

УДК 001.92

## Библиометрический метод кодификации информации о производстве научного знания

А. И. Терехов

*АЛЕКСАНДР ИВАНОВИЧ ТЕРЕХОВ — кандидат физико-математических наук, ведущий научный сотрудник Центрального экономико-математического института РАН (ЦЭМИ РАН). Область научных интересов: математическая экономика, науковедение.*

*117418 Москва, Нахимовский просп., д. 47, ЦЭМИ РАН, тел. (095)332-42-45*

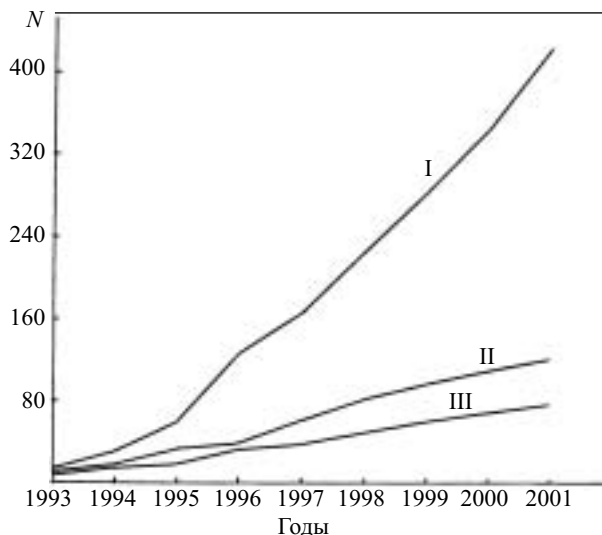
Вопросам кодификации как важнейшему инструменту управления научными знаниями уделяется в последнее время весьма серьезное внимание [1]. Одним из объектов такой кодификации (а именно, сжатия, формализации) должна стать, на наш взгляд, информация о процессах производства самих этих знаний. Определенными возможностями для выполнения данной задачи обладает метод библиометрической квантификации: в наукометрии его применяют для обнаружения появления, описания закономерностей роста отдельных областей и подобластей науки, научно-технических направлений. Источниками библиометрических данных выступают как правило статьи, диссертации, патенты, гранты и т. д. В настоящей заметке в качестве примера рассмотрена достаточно молодая междисциплинарная область — нанонаука и нанотехнология, имеющая дело с материалами и структурами, размеры которых достигают одной миллиардной доли метра — нанометра. Нанотехнология является одной из ключевых технологий XXI в., оказывающей революционизирующее воздействие на информационные технологии, создание материалов и медицины. Известно, например, что в январе 2000 г. президент США выступил с национальной нанотехнологической инициативой, попросив у Конгресса США в последующие пять лет удвоить расходы на развитие исследований в этой области. К основным направлениям, на которых согласно Инициативе следует сосредоточить долгосрочное внимание исследователей, относятся: создание многотеррабитных устройств памяти и значительное увеличение быстродействия компьютеров; изготовление материалов и изделий «снизу вверх», т. е. их сборка из отдельных атомов и молекул; разработка материалов, которые будут столь же прочными, как сталь, но раз в десять легче нее; использование систем доставки генов и лекарств к канцерогенным клеткам, нанотехнологических контрастных агентов для томографии и прицельное воздействие на человеческие органы и др. [2]. Неудивителен интерес зарубежных науковедов к изучению развития этой высокоперспективной области науки и технологий. Согласно наукометрическому анализу [3], число опубликованных статей в «нанообласти» с начала 1990-х гг. растет экспоненциально с периодом удвоения 1,6 года, при-

чем с наибольшей скоростью растет число исследований, посвященных углеродным нанотрубкам. Наукометрический анализ, основанный на журнальных публикациях и патентных данных, выполнен в [4]. Что же касается отечественного прикладного науковедения, то, насколько нам известно, ничего подобного в отношении нанонауки и нанотехнологий до сих пор не предпринималось.

