

**ЭЛЕКТРОНИКА И ЭЛЕКТРОХИМИЯ.  
ВЗАИМНОЕ ВЛИЯНИЕ И РАЗВИТИЕ.  
НАУКОМЕТРИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ МИРОВЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ  
ПОТОКОВ В ОБЛАСТИ ЭЛЕКТРОХИМИИ В 1999–2002 гг.\***

*Институт прикладной физики АН РМ,  
ул. Академией, 5, г. Кишинев, MD-2028, Молдова*

Изучение процесса развития науки и ее влияния на развитие общества и цивилизации в целом может основываться на применении различных моделей – экономической, политической, социологической, логической, гносеологической, демографической, информационной и др. Моделью, допускающей количественный анализ, и наиболее активно и широко в настоящее время используемой, является информационная модель. В рамках этой модели наука рассматривается как самоорганизующаяся система, управляемая своими информационными потоками. Развитие науки при таком подходе изучается как развитие ее информационных потоков [1].

Развитие науки как мирового информационного процесса, с одной стороны, и достижения вычислительной техники, создание новых информационных технологий, с другой, определили развитие новой отрасли знания – наукометрии – количественного анализа мировых информационных потоков. В США эффективно работает обладающий мировой известностью Институт научной информации (Филадельфия), который издает журнал «Science Citation Index» (SCI – индекс научных ссылок). Индекс научных ссылок, как инструмент анализа цитируемости в научных публикациях, служит одним из основных показателей для оценки эффективности исследований. Информационные потоки, поступающие от исследователей различных стран, в настоящее время уже могут использоваться в качестве показателя общего уровня (в том числе экономического) развития государства.

В качестве примера можно привести данные, характеризующие информационные потоки от исследователей различных стран мира по данным SCI за 1996 – 2000 гг. (табл. 1). В таблице представлен (в процентах от общего количества статей, анализируемых SCI) вклад разных стран [2]. При этом следует учесть, что в SCI анализируются далеко не все, а приблизительно 3800 (из более чем 100 тысяч) издаваемых в мире научных журналов с наиболее высоким рейтингом по уровню их вклада в мировой информационный процесс.

Из данных табл. 1 видно, что ~ 90% всей мировой научной информации обеспечивается исследователями 20 стран, причем ~ 70% всей научной информации в сфере академической и университетской науки приходится на долю представителей высокоразвитых в промышленном отношении стран (то есть США, Великобритании, Японии, России и др., в том числе на долю США приходится 30%).

Сравнение данных за 1996 – 2000 гг. с аналогичными данными более раннего периода (1994 г.) [3, 4] показывает, что картина изменяется относительно мало, если не считать уменьшения доли России (с 4,09% в 1994 году до ~ 3,10% в 1996 – 2000 гг. с переходом на следующее место), а также увеличения на ~ 85% доли Китая (с 1,34 до 2,50%) с переходом на 6 мест вверх на 9 место и более чем двукратное увеличение вклада Южной Кореи (с 0,55 до 1,17%) с переходом на 10 мест вверх на 16-е место (табл. 1).

Эти данные показывают распределение по странам объема публикаций по всем отраслям знания. Аналогичное распределение по отдельным наукам может сильно отличаться от представленного в табл. 1. Целью настоящей работы является наукометрический анализ распределения мировых информационных потоков в области электрохимии.

---

\* Доклад на заседании Международной школы-семинара по прикладной электрохимии и электрическим методам обработки материалов «Петровские чтения» 13 мая 2003 г.

Таблица. 1. Вклад в мировой информационный процесс различных стран мира (первые 20 стран)

№ п/п	Страна	1994		1996-2000 гг.		№ п/п	Страна	1994		1996-2000 гг.	
		%	место	%	% [2]			%	место	%	% [2]
1	США	30,8	1	30,5	35,05	11	Испания	2,03	11	2,39	2,75
2	Великобритания	7,92	3	8,16	9,39	12	Голландия	2,28	9	2,23	2,57
3	Япония	8,24	2	8,16	9,38	13	Индия	1,64	13	1,86	2,14
4	Германия	7,18	4	7,56	8,69	14	Швеция	1,84	12	1,77	2,03
5	Франция	5,65	5	5,51	6,34	15	Швейцария	1,64	14	1,61	1,85
6	Канада	4,30	6	4,03	4,64	16	Южная Корея	0,55	26	1,17	1,35
7	Италия	3,39	8	3,51	4,04	17	Бельгия	1,06	17	1,14	1,31
8	Россия	4,09	7	3,10	3,57	18	Израиль	1,07	16	1,09	1,25
9	Китай	1,34	15	2,50	2,88	19	Тайвань	0,81	20	1,05	1,21
10	Австралия	2,15	10	2,46	2,83	20	Польша	0,91	19	1,01	1,16

### Объект исследования. Основные каналы информации в области электрохимии

В настоящей работе рассматриваются результаты, полученные на основе анализа публикаций в журналах, включенных в указатель цитируемости журналов “Journal Citation Reports” (JCR) по разделу «Электрохимия». Список этих журналов приведен в табл. 2. За последние несколько лет список значительно расширился. Еще в 1994 г. по разделу «Электрохимия» JCR анализировались только первые 7 журналов. Сейчас их 15. В настоящем исследовании анализировались публикации за 1999 – 2002 гг. в 12 из 15 указанных журналов. Анализировались все публикации за 1999 – 2002 гг. в 3 ведущих журналах рассматриваемого раздела (“J. Electrochemical Society”, “J. Electroanalytical Chemistry” и “Electrochimica Acta”), а также в 12 журналах (указанных в табл. 2) за 1999 и 2002 гг. Это позволило не только определить распределение информационных потоков по различным регионам и странам, но и его динамику.

