

УДК 06.068:001.3

БИОНАУКОМЕТРИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СОВРЕМЕННОЙ ХИМИЧЕСКОЙ НАУКИ НА ОСНОВЕ ТРУДОВ ЛАУРЕАТОВ НОБЕЛЕВСКОЙ ПРЕМИИ

© В.М. Тютюнник, Т.А. Федотова

Tyutyunnik V.M., Fedotova T.A. Bioscientometrics Modelling of the Contemporary Chemical Science on the Basis of Nobel Prize Winners' Publications. An analysis of biographical documents of the Nobel laureates in chemistry and the chemists-members of the USSR and Russian Academy of Sciences, with the help of scientometrics methods, is carried out. The authors develop a bioscientometrics model of chemical science. It is, in fact, a logical complex of biographic and scientometrics models. The general trend of contemporary chemical science is exposed.

1. ВВЕДЕНИЕ

Лишь последнее десятилетие позволяет утверждать, что произошло становление количественного направления в науковедении, развивающегося пока в трех разделах - наукометрии, библиометрии и информетрии [1 - 11]. Новые ветви этих разделов с биографической основой (бионаукометрия, биобиблиометрия и биоинформетрия [12 - 15]) дают возможность концентрировать узловые документально-информационные массивы (ДИМ) и потоки (ДИП) для создания адекватных моделей различных направлений современной науки [16 - 25].

Нобелистика (ранее - биографическая информатика Нобелевских премий и лауреатов) может рассматриваться как наиболее плодотворная база для разработки моделей науки [26 - 28]. Во-первых, потому что она содержит "типовые" научные направления - физику, химию, биологию и медицину, экономику,

политологию, литературоведение. Во-вторых, потому что она объединяет вершинные достижения в каждом из перечисленных направлений. В-третьих, она стала доступной для различных анализов благодаря деятельности Института научной информации в Филадельфии (США), а также Международного Информационного Нобелевского Центра (МИНЦ) в Тамбове, накопивших колоссальные ДИМ по нобелистике и создающих более 20 соответствующих проблемно-ориентированных баз данных [27 - 30]. ДИМ в области химической науки представлены в МИНЦ наиболее подробно.

Бионаукометрическая модель химической науки представляется нам как логическая совокупность биографической и наукометрической моделей, т.е. анализ данных химической науки через биографические материалы с использованием наукометрических методов (рис. 1).

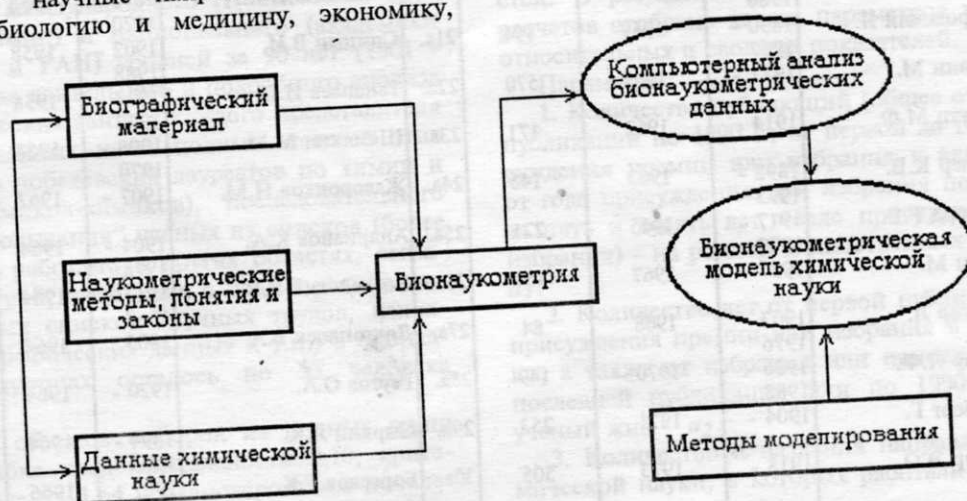


Рис. 1. К пониманию бионаукометрической модели.

Окончательные списки лауреатов Нобелевской премии по химии
и академиков-химиков

Таблица 1.