В Российском фонде фундаментальных исследований (РФФИ) за период его деятельности с 1993 по 2001 гг. конкурсный отбор на предоставление гранта прошли более 25 тыс. инициативных исследовательских проектов в области естественных наук (см. Информационные бюллетени РФФИ\* № 1–9). Это достаточно представительный источник библиометрических данных, пока еще не вовлекавшихся в научный оборот. Следует сразу отметить, что публикуемые сообщения о выделенных грантах как объект библиометрического анализа обладают спецификой: в отличие от статей и патентов в них содержатся сведения не о выполненных, а о проектируемых исследованиях, будущий успех (или неуспех) которых может зависеть от ряда факторов и гарантируется лишь системой рецензирования и конкурсного отбора, принятого в данном Фонде. Однако такой анализ представляется полезным, поскольку способен отражать динамику интереса научного сообщества к той или иной тематике, определяющего в конечном итоге интенсивность ее развития.

В качестве основы для анализа нами отобраны 425 инициативных исследовательских проектов, удостоенных грантов РФФИ в период с 1993 по 2001 гг., в названиях которых встречаются слова с приставкой «нано-» (см. Примечание 1). Распределение «нано-проектов» по областям науки согласно классификации РФФИ (физика, астрономия — 55,8%; химия — 41,7%; математика, информатика, механика — 1,6%; науки о Земле — 0,7%; биология, медицинская наука — 0,2%) показывает, что объекты наномира являются предметом интереса главным образом физиков и химиков. Удивляет последнее место биологии и медицинской науки с их десяти-

\* В списках, помещенных в бюллетенях, указаны руководители, названия, коды проектов и организации, в которых выполняются проекты.



**Рост числа исследовательских проектов РФФИ, в названиях которых встречаются: слова с приставкой «нано-» (I); ключевое слово «фуллерен» и химические формулы  $C_{60}$ ,  $C_{70}$  и др. (II); слова с приставкой «фемто-» (III).**

$N$  — суммарное число проектов нарастающим итогом

ми долями процента. Для сравнения: в структуре отобранных «нано-статей», опубликованных в 1991–1996 гг., на долю науки о живом приходилось 5,4% [4]. Согласно рисунку, отражающему суммарное число профинансированных исследовательских проектов, начиная с 1996 г., «нано-область» растет практически экспоненциально, что выделяет ее на фоне даже таких быстро развивающихся научно-технических направлений, как «фуллерены» и «фемтосекундная оптика и лазерная фемтотехнология; фемтохимия», взятых нами для сравнения. Подогнанная экспоненциальная кривая имеет вид:

$$\Pi(t) = 131e^{0,2444t}$$

где  $\Pi(t)$  — суммарное число грантов, выделенных на финансирование исследовательских проектов в данной области к моменту времени  $t$  ( $t = T - T_0$ ;  $T \geq T_0$  — календарный год;  $T_0$  — 1996 г.). Время удвоения, равное 2,8 года, отражает достаточно быстрый темп роста.

Число «нано-терминов», встретившихся в названиях проектов, составило 68:43 существительных (от «нано-биотехнология» до «наноэлектроника»); 25 прилагательных (от «наногетерогенный» до «наноэлектронный»). Некоторые термины (типа «наносекундный», «нанограммовый»), число которых невелико, были исключены как не относящиеся непосредственно к рассматриваемой теме. В порядке сравнения: объем терминологического «нано-словаря» отобранных нами по названиям 425 исследовательских проектов РФФИ оказался в 3,4 раза беднее такого же словаря отобранных по заголовкам (из базы «Индекс научного цитирования» Института научной информации США) 4152 статей за период 1986–1995 гг. [3]. Приведем относительную частоту употребления первых восьми однокоренных «нано-терминов» в названиях проектов:

Термин	Частота употребления, %
[Наноструктур] (-а; -ный; -ированный)	36,8
[Нанокристалл] (-ический; -итный)	11,0
Наночастица	7,8
[Нанотруб] (-ка; -ный)	6,4
[Нанокомпозит] (-ный)	5,9
[Нанометр] (-овый)	5,3
[Наноразмер] (-ный)	4,8
[Нанокластер] (-ный)	3,2