Безусловно, принятый подход, при котором анализировались только статьи из раздела «Электрохимия», охватывает далеко не все информационные потоки, поскольку различные (и зачастую весьма глубокие и важные) работы в области электрохимии публикуются не только в этих журналах, а также в таких, например, как “Thin Solid Films” или “Bioelectrochemistry”, в различных журналах коррозионного профиля (например, “Защита металлов”), национальных, неэлектрохимических, обзорных журналах, и др. Следует учесть также, что журналы, анализируемые JCR, охватывают только ~ 6% всей мировой информации (~ 5700 журналов) (в частности, «Электронная обработка материалов» не входит в этот список).

Нужно отметить важную особенность представленного списка, который отражает наблюдаемые тенденции в развитии электрохимии, что и учитывается при определении списка анализируемых SCR журналов. Эта особенность заключается в том, что электрохимия все в большей степени становится связанной с физикой твердого тела, что отражается даже в названиях журналов (например, “Electrochemical and Solid State Letters”). Как будет показано ниже, это приводит к достаточно неожиданным результатам.\*

В табл. 2 представлены количественные характеристики по рассматриваемым журналам: общее количество работ, доля работ выполненных совместно исследователями разных стран, среднее количество авторов публикаций, а также страны, лидирующие по числу публикаций в рассматриваемом журнале. Учитывались только научные сообщения (научные статьи, обзоры, краткие сообщения). Если работа выполнялась исследователями разных стран, то определялась доля, приходящаяся на данную страну в соответствии с количеством авторов из этих стран (сумма этих долей равна 1). Доля работ (в %), выполненных в рамках международного сотрудничества, оценивалась как отношение работ с участием представителей разных стран к общему количеству статей, опубликованных в данном журнале. Такой же анализ проводился и по всем публикациям за 1999 г. с целью исследования динамики этого наукометрического показателя.

Результаты, представленные в табл. 1, получены на основе данных SCI [2, 3], однако методы подсчета вклада исследователей разных стран различались. Так, данные, отражающие вклад за 1994 г., получены с учетом доли исследователей соответствующих стран от общего количества авто-

\* Авторы осознают возможность возражений в связи с произвольностью определения выборки анализируемых источников информации, однако они следуют общепринятой методике.

ров конкретной статьи. Поэтому каждая статья рассматривается только один раз (сумма долей авторов разных стран равна 1), а сумма вкладов всех стран равна 100% [3]. Данные же за 1996 – 2000 гг. получены без учета доли авторства, то есть считается, что исследователи каждой из стран-участниц являются авторами одной статьи. Поэтому сумма учтенных таким образом публикаций превышает 100% [2]. Это хорошо иллюстрирует табл. 1, в которой сумма вклада только приведенных 20 стран за 1996 – 2000 гг. превышает 104%. С целью получения взаимно согласованных результатов применен следующий прием. В соответствии с данными табл.2 количество работ, выполненных с международным участием, составляет ~ 15%. Поэтому распределение за 1996 – 2000 гг. скорректировано простым делением на коэффициент 1,15 на основе предположения, что указанная доля совместных работ характерна для всех наук в целом. Величина возможной ошибки при такой коррекции оценивалась по доле работ с международным участием для ряда стран, представленных в табл. 1, и не превышала 3%.

Необходимо отметить, что разные журналы имеют различный «вес», определяемый объемом журнала, а следовательно, количеством публикуемых статей. Так, например, количество статей в ведущем электрохимическом журнале “J. Electrochemical Society” составляет ~ 21%, а, например, публикации в “Chemical Vapor Deposition” только ~ 1 % от общего количества учтенных публикаций (табл. 2).

В приведенный список входят не только международные журналы (такие как “Electrochim. Acta”, “J. Electroanal. Chem.”, но и национальные (“J. Electrochem. Soc” (журнал Американского электрохимического общества), “Electrochemistry” (“Denki Kagaku” – японский электрохимический журнал), “Russian J. of Electrochemistry” (“Электрохимия” – российский электрохимический журнал, объединяющий исследователей в основном из стран СНГ и Балтии). При этом следует отметить, что, например, “J. Electrochem. Soc.” давно перестал быть национальным, а по существу, является международным журналом (табл. 2). Как будет показано ниже, и в таких национальных журналах, как “Denki Kagaku” и “Электрохимия”, процент работ с международным участием постоянно возрастает, что является одной из тенденций современного развития науки.

По представленным данным видно, исследователи каких стран вносят максимальный вклад в информационный поток по данному журналу. За исключением журналов “Denki Kagaku” и “Электрохимия”, в которых публикации исследователей Японии и России соответственно составляют подавляющее большинство, в остальных наблюдается гораздо более равномерное распределение между исследователями различных стран.