Нобелевские лауреаты					Академики				
№ п/п	Фамилия, инициалы	Даты жизни	Год присуждения Ноб. прем.	Общее количество публикац.	№ п/п	Фамилия, инициалы	Даты жизни	Год избран. академ.	Общее количество публикац.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1н.	Вант-Гофф Я.Г.	1852 - 1811	1901	207	1а.	Семенов Н.Н.	1896 - 1986	1932	712
2н.	Резерфорд Э.	1871 - 1937	1908	243	2а.	Фрумкин А.Н.	1895 - 1976	1932	746
3н.	Вернер А.	1866 - 1919	1913	200	3а.	Теренин А.Н.	1896 - 1967	1939	523
4н.	Вильштеттер Р.	1872 - 1942	1915	349	4а.	Арбузов А.Е.	1877 - 1968	1942	405
5н.	Габер Ф.	1868 - 1934	1918	198	5а.	Дубинин М.М.	1901 - 1994	1943	831
6н.	Содди Ф.	1877 - 1956	1921	224	6а.	Несмеянов А.Н.	1899 - 1980	1943	2225
7н.	Сведберг Т.	1884 - 1971	1926	241	7а.	Баландин А.А.	1898 - 1967	1946	1062
8н.	Жолио-Кюри Ф.	1900 - 1958	1935	113	8а.	Вольфович С.И.	1896 - 1980	1946	1518
9н.	Дебай П.И.В.	1884 - 1966	1936	256	9а.	Казанский Б.А.	1891 - 1973	1946	695
10н.	Каррер П.	1889 - 1971	1937	1121	10а.	Ребиндер П.А.	1898 - 1972	1946	1669
11н.	Ружичка Л.С.	1887 - 1976	1939	582	11а.	Топчиев А.В.	1907 - 1962	1949	893
12н.	Бутенандт А.Ф.И.	1903 - 1995	1939	333	12а.	Арбузов Б.А.	1903 - 1992	1953	1391
13н.	Хевеши Д.	1885 - 1966	1943	397	13а.	Виноградов А.П.	1895 - 1975	1953	853
14н.	Виртанен А.И.	1895 - 1973	1945	1018	14а.	Каргин В.А.	1907 - 1969	1953	1164
15н.	Робинсон Р.	1886 - 1975	1947	750	15а.	Кнунянц И.Л.	1906 - 1990	1953	1415
16н.	Альдер К.	1902 - 1958	1950	173	16а.	Кондратьев В.Н.	1902 - 1979	1953	482
17н.	Дильс О.П.Г.	1876 - 1954	1950	184	17а.	Назаров И.Н.	1906 - 1957	1953	366
18н.	Сиборг Г.Т.	1912 -	1951	430	18а.	Гринберг А.А.	1898 - 1966	1958	417
19н.	Полинг Л.К.	1901 - 1994	1954	872	19а.	Кабачник М.И.	1908 -	1958	1323
20н.	Семенов Н.Н.	1896 - 1986	1956	712	20а.	Медведев С.С.	1891 - 1970	1958	249
21н.	Гейровский Я.	1890 - 1967	1959	194	21а.	Спицын В.И.	1902 - 1988	1958	2113
22н.	Келвин М.	1911 -	1961	570	22а.	Тананаев И.В.	1904 - 1993	1958	910
23н.	Перутц М.Ф.	1914 -	1962	171	23а.	Шемякин М.М.	1908 - 1970	1958	522
24н.	Циглер К.В.	1898 - 1973	1963	145	24а.	Жаворонков Н.М.	1907 -	1962	944
25н.	Вудворд Р.Б.	1917 - 1979	1965	221	25а.	Андрианов К.А.	1904 - 1978	1964	1774
26н.	Эйген М.	1927 -	1967	160	26а.	Воеводский В.В.	1917 - 1967	1964	244
27н.	Онсагер Л.	1903 - 1976	1968	84	27а.	Долгоплов Б.А.	1905	1964	628
28н.	Лелуар Л.Ф.	1906 - 1988	1970	149	28а.	Реутов О.А.	1920 -	1964	1146
29н.	Герцберг Г.	1904 -	1971	253	29а.	Сыркин Я.К.	1894 - 1974	1964	534
30н.	Фишер Э.О.	1918 -	1973	505	30а.	Боресков Г.К.	1907 - 1984	1966	784
31н.	Уилкинсон Дж.	1921 -	1973	477	31а.	Ворожцов Н.Н.	1907 - 1979	1966	283