Приведенные показатели отражают структуру современных ориентиров развития «нанонауки» в фундаментальных исследованиях российских ученых. Об интенсивности роста ее отдельных подобластей может говорить время удвоения числа исследовательских проектов, в названиях которых встречается соответствующий «нано-термин». Для первых четырех подобластей этот параметр имеет следующие значения (в годах): 2,6; 3,2; 2,1; 2,1. Интересно проследить аналогичные ориентиры в изобретательской деятельности. В базе данных «Патенты России» (1994–2001 гг.) Роспатента по состоянию на 05.09.2001 г. были отобраны 25 патентов и 31 заявка на изобретения, в названиях которых встречались слова с приставкой «нано-» (как и в случае проектов термин «наносекундный» был исключен) (см. Примечание 2). По относительной частоте употребления первые три места занимают следующие «нано-термины»: [наноструктур] (-а, -ный) — 25,9%; наночастица — 13,8%; нанотрубка — 10,3%. Таким образом, основными объектами научного и изобретательского интереса в «нано-области» в настоящее время являются наноструктуры, наночастицы и нанотрубки, причем в двух последних подобластях исследования наиболее интенсивны. Нельзя не отметить существенного отставания патентной активности в рассматриваемой области от проводимых исследований: в среднем 21 проект на 1 патент, полученный российскими заявителями (к примеру, в фуллеренах это соотношение составляет 2,7:1). Добавим, что из 31 заявки на патенты РФ, находящейся в настоящее время в компьютерной базе, 25 принадлежат иностранным заявителям (фирмам США, Франции, Израиля и др.). Незначительная частота употребления в названиях проектов и патентов таких терминов, как «нано(био)технология» и «нанотехнологический» (всего четыре раза), косвенно свидетельствует также о том, что получаемые новые знания в области «нанонауки» пока еще далеки от воплощения в конкретные «нанотехнологии». Конечно, приведенные предварительные результаты требуют дополнения и перепроверки, например, с использованием журнальных публикаций, экспертных оценок и т. д., однако в качестве первого приближения они в сжатом виде дают достаточно структурированное представление о характере и направлениях развития рассматриваемой научно-технической области.

#### Примечания

1. Список слов с приставкой нано-, встретившихся в названиях инициативных исследовательских проектов РФФИ: ~биотехнология, ~волокна,

~гетероструктура, ~графит, ~дисперсия, ~домен, ~идентификация, ~индивид, ~ионика, ~капсулянт, ~керамика, ~кластер, ~коллоид, ~композиция, ~композит, ~кристалл, ~ламинат, ~магнит, ~масштаб, ~материал, ~метр, ~неоднородность, ~объект, ~оптика, ~островок, ~полупроводник, ~пора, ~пористость, ~порошок, ~пудра, ~размер, ~резонатор, ~свойство, ~система, ~скопия, ~слой, ~стекло, ~структура, ~структурирование, ~технология, ~трубка, ~частица, ~электроника; ~гетерогенный, ~дисперсный, ~капсулированный, ~кластерный, ~композитный, ~кристаллический, ~кристаллитный, ~локальный, ~масштабный, ~мерный, ~метрический, ~метровый, ~микронный, ~молекулярный, ~оксидный, ~пористый, ~размерный, ~скопический, ~слоевый, ~структурированный, ~структурный, ~трубный, ~фазный, ~фибриллярный, ~электронный.

2. Список слов с приставкой нано-, встретившихся в названиях патентов и заявок на изобре-

тения: ~волокна, ~дисперсия, ~капсула, ~композит, ~кристалл, ~литограф, ~литография, ~метр, ~пигмент, ~скоп, ~структура, ~трубка, ~частица, ~эмульсия; ~кристаллический, ~метрический, ~структурный, ~технологический, ~фильтрационный.

\* \* \*

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проект № 00-06-80251).

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Технологическая база новой экономики. Кодификация знаний и опыта, 2001, Пилотный номер, с. 2–6.
2. Комаров С. М. Химия и жизнь, 2000, № 5, с. 10–17.
3. Braun T., Schubert A., Zsindely S. Scientometrics, 1997, v. 38, № 2, p. 321–325.
4. Meyer M., Persson O. Ibid., 1998, v. 42, № 1, p. 195–205.