Всего было учтено 3380 публикаций за 1999 г., 3430 – за 2002 г. и в трех ведущих журналах 6493 за период 1999 – 2002 гг. (число публикаций в этих журналах составило 1674 в 1999 году (~50% от общего количества) и 1572 в 2002 году (~ 46%), что позволяет считать такую выборку достаточно представительной).

### **Особенности распределения мировых информационных потоков в области электрохимии**

В табл. 3 дано распределение вклада по 10 ведущим странам мира. Там же приведен вклад данной страны, рассчитанный только по публикациям в трех вышеуказанных ведущих журналах («J. Electrochem. Soc», «J. Electroanal. Chem.», «Electrochim. Acta») за 1999 – 2002 гг. Видно, что на долю исследователей этих 10 стран приходится ~70% всей мировой информации. Однако представленное распределение значительно отличается от приведенного в табл. 1 резким увеличением доли стран Юго-Восточной Азии (Японии, Южной Кореи, Китая, Тайваня). Если вклад этих стран (а также Сингапура) в общий мировой информационный поток составляет ~13%, то в аналогичный поток по разделу «Электрохимия» ~33%. Следует подчеркнуть, что этот вклад практически одинаков независимо от того, как его рассчитывать: по общему объему публикаций или объему публикаций в ведущих журналах. (Например, оценка уровня вклада по публикациям в «J. Electrochem. Soc.» в 2002 г. дает ~36% (табл. 4).

Видимо, вполне обоснованно можно предположить, что наблюдаемые различия обусловлены спецификой электрохимии как науки, тесно связанной с развитием электронной промышленности. Известно, что одной из основных особенностей стран Юго-Восточной Азии является широкое развитие в этом регионе электронной промышленности, что обусловлено сугубо экономическими причинами (относительная дешевизна рабочей силы, низкая энергоемкость производства, относительно малые объемы капиталовложений). Однако развитие электронной промышленности неизбежно влечет за собой развитие науки (в том числе и электрохимии), причем науки достаточно высокого уровня.

Большая доля азиатских стран в электрохимических исследованиях влечет за собой снижение вклада в общий информационный поток в этой области исследователей других регионов. Это хорошо

видно на примере США, доля которых в числе публикаций по всем наукам составляет ~ 30% и лишь ~ 17% в области электрохимии. Напротив, при доле Японии ~ 8% публикаций по всем наукам в электрохимии ее доля достигает тоже ~ 17%. Относительно высокий уровень вклада электрохимиков России имеет своеобразную особенность: он достигается в значительной степени за счет русскоязычного журнала «Электрохимия» («Russian J. of Electrochemistry»), «весовая доля» статей, которого составляет ~ 6% от общего количества статей (табл. 2). В силу традиционной ориентации электрохимиков России (а также стран СНГ) именно на этот журнал доля их публикаций в других журналах существенно ниже (см. табл. 3, 4).

Таблица. 2. Характеристика журналов, анализируемых JSR по разделу «Электрохимия» (2002 г.)

№ п/п	Название журнала	Количество статей	Число авторов на статью	Доля работ с международным участием, %	Ведущие страны
1	<i>J. Electrochemical Society</i>	722	4,0	12	США – 30% Япония – 18% Южная Корея – 9%
2	<i>J. Electroanalytical Chemistry</i>	428	3,4	16	США – 13% Япония – 13% Великобритания – 11%
3	<i>Electrochimica Acta</i>	422	3,7	17	США – 13% Япония – 13% Франция – 11%
4	<i>J. Applied Electrochemistry</i>	177	4,1	20	Япония – 9% Франция – 7% Китай – 7%
5	<i>J. Power Sources</i>	477	3,7	10	США – 23% Южная Корея – 17% Япония – 11%
6	<i>Electrochemistry (Denki Kagaku)</i>	174	3,1	10	Япония – 97% Китай – 1% США – 1%
7	<i>Электрохимия (Russian J. of Electrochemistry)</i>	205	3,3	12	Россия – 79% Литва – 3% Украина – 3%
8	<i>Sensors and Actuators B: Chemical</i>	310	4,1	15	Япония – 13% США – 13% Китай – 12%
9	<i>Electrochemical and Solid State Letters</i>	200	4,1	32	США – 34% Япония – 22% Южная Корея – 12%
10	<i>Electrochemical Communications</i>	195	3,6	22	Япония – 13% США – 11% Китай – 10%
11	<i>J. Solid State Electrochemistry</i>	78	3,3	22	Германия – 9% США – 7% Франция – 6% Тайвань – 6%
12	<i>Chemical Vapor Deposition</i>	42	4,6	17	Южная Корея – 19% Япония – 18% Великобритания – 14%
13	<i>Bulletin of Electrochemistry</i>	–	–	–	
14	<i>Corrosion Review</i>	–	–	–	
15	<i>New Materials for Electrochemical Systems</i>	–	–	–	

Таблица. 3. Распределение вклада ведущих стран в мировой информационный процесс в области электрохимии

№ п/п	Страна	Доля в общем количестве публикаций, %	
		2002	1999 – 2002*
1	США	17,3	20,0
2	Япония	17,3	16,6
3	Южная Корея	6,41	5,29
4	Россия	5,57	1,19
5	Франция	5,55	7,59
6	Китай	4,84	3,69
7	Германия	4,75	5,18
8	Великобритания	4,35	3,65
9	Тайвань	3,20	3,04
10	Италия	2,78	3,14
	<i>Итого</i>	72,05	69,37

\* По трем ведущим журналам за период 1999 – 2002 гг.

