудшения, а вторые (исключая Тайвань) за счет улучшения как в количестве, так и импакте производимых статей. У Японии вырос импакт, а у Тайваня слегка снизилась доля статей. Таким образом, «новички» продемонстрировали не только количественный, но и качественный рост. Китай и Сингапур поступательно наращивали влияние на протяжении обоих периодов, причем Сингапур – преимущественно за счет повышения импакта производимых У-нано статей. Индия и Южная Корея, несмотря на значительный рост объема национальных исследований в первом периоде, все же снизили свое влияние из-за сильного падения их воздействия. Однако во втором периоде обеим странам удалось отыграть влияние, причем Южная Корея добилась этого преимущественно за счет повышения импакта своих публикаций. Количественный рост в первую очередь определил успех позднего стартовавшего Ирана, хотя определенный вклад в него внесло и повышение академического импакта (табл. 2).

Таблица 2

Декомпозиция научного влияния стран из $G_1 \cup G_2$ (согласно уравнению (2))

Table 2

Decomposition of $G_1 \cup G_2$ countries scientific effect (according to equation (2))

| Страны | Процентное изменение результирующего и факторных показателей | | | | | |
|----------------|--|------------|---------|-----------------------------|------------|---------|
| | % изменения (2000–2007 гг.) | | | % изменения (2007–2014 гг.) | | |
| | научного влияния | количества | импакта | научного влияния | количества | импакта |
| США | -34,5 | +2,8 | -37,3 | -65,5 | -49,1 | -16,4 |
| Германия | +50,4 | -9,6 | +60,0 | -68,4 | -52,8 | -15,6 |
| Франция | -56,2 | -59,3 | +3,1 | -46,9 | -38,8 | -8,1 |
| Великобритания | +98,1 | -14,7 | +112,8 | -118,4 | -33,6 | -84,8 |
| Россия | -24,6 | -81,1 | +56,5 | -68,5 | -60,0 | -8,5 |
| Япония | -62,0 | -47,1 | -14,9 | -52,5 | -77,0 | +24,5 |
| Китай | +92,5 | +53,7 | +38,8 | +108,5 | +50,6 | +57,9 |
| Индия | -10,9 | +46,7 | -57,6 | +105,6 | +78,6 | +27,0 |
| Южная Корея | -17,8 | +96,8 | -114,6 | +72,0 | +33,1 | +38,9 |
| Иран | – | – | – | +176,9 | +165,5 | +11,4 |
| Тайвань | +83,1 | +50,8 | +32,3 | +3,8 | -8,5 | +12,3 |
| Сингапур | +68,0 | +29,0 | +39,0 | +102,4 | +43,3 | +59,1 |

Динамика научного влияния стран-«старожилов» также варьируется и может быть связана, например, с важными событиями в исследовании углеродных наноструктур. Так, Великобритания рекордно увеличила свое влияние в первом периоде, благодаря (вероятно) участию в высокоцитируемых публикациях по графену, однако затем не смогла удержать преимущества, уступив более активным соперникам. Германия и Россия также имели значительный рост импакта в первом периоде, однако в случае России он был перекрыт падением доли публикуемых У-нано статей. Во втором периоде обе страны практически на одинаковый процент снизили свое влияние, причем Россия почти полностью за счет уменьшения доли статей. Этот фактор стал также главным для поэтапного снижения научного влияния Франции (табл. 2).

Интересно отметить практическое совпадение состава стран в верхней и нижней частях таблиц П2.2 и П2.1 (приложение 2), что означает: страны, которые количественно росли с опережающим мир темпом, увеличили свое научное влияние в области; отстававшие же от темпов мирового роста страны, напротив, уменьшили свое влияние. Рост (снижение) импакта

только добавлял (уменьшал) проценты влияния. Исключение составила Греция, у которой рост импакта определил «перелом» в характере влияния с минуса на плюс. Совместно с анализом в группах G_1 и G_2 данное обстоятельство позволяет заметить, что в 2000–2014 гг. изменение *сравнительного* научного влияния стран в рассматриваемой области определял фактор «количественного», а не «качественного» роста. При этом национальные траектории влияния могли заметно различаться.

В настоящем разделе показан основной тренд в глобальном развитии исследований углеродных наноструктур – научное «наступление» Востока на Запад, – движущим фактором которого стал «количественный» рост. Тем не менее во многих случаях производство публикаций с более высоким воздействием может оказаться важнее, чем просто производство большего числа публикаций. Исходя из этого, в двух последующих разделах значительное внимание будет уделено анализу относительной цитируемости стран, а также топ-1% и топ-10% сегментам наиболее высокоцитируемых статей.