Продолжение таблицы 1.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
32н.	Прелог В.	1906 -	1975	403	32а.	Николаев А.В.	1902 - 1977	1966	662
33н.	Корнфорт Дж.У.	1917 -	1975	192	33а.	Петрянов- Соколов И.В.	1907 - 1996	1966	390
34н.	Липскомб У.Н.	1919 -	1976	505	34а.	Разуваев Г.А.	1895 - 1989	1966	1142
35н.	Пригожин И.Р.	1917 -	1977	415	35а.	Эмануэль Н.М.	1915 - 1984	1966	1284
36н.	Митчелл П.	1920 - 1992	1978	190	36а.	Кочешков К.А.	1894 - 1978	1968	436
37н.	Виттиг Г.	1897 - 1987	1979	193	37а.	Никольский Б.П.	1900 -	1968	436
38н.	Браун Г.У.	1912 -	1979	1065	38а.	Колотыркин Я.М.	1910 - 1995	1970	735
39н.	Берг П.	1926 -	1980 -	151	39а.	Новоселова А.В.	1900 - 1986	1970	788
40н.	Сэнгер Ф.	1918 -	1958, 1980	100	40а.	Постовский И.Я.	1898 - 1980	1970	515
41н.	Хоффман Р.	1937 -	1981	274	41а.	Садыков А.С.	1913 -	1972	1371
42н.	Таубе Г.	1915 -	1983	294	42а.	Девятых Г.Г.	1918 -	1974	448
43н.	Мэррифилд Б.Р.	1921 -	1984	248	43а.	Фокин А.В.	1912 -	1974	603
44н.	Карл Дж.	1918 -	1985	201	44а.	Ениколопов Н.С.	1924 - 1993	1976	1118
45н.	Хауптман Г.А.	1917 -	1985	141	45а.	Коршак В.В.	1909 - 1994	1976	3397
46н.	Ли Ю.Т.	1936 -	1986	195	46а.	Ласкорин Б.Н.	1915 -	1976	829
47н.	Поланьи Дж.К.	1929 -	1986	180	47а.	Коптюг В.А.	1931 -	1979	579
48н.	Крэм Д.Дж.	1919 -	1987	380	48а.	Кочетков Н.К.	1915 -	1979	1214
49н.	Лен Ж.М.	1939 -	1987	306	49а.	Миначев Х.М.	1908 -	1979	851
50н.	Хубер Р.	1937 -	1988	179	50а.	Шульц М.М.	1919 -	1979	410
51н.	Дайзенхофер Й.	1943 -	1988	157	51а.	Багдасарьян Х.С.	1908 -	1981	289
52н.	Михель Х.	1948 -	1988	51	52а.	Гольданский В.И.	1923 -	1981	1190
53н.	Эрнст Р.Р.	1933 -	1991	254	53а.	Буслаев Ю.А.	1929 -	1984	634

2. МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

2.1. Для анализа биографического материала отобраны две группы ученых-химиков, отмеченных наиболее значительными научными регалиями международного (Нобелевская премия по химии) и национального (академики АН СССР и РАН) уровней за 90 лет (1901 - 1990). После длительного и подробного анализа биографических данных каждого представителя из составленных нами полных списков этих групп (115 нобелевских лауреатов по химии и 120 академиков-химиков), последовательного "отфильтровывания" ученых из списков (более известных работами в других областях, смежных с химией; отсутствие в нашем распоряжении полных списков научных трудов, каких-либо биографических данных и т.п.) в окончательных группах осталось по 53 человека (табл. 1).

Расчет объемов выборок из полных групп (при ошибке представительности 0,10, критерии Стьюдента 1,64 и равновероятном появлении положительного результата) показал 43 и 44, что явно меньше отображенных нами.

2.2. Параметры и показатели оценки продуктивности научной деятельности и направленности современной химической науки отображены путем анализа нескольких десятков наукометрических методов, понятий и закономерностей. В результате для бионаукометрических расчетов отобрано девять параметров и девять относительных и сводных показателей.

Параметры:

1. Количество публикаций (общее от первой публикации по 1990 г.; от первой до года присуждения премии или избрания в академики; от года присуждения или избрания по 1990 г.; за пять и десять лет после присуждения или избрания) - на родном и иностранных языках - a_1 .

2. Количество лет от первой публикации до присуждения премии или избрания в академики, а также от избрания или присуждения до последней публикации или по 1990 г., если ученый жив - a_2 .