Табл. 4. Динамика вклада исследователей различных стран в общий объем публикаций журнала “J. Electrochemical Society” за 1999 – 2002 гг

№ п/п	Страна	Доля в общем количестве публикаций по годам, %			
		1999	2000	2001	2002
1	США	35,82	29,5	28,3	30,2
2	Япония	17,7	20,7	18,0	17,8
3	Южная Корея	6,19	8,87	9,42	9,37
4	Тайвань	5,33	4,83	4,84	4,99
5	Франция	5,20	4,18	5,43	4,62
6	Канада	3,41	4,37	3,25	3,40
7	Германия	3,40	2,64	2,66	2,38
8	Бельгия	2,32	1,43	1,42	0,62
9	Китай	2,23	1,31	2,69	2,75
10	Италия	2,13	1,57	2,89	2,71
11	Великобритания	1,97	2,22	2,17	1,90
12	Швеция	1,53	2,68	1,62	2,12
13	Испания	1,44	2,20	2,14	2,34
14	Швейцария	1,42	1,73	1,26	0,74
15	Голландия	1,39	1,25	2,31	1,39
16	Польша	0,83	0,58	0,55	1,05
17	Сингапур	0,74	0,88	1,42	1,47
18	Индия	0,71	0,42	2,66	0,79
19	Норвегия	0,53	0,34	0,14	0,76
20	Израиль	0,47	1,33	1,25	1,08
	<i>Итого</i>	94,66	93,03	94,12	93,08

Сделанный вывод иллюстрируется диаграммой на рис. 1, на котором приведены значения логарифмов отношения доли публикаций по электрохимии к доле публикаций по всем наукам для десяти ведущих стран в области электрохимии в 2002 г. ( $K_1$ ). Это отношение является полуколичественной характеристикой интенсивности развития рассматриваемой отрасли науки по отношению ко всем наукам.

По определению доля публикаций по всем наукам и доля публикаций по электрохимии (или другой науке) для конкретной страны равны соответственно:

$$k_{\Sigma}^i = \frac{n}{N},$$

где  $n$  – число публикаций данной страны,  $N$  – общее оцениваемое число публикаций в мире;

$$k_{\text{ЭХ}}^i = \frac{m}{M},$$

где  $m$  – число публикаций исследователей данной страны и  $M$  – общее число публикаций по электрохимии. Поскольку общее количество публикаций по электрохимии составляет лишь часть общего объема научной информации, то  $M = cN$  и, следовательно,

$$k_{\text{ЭХ}}^i = \frac{m}{cN}, \text{ а } K_1 = \frac{k_{\text{ЭХ}}^i}{k_{\Sigma}^i} = \frac{m}{cn}.$$

При  $\lg K_1 > 0$  интенсивность развития данной отрасли науки выше, чем науки в целом в этой стране. Видно, что максимальные значения  $K_1$  у азиатских стран (Южной Кореи, Тайваня, Японии, Китая). Рис. 1 наглядно демонстрирует также особенности российских публикаций (положительные значения  $\lg K_1$ , при оценке доли публикаций по всем журналам, и отрицательное значение – по публикациям в трех ведущих).

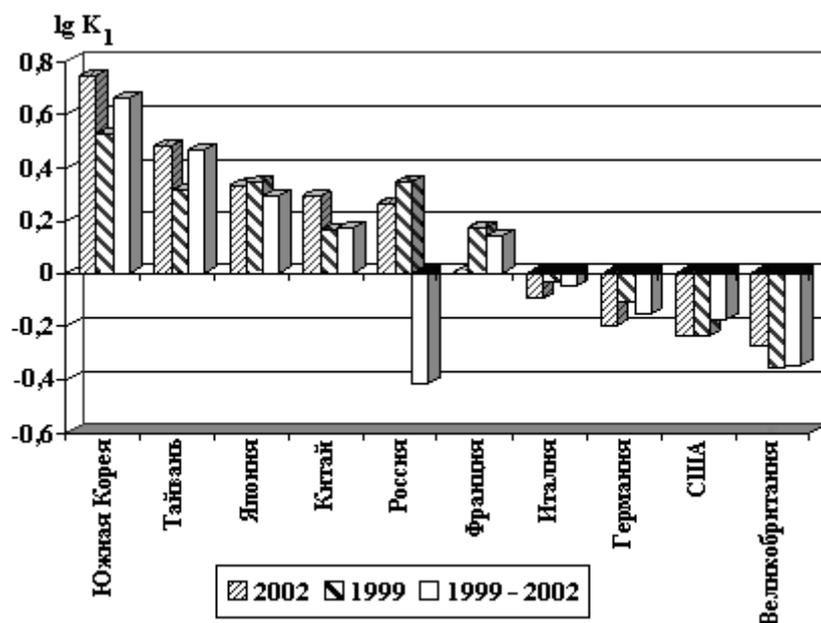


Рис. 1. Отношение доли публикаций в области электрохимии к доле публикаций по всем отраслям знания ( $K_1$ ) для десяти ведущих стран в области электрохимии по результатам анализа журналов, входящих в список JSR. За 1999–2002 гг. данные получены по трем ведущим журналам