Список источников / References

1. Iijima S. Helical microtubules of graphitic carbon. *Nature*, 1991, 354 (6348), 56–58.
2. Novoselov K. S., Geim A. K., Morozov S. V., Jiang D., Zhang Y., Dubonos S. V., Grigorieva I. V., Firsov A. A. Electric field in atomically thin carbon films. *Science*, 2004, 306 (5296), 666–669.
3. Kroto H. W., Heath J. R., O'Brein S. C., Curl R. F., Smalley R. E. C₆₀: buckminsterfullerene. *Nature*, 1985, 318 (6042), 162–163.
4. Plume A. Buckyballs, nanotubes and graphene: on the hunt for the next big thing. *Research Trends*, 2010, 18, 5–7.
5. Noorden R. Chemistry: the trial of new carbon. *Nature*, 2011, 469 (7328), 14–16.
6. Milanez D. H., Schiavi M. T., Do Amaral R. M., Faria L. I. L., Gregolin J. A. R. Development of carbon-based nanomaterials indicators using the analytical tools and data provided by the web of science database. *Materials Research*, 2013, 16 (6), 1282–1293.
7. Braun T., Schubert A. P., Kostoff R. N. Growth and trends of fullerene research as reflected in its journal literature. *Chemical Reviews*, 2000, 100 (1), 23–38.
8. Marx W., Barth A. Carbon nanotubes – a scientometric study. *Carbon nanotubes*. Vukovar, 2010, 1–17.
9. Munoz-Sandoval E. Trends in nanoscience, nanotechnology, and carbon nanotubes: a bibliometric approach. *Journal of Nanoparticle Research*, 2014, 16 (1), 1–22.
10. Barth A., Marx W. Graphene – a rising star in view of scientometrics. 2008. URL: <http://arxiv.org/ftp/arxiv/papers/0808/0808.3320.pdf> (accessed 14.05.2017).
11. Lyu P. H., Wang G-F., Wan Y., Liu J., Liu Q., Ma F. Bibliometric trend analysis on global graphene research. *Scientometrics*, 2011, 88 (2), 399–419.
12. Plume A. Graphene: ten years of the 'gold rush'. *Research Trends*, 2014, 38, 13–15.
13. Терехов А. И., Мирабян Л. М., Мамаев В. Л. Комплексный подход к оценке развития научного направления с использованием компьютерных баз данных // Вестник РФФИ. 2002. № 2. С. 47–57; Terekhov A. I., Mirabyan L. M., Mamaev V. L. A comprehensive approach to assess the development of the scientific direction using computer databases. *Vestnik RFFI*, 2002, 2, 47–57. (In Russ.).
14. Terekhov A. I., Efremenkova V. M., Stankevich I. V., Krukovskaya N. V., Terekhov A. A. Information resources for evaluating the development of research direction – «fullerenes». *Fullerenes, Nanotubes, and Carbon Nanostructures*, 2006, 14, 2/3, 579–584.
15. Терехов А. И. Анализ процессов развития нанотехнологии (на примере углеродных наноструктур) // Экономика и математические методы. 2009. Т. 45, № 3. С. 12–27; Terekhov A. I. Analysis of the nanotechnology process development (a case of carbon nanostructures). *Ekonomika i matematicheskie metody*, 2009, 45 (3), 12–27. (In Russ.).
16. UNCTAD handbook of statistic / Geneva, Switzerland: United Nations conference on trade and development. *UNCTAD handbook of statistics*. 2006. Geneva, 2007. 471 p. URL: http://unctad.org/en/Docs/tdstat31_en.pdf (accessed 12.04.2017).
17. Tijssen R. J. W., Visser M. S., Van Leeuwen T. N. Benchmarking international scientific excellence: are highly cited research papers an appropriate frame of reference? *Scientometrics*, 2002, 54 (3), 381–397.
18. Terekhov A. I. Bibliometric spectroscopy of Russia's nanotechnology: 2000–2014. *Scientometrics*, 2017, 110 (3), 1217–1242.
19. King D. A. The scientific impact of nations. *Nature*, 2004, 430 (6997), 311–316.

Страны и блоки стран, участвующие в рассмотрении

Countries and blocks of countries under consideration

Наиболее активными в изучении углеродных наноструктур в период 2000–2015 гг. были 30 стран, географически представляющие:

- **Европу**: 12 стран из ЕС–28 (Германия, Великобритания, Франция, Испания, Италия, Нидерланды, Швейцария, Бельгия, Швеция, Финляндия, Польша, Греция), а также Россия и Украина;

- **Азию**: 7 стран, объединенных нами в условный блок «АЗИЯ–7» (Китай, Индия, Япония, Южная Корея, Сингапур, Тайвань, Иран), а также Турция, Израиль, Малайзия и Саудовская Аравия;

- **Северную Америку**: США, Канада, Мексика;

- **Южную Америку**: Бразилия;

- **Австралию**.