3. Количество и названия направлений химической науки, в которых работали лауреаты и академики - a_3 .

4. Общее количество публикаций по каждому из выявленных направлений химической науки за период публикационной активности каждого ученого - a_4 .

5. Количество ссылок на публикации лауреатов и академиков за пять лет до присуждения или избрания (общее, по годам, в стране проживания, за рубежом; самоцитирование и скрытое самоцитирование не исключались) - a_5 .

6. Количество публикаций об ученом за десять лет до присуждения или избрания (на отечественном и иностранных языках) - a_6 .

7. Количество степеней и званий, научных наград за весь период до года присуждения Нобелевской премии или избрания в академики - a_7 .

8. Количество членств в отечественных и зарубежных научных сообществах до года присуждения или избрания - a_8 .

9. Количество учеников в научной школе, которые получили известность (публикациями в соавторстве, защитой диссертаций и т.п.) - a_9 .

Показатели:

1. Динамика публикационной активности (зависимость количества публикаций от года их выхода в свет) - p_1 .

2. Среднее количество публикаций в год за период до присуждения премии или избрания академиком - p_2 .

3. Удельный вклад в развитие химической науки (динамика отношений количества публикаций ученого по годам в период его публикационной активности к общему количеству публикаций в данном направлении химической науки за тот же период) - p_3 .

4. Импакт-фактор (отношение количества ссылок на публикации ученого к количеству самих публикаций за различные промежутки времени) - p_4 .

5. Биоимпакт-фактор (отношение количества публикаций об ученом за десять лет до присуждения премии или избрания академиком к количеству его публикаций за этот период) - p_5 .

6. Ранги научных журналов (по количеству публикаций в них лауреатов или академиков) - p_6 .

7. Формула публикационной активности (до и после присуждения или избрания) - p_7 .

8. Степень признания до присуждения или избрания (среднее количество степеней, званий, научных наград и членств в научных сообществах у ученых данного направления химической науки) - p_8 .

9. Степень развития идей (отношение количества учеников к количеству трудов лауреата или академика, написанных в соавторстве за период от трех лет после первой публикации до 1990 г.) - p_9 .

2.3. Данные химической науки в виде общего количества публикаций и их тематики вошли в отдельные параметры и показатели.

Бионаукометрическое рассмотрение (рис. 1) предполагало системный подход, в рамках которого научная продуктивность (или эффективность научной деятельности) рассматривалась как система, содержащая элементы (отдельные стороны научной деятельности, оцениваемые показатели), их атрибуты, связи между элементами для достижения единой цели функционирования, т.е. наличия всех признаков научной деятельности.

Системный бионаукометрический показатель научной деятельности ученого P_j определяли по формуле:

$$P_j = \sum_{i=1}^n p_i k_i$$

где p_i - отдельный относительный показатель для ученого; k_i - коэффициент значимости показателя; n - общее количество отдельных показателей. Коэффициент k_i определяли по уровню корреляции отдельных параметров с параметром "количество публикаций", по Спирмену.

2.4. Формулу публикационной активности (показатель p_7) выводили по отношению к году присуждения Нобелевской премии или избрания в академики АН СССР или РАН:

$$N = n_i F A_j \pm D_k(L) : T - M_0 - Q_0 = Q_1 - M_1 (.) (:),$$

где N - продолжительность публикации научных работ до присуждения или избрания, годы; n_i - номер фазы публикационной активности (весь период публикационной деятельности условно делили на три фазы F , так что $n_i = 1, 2, 3$); A_j - публикационный период в год присуждения или избрания ($A_j = A$ - до расцвета, $A_j = B$ - в период расцвета, $A_j = C$ - после расцвета); $\pm$ - спуск (-) или подъем (+) на полигоне публикационной активности в год присуждения или избрания; k - количество пиков, если они будут - $D(L)$ - если не будут, на полигоне после присуждения или избрания; T, M_0, Q_0 - средние количества публикаций в год до присуждения или избрания (показатель p_2) - за весь период (T), за десять лет (M_0) и за пять лет (Q_0); Q_1, M_1 - средние количества публикаций в год через пять лет (Q_1) и десять лет (M_1) после присуждения или избрания; $(.)$, $(:)$ - завершена ли публикационная деятельность $(.)$ или продолжается $(:)$ на 1990 год.

Понятно, что приведенная формула не предназначена для вычислений, но лишь является эмпирической моделью публикационной деятельности.