Второй особенностью полученного распределения является более высокая его однородность. Если рассматривать вышеприведенные потоки информации в качестве аналога внутреннего валового продукта (ВВП) только в сфере науки, то в качестве количественной оценки однородности распределения можно использовать аналог так называемого коэффициента Джинни, широко используемого в социологии. Метод его расчета показан на рис. 2. Строится зависимость суммарного вклада в информационный поток (при этом осуществляется суммирование вкладов всех стран, начиная с лидирующих, до конечной величины 1) от суммарной доли населения стран, обеспечивающих этот вклад. По площадям под полученными кривыми I (или II) (рис. 2) рассчитывается коэффициент Джинни (или его аналог, названный нами коэффициентом неравномерности распределения КН).

$$КН = S_p/S_{\text{ABC}}, \quad (1),$$

где  $S_p$  – площадь, ограниченная кривой распределения (I или II) и прямой AC,  $S_{\text{ABC}}$  – площадь треугольника ABC.

Очевидно, что в том случае, когда общий вклад в информационный поток будет обеспечиваться незначительным числом стран, составляющих малую доли от населения Земли,  $КН \rightarrow 1$  (площадь под кривой I (или II) будет стремиться к площади треугольника ABC. При абсолютно равномерном распределении  $КН \rightarrow 0$  (кривая I (или II) будет стремиться к прямой AC).

Для сравнения в табл. 5 приведены значения коэффициента неравномерности распределения по всем наукам ( $КН_{\Sigma}$ ) и коэффициента неравномерности в области электрохимии ( $КН_{ЭХ}$ ), а также их динамика. Видно, что в области электрохимии наблюдается существенно более однородное распределение. И это при том, что в общем потоке электрохимических исследований участвуют исследователи только ~ 80 стран. Только эти ~ 80 стран могут себе позволить развивать электрохимию достаточно высокого уровня. В общем потоке информации участвуют исследователи практически всех стран мира, то есть около 200 стран [2, 3]. Очевидно, что более высокая равномерность распределения электрохимических потоков информации также связана с большой долей вклада исследователей из стран Юго-Восточной Азии.

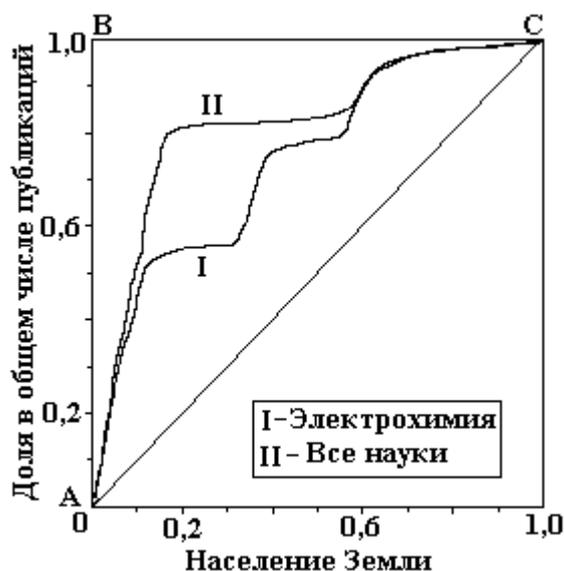


Рис. 2. Иллюстрация метода расчета коэффициента неравномерности распределения: зависимость суммарной доли публикаций стран, участвующих в процессе получения научной информации, от суммарной доли населения этих стран (относительно всего населения Земли). Пояснения в тексте

Из результатов, приведенных в табл. 5, видно следующее: 1) происходит снижение как  $КН_{\Sigma}$ , так и  $КН_{ЭХ}$  во времени; 2) неравномерность распределения вклада существенно меньше для электрохимических исследований; 3) скорость снижения неравномерности распределения вклада для исследований в области электрохимии выше и составляет около 3% в год.

#### Динамика распределения

Распределения, приведенные в табл. 4 – 6, позволяют судить о динамике информационных потоков. Наряду с отмеченной выше тенденцией к уменьшению неравномерности, что характерно как для общего распределения, так и распределения в области электрохимии, следует обратить внимание на быстрый рост вклада стран Юго-Восточной Азии (рис. 3, табл. 6).

Таблица. 5. Изменение коэффициента неравномерности распределения вклада в мировой информационный процесс

Год	КН
Все науки ( $КН_{\Sigma}$ )	
1994	0,634
1996 – 2000	0,614
Электрохимия ( $КН_{ЭХ}$ )	
1999	0,578
2002	0,513

Очевидно, что наблюдаемое увеличение равномерности есть следствие процессов глобализации развития науки вообще и электрохимии, в частности, являющихся следствием общего процесса глобализации. Что же касается динамики распределения потоков электрохимической информации, то можно предположить, что она также обусловлена динамикой все углубляющихся взаимосвязей меж-

ду электрохимией и электроникой. Только за 1999 – 2002 гг. вклад таких стран как Южная Корея, Китай, Тайвань, Сингапур увеличился в среднем на ~ 60% (табл. 6).