Приложение 2

Таблица П2.1

Относительные показатели и ранжирование стран, не вошедших в $G_1 \cup G_2$, по производству У-нано статей, 2000–2015 гг.

Table S2.1

Relative parameters and ranking of countries not included in $G_1 \cup G_2$ on producing-nanoarticles, 2000–2015

| Страна | Относительные показатели | | |
|-------------------|---------------------------------|--|---|
| | Показатель относительного роста | Конкурентная доля в мировом выходе У-нано статей | Ранг страны по производству У-нано статей |
| Турция | 1,46 | 0,4 ↑ 1,1 | 31 ↑ 21 |
| Австралия | 1,35 | 1,4 ↑ 2,9 | 21 ↑ 10 |
| Финляндия | 1,19 | 0,4 ↑ 0,6 | 33 ↑ 27 |
| Бразилия | 1,14 | 1,1 ↑ 1,4 | 25 ↑ 19 |
| Канада | 1,11 | 1,6 ↑ 2,0 | 18 ↑ 16 |
| Малайзия | 3,21 ^a | – ↑ 1,6 | – ↑ 17 |
| Саудовская Аравия | 4,19 | – ↑ 1,6 | – ↑ 18 |
| Греция | 0,98 | 0,6 ↔ 0,6 | 29 ↓ 30 |
| Испания | 0,96 | 2,7 ↓ 2,5 | 9 ↓ 12 |
| Польша | 0,76 | 2,2 ↓ 1,3 | 13 ↓ 20 |
| Италия | 0,75 | 4,5 ↓ 2,6 | 8 ↓ 11 |
| Швеция | 0,73 | 1,8 ↓ 1,0 | 16 ↓ 22 |
| Мексика | 0,63 | 1,5 ↓ 0,7 | 19 ↓ 25 |
| Украина | 0,61 | 0,9 ↓ 0,4 | 27 ↓ 39 |
| Швейцария | 0,56 | 2,3 ↓ 0,9 | 12 ↓ 23 |
| Бельгия | 0,49 | 2,6 ↓ 0,8 | 10 ↓ 24 |
| Израиль | 0,49 | 1,3 ↓ 0,4 | 22 ↓ 37 |
| Нидерланды | 0,45 | 2,2 ↓ 0,6 | 14 ↓ 28 |

Примечание. ^a Из-за нулевой базы в 2000 г. показатели для Малайзии и Саудовской Аравии рассчитаны за период 2009–2015 гг. Там, где процентные показатели у стран совпадают (3-й столбец), различие занимаемых мест осуществлено путем учета сотых долей процента.

Декомпозиция научного влияния стран, не вошедших в $G_1 \cup G_2$, (согласно уравнению (2))

Table S2.2

Decomposition of the scientific impact of countries not included in $G_1 \cup G_2$, (according to equation (2))

| Страны | Процентное изменение результирующего и факторных показателей (2000–2014 гг.) | | |
|-------------------|--|--------------|----------|
| | «научное влияние» | «количество» | «импакт» |
| Турция | +184,7 | +91,2 | +93,5 |
| Австралия | +108,9 | +62,2 | +46,7 |
| Финляндия | +66,5 | +52,6 | +13,9 |
| Греция | +48,6 | -11,3 | +59,9 |
| Бразилия | +13,5 | +36,8 | -23,3 |
| Саудовская Аравия | +228,3 ^a | +195,5 | +32,8 |
| Малайзия | +186,4 | +141,8 | +44,6 |
| Канада | -2,0 | +5,0 | -7,0 |
| Испания | -11,6 | -0,9 | -10,7 |
| Польша | -24,3 | -59,2 | +34,9 |
| Швеция | -27,2 | -74,2 | +47,0 |
| Украина | -29,0 | -67,1 | +38,1 |
| Италия | -40,0 | -60,6 | +20,6 |
| Швейцария | -85,8 | -103,9 | +18,1 |
| Бельгия | -111,7 | -110,9 | -0,8 |
| Израиль | -124,2 | -109,2 | -15,0 |
| Мексика | -158,0 | -99,6 | -58,4 |
| Нидерланды | -167,5 | -129,6 | -37,9 |

Примечание. ^a) Показатели для Саудовской Аравии и Малайзии рассчитаны за период 2009–2014 гг.

Продолжение следует.

Материал поступил в редакцию 18.09.2017 г.

Сведения об авторе: Терехов Александр Иванович – кандидат физико-математических наук,
ведущий научный сотрудник лаборатории прикладной эконометрики