Таблица 6. Распределение информационных потоков в области электрохимии за 1999 – 2002 гг

№ п/п	Страна	Доля от общего количества статей, %			№ п/п	Страна	Доля от общего количества статей, %		
		1999	2002	1999-2002*			1999	2002	1999-2002*
1	Япония	17,9	17,3	16,0	36	Мексика	0,26	0,67	0,48
2	США	17,5	17,3	20,0	37	Болгария	0,22	0,56	0,25
3	Франция	8,10	5,55	7,59	38	Дания	0,21	0,35	0,44
4	Россия	6,76	5,57	1,19	39	Молдова	0,21	0,07	0,01
5	Германия	5,85	4,75	5,18	40	Эстония	0,20	0,13	0,30
6	Южная Корея	3,91	6,41	5,29	41	Словения	0,19	0,13	0,20
7	Великобритания	3,63	4,35	3,65	42	Словакия	0,18	0,04	0,06
8	Китай	3,58	4,84	3,69	43	Норвегия	0,18	0,28	0,34
9	Италия	3,18	2,78	3,14	44	Новая Зеландия	0,16	0,12	0,16
10	Испания	3,09	2,72	3,50	45	Румыния	0,16	0,11	0,08
11	Канада	2,78	2,48	3,52	46	Египет	0,16	0,29	0,15
12	Тайвань	2,14	3,20	3,04	47	Чили	0,15	0,30	0,48
13	Индия	1,92	2,28	0,74	48	ЮАР	0,14	0,03	0,11
14	Польша	1,48	1,44	2,02	49	Грузия	0,12	–	–
15	Нидерланды	1,36	1,03	1,45	50	Иран	0,12	0,60	0,28
16	Бразилия	1,32	1,90	1,81	51	Турция	0,12	0,28	0,15
17	Швеция	1,22	1,30	1,64	52	Венесуэла	0,12	0,07	0,09
18	Аргентина	1,19	0,87	1,34	53	Марокко	0,11	0,12	0,09
19	Швейцария	1,15	0,93	1,48	54	Тунис	0,06	0,05	0,04
20	Бельгия	1,10	0,63	0,98	55	Пуэрто-Рико	0,06	0,06	0,08
21	Израиль	1,07	0,96	1,23	56	Ямайка	0,06	–	0,03
22	Австралия	0,81	0,84	0,88	57	Армения	0,05	0,02	0,01
23	Украина	0,66	0,37	0,32	58	Алжир	0,05	0,07	0,04
24	Финляндия	0,61	0,87	0,85	59	Куба	0,04	0,01	0,02
25	Сингапур	0,56	1,02	0,65	60	Саудовская Аравия	0,04	–	0,02
26	Чехия	0,56	0,40	0,48	61	Кувейт	0,03	0,12	0,04
27	Литва	0,37	0,67	0,25	62	Малайзия	0,03	0,14	0,02
28	Португалия	0,37	0,48	0,61	63	Люксембург	0,03	–	–
29	Австрия	0,35	0,23	0,24	64	Колумбия	0,02	0,01	0,06
30	Венгрия	0,34	0,60	0,76	65	Казахстан	0,02	0,01	–
31	Югославия	0,34	0,07	0,31	66	Латвия	0,01	0,03	0,04
32	Греция	0,31	0,31	0,48	67	Боливия	0,01	–	0,01
33	Хорватия	0,31	0,29	0,31	68	Вьетнам	0,01	0,03	0,01
34	Ирландия	0,31	0,25	0,27	69	Уругвай	0,01	0,04	0,01
35	Беларусь	0,29	0,15	0,17	70	Перу	0,01	–	–

\* По трем ведущим журналам

На диаграмме, приведенной на рис. 3, даны значения логарифмов отношения доли публикаций по электрохимии в 2002 г. к доле публикаций в 1999 г. ( $K_2$ ) по результатам, представленным в табл. 6, для 10 ведущих стран (по уровню 2002 г.). Видно, что и в этом случае максимальный рост наблюдается для исследователей стран Юго-Восточной Азии (Южной Кореи, Тайваня и Китая) Выборка из двадцати ведущих стран дает максимальное значение для Сингапура ( $\lg K_2 = 0,26$ ).

Следует обратить внимание на уменьшение вклада стран СНГ. За этот же период общий вклад исследователей стран СНГ уменьшился на ~ 30% (табл. 6). И это притом, что далеко не все республики бывшего СССР сохранили (хотя бы в какой-то мере) свой научный потенциал. В сводной табл. 6 из 15 стран СНГ и Балтии представлены только 10 стран, а по результатам 2002 г. вообще 9.

Налицо катастрофическое снижение показателей таких стран, как Грузия, Казахстан, Латвия, в которых в период существования СССР исследования в области электрохимии были на достаточно высоком уровне. В то же время активно развиваются исследования в Литве (наблюдается даже рост публикаций), Эстонии (высокий уровень вклада публикаций в ведущих журналах).

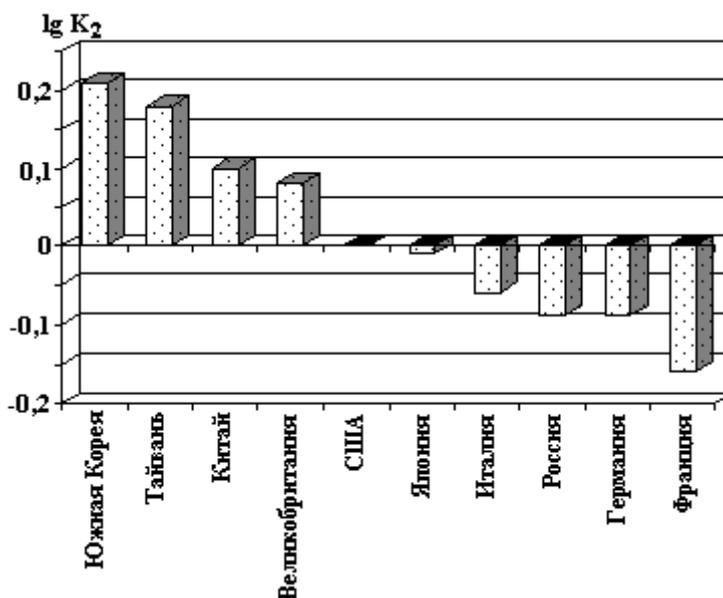


Рис. 3. Динамика вклада десяти ведущих стран в информационный процесс в области электрохимии по данным 1999–2002 гг

Была проанализирована также динамика работ, выполненных в рамках международного сотрудничества (в табл. 2 показаны только данные за 2002 г.). Существенных изменений за 1999 – 2002 гг. обнаружено не было, если не считать резкого (~ в 2 раза) увеличения доли работ с международным участием в таких национальных электрохимических журналах как “Denki Kagaku” и “Электрохимия”.

#### Относительный вклад в мировой информационный процесс

Весьма информативным является такой показатель, как относительный (на душу населения) вклад в мировой информационный процесс, определяемый коэффициентом научного развития (КНР) [4]. Его можно рассматривать как аналог ВВП, приходящегося на душу населения, только в сфере науки. КНР представляет собой отношение доли данной страны в мировом информационном потоке к доле этой страны в населении земного шара. На основе анализа с помощью этого показателя можно разделить все страны на четыре группы: с высоким уровнем научного развития ( $KHP > 1$ ), средним ( $0,1 < KHP < 1$ ), низким ( $KHP < 0,1$ ) и нулевым [4]. К странам последней категории относятся не только бедные и переживающие эпоху кризиса страны (например, Афганистан), но и промышленно развитые, богатые страны, которые не развивают собственной науки.

На рис. 4 представлены данные по информационным потокам на душу населения по всем наукам за 1994 г. (данные SCI) [3, 4]. Видно, что ведущее положение занимают сравнительно малые страны, такие как Швейцария, Швеция, Израиль.

Такой показатель – коэффициент научного развития, основанный на данных SCI, является далеко не единственным, позволяющим оценивать уровень развития науки в обществе. Однако использование других показателей и методик принципиально не меняет картины.

Так, недавно в МГУ им. М.В. Ломоносова (Россия) была разработана усложненная методика анализа, в которой наука рассматривается как система с «входом» и «выходом» [5]. Соответственно все показатели были разделены на две группы. “Вход” – это ресурсные показатели (число ученых и инженеров на тысячу населения, расходы на научно-исследовательские и конструкторские работы (НИОКР) в расчете на жителя страны и на одного исследователя, доли финансовых отчислений на НИОКР от ВВП и т.д.). “Выход” – это показатели эффективности науки: количество публикаций на тысячу жителей, а также ученых и инженеров; число заявок на выдачу патентов на тысячу жителей, доля высокотехнологичной продукции в общем экспорте страны и т.д. И в соответствии с этими показателями, интегрированными по специальному алгоритму, ведущее положение в мире занимают

Швейцария и Швеция, в которых наука наиболее «эффективна», а скажем, Россия занимает промежуточное положение в общем списке из 57 стран (из-за недостатка необходимых данных по вышеуказанной методике было оценено только 57 стран). Сравнение полученных результатов, приведенных на рис. 4, показывает, что усложненный анализ и использование большого количества показателей развития науки дают практически те же результаты, что и данные SCI.

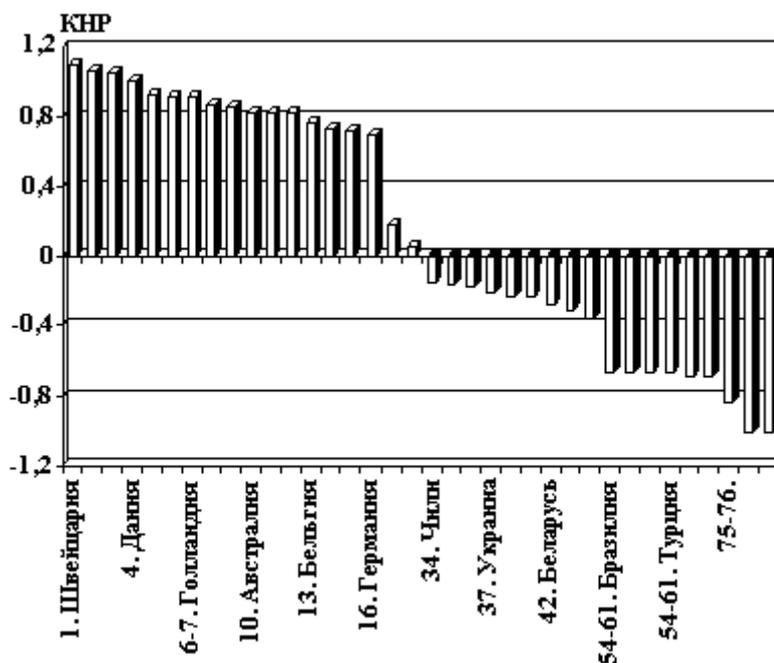


Рис. 4. Относительный вклад разных стран в мировой информационный процесс (КНР) по всем отраслям знания в 1994 г.

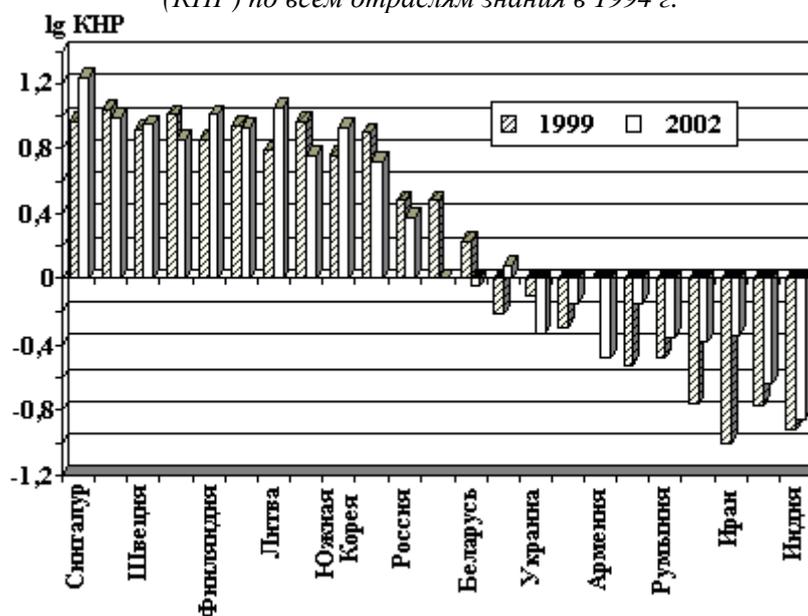


Рис. 5. Относительный вклад разных стран в информационный процесс в области электрохимии в 1999 и 2002 гг

Показатели относительного вклада в области электрохимии для некоторых стран (по данным JCR) представлены на рис. 5. Из ~ 70 стран, входящих в список, представленный в табл. 6, 40 стран имеет КНР > 1 (то есть их можно отнести к категории стран с относительно высоким уровнем развития электрохимических исследований). Еще ~ 20 стран можно отнести к категории стран со средним уровнем (рис. 5). Представленные результаты позволяют заключить, что показатели относительного вклада в области электрохимии: а) в значительной степени соответствуют данным по всем отраслям

знания (высокие показатели Израиля, Швеции, Швейцарии, Финляндии); б) демонстрируют существенные отличия, связанные с высоким уровнем интенсивности исследований в азиатских странах (Сингапур, Япония, Южная Корея); в) свидетельствуют о сохранении и развитии известных научных школ в области электрохимии прибалтийских стран (Литвы и Эстонии).

Данные, приведенные на рис. 5, являются дополнительным свидетельством ранее сделанного вывода относительно взаимосвязи развития электронной промышленности и электрохимической науки. Эти данные, как и вышеприведенные, указывают также на тесную взаимосвязь общего уровня развития науки в обществе и уровня развития конкретной науки.

#### **Заключение**

Сравнительный наукометрический анализ мировых информационных потоков в области электрохимии за 1999 – 2002 г., осуществленный по данным SCI и JSR, показал существенные различия в распределении вклада в мировой информационный поток от того, который наблюдается по всем отраслям знания. Они связаны с высокой долей вклада стран Юго-Восточной Азии. Высказана гипотеза, что наблюдающиеся особенности обусловлены современным уровнем развития электрохимической науки, тесно связанной с развитием электронной промышленности. Проанализирована динамика распределения мировых информационных потоков и показан рост вклада исследователей Юго-Восточной Азии и снижение доли вклада электрохимиков стран СНГ.

Авторы выражают глубокую признательность С.П.Ющенко и О.О.Редкозубовой за помощь при выполнении настоящей работы.

#### **ЛИТЕРАТУРА**

1. *Налимов В.В., Мульченко З.М.* Наукометрия. М., 1969.
2. Stan nauki i techniki w Polsce. Warszawa, Komitet Badan Naukowych. 2001. P. 54.
3. *Gibbs W.W.* Lost Science in the Third World // Scientific American. 1995. № 8. P. 76.
4. *Дукусар А.И.* Взаимное влияние процессов социально-экономического и научного развития общества // Науковедение. 1999. № 2. С. 51.
5. Химия и жизнь. 2001. № 10. С. 4.

*Поступила 28.05.03*

#### **Summary**

The fulfilled analysis of world information streams in the field of electrochemistry has shown significant differences in distribution of streams in the field of electrochemistry in comparison with distribution on all branches of knowledge. The differences are connected to a high share of the contribution of researchers from the countries of Southeast Asia to world information process in the field of electrochemistry. The assumption is proposed, that pointed features are caused by a modern level of development of the electrochemical science closely connected to development of high technology industries.

---