2.5. Построение полигонов публикационной деятельности (показатель p_1) каждого лауреата и академика на базе накопленного ДИМ (в координатах "количество публикаций" - "годы"), их анализ, обобщение в полулогарифмических координатах осуществляли с помощью компьютерного пакета программ "STATGRAPHICS".

Модельные кривые искали путем наложения исходных полигонов и последовательного их сближения с достоверностью не менее 90 %.

2.6. Бионаукометрическую модель современной химической науки разрабатывали на основе данных, полученных описанными выше методами, по схеме (рис. 1), с использованием созданной ранее модели биобиблиографического издания [31] и представлений о ДИП как об открытой динамической самоорганизующейся системе с диссипативной структурой [18, 32 - 34], а также информационной концепции развития научного знания.

3. РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Обработка нового ДИП, в развитие опубликованных ранее попыток наукометрического представления части данных химических ДИМ [32, 35, 36] лишь углубила ранее выявленные тенденции.

На рис. 2 приведены примеры полигон-кривых динамики публикационной деятельности некоторых лауреатов Нобелевской премии по химии (показатель p_1).

Для сравнения на рис. 3 - примеры аналогичных кривых для академиков АН СССР и РАН.

Эти кривые показывают обязательный колебательный характер количества публикаций химиков по годам, причем пульсация осуществляется с непостоянной амплитудой и частотой. Компьютерное усреднение всех 106 усредненных кривых позволило получить модельные кривые публикационной активности нобелевского лауреата по химии (рис. 4) и академика-химика (рис. 5).

Формулы публикационной активности (выводятся автоматически ЭВМ и могут быть значительно расширены в направлении более детального описания кривых) свидетельствуют в большинстве случаев практически об отсутствии часто упоминающегося в литературе снижения научной продуктивности лауреатов или академиков сразу после получения Нобелевской премии [37] или избрания в Академию наук [23]. Усредненная эмпирическая модель публикационной активности (если здесь усреднение вообще правомерно) для всех полученных данных по 53 лауреатам имеет вид:

$$30 = 3 F - D_1 : 7 - 9 - 9 = 9 - 9;$$

для данных по 53 академикам:

$$45 = 2F + D_1 : 8 - 10 - 10 = 11 - 9.$$

То есть, находясь в третьей фазе своей публикационной активности, публикуя в среднем в течение 30 лет по семь работ в год, лауреат по химии за десять лет перед и после присуждения премии поднимает свою активность до девяти работ в год, имея в основном по одному пику публикационной активности после получения Нобелевской премии, хотя в год присуждения премии количество публикаций чаще снижает-

ся. Эта картина публикационной активности нобелевских лауреатов не совпадает с фазовой динамикой научной деятельности ученого, отмечаемой в науковедческой литературе [38]. Для академиков-химиков публикационная картина несколько иная.

Очень сложный для вычисления показатель p_3 может быть определен лишь с большой степенью приближения, так как ни одно вторичное издание мира не аккумулирует сведений обо всех публикациях по химии. Поэтому, проанализировав труды лауреатов и академиков и выделив по 13 научных направлений, в которых они работали (параметр a_3), а также "любимые" научные журналы (показатель p_6), параметр a_4 просчитали по реферативным журналам "Chemical Abstracts", "Physical Abstracts", "Biological Abstracts", "Current Contents", "Химия", "Металлургия", "Коррозия и защита от коррозии" за период с 1950 по 1990 гг.

Несмотря на разные значения параметра a_4 уровень показателя p_3 остается для лауреатов и академиков практически неизменным (табл. 2 и 3) и составляет соответственно 0,0030 и 0,0011. Относительно постоянны также импакт-факторы и биоимпакт-факторы (p_4 и p_5) за десять лет до присуждения Нобелевской премии.

Среднее значение p_4 составляет $16,0 \pm 1,2$ в год (резкие отклонения отброшены), а $p_5 - 0,87 \pm 0,21$. Таким образом нобелевский лауреат к году присуждения премии имеет около 150 ссылок на каждую его публикацию и около 10 публикаций о нем ежегодно.

Коэффициенты корреляции K_i для лауреатов составили: $K_1 = 0,88$ (p_2 к p_1), $K_2 = 0,75$ (p_3 к p_1), $K_3 = 0,86$ (p_4 к p_1), $K_4 = 0,82$ (p_5 к p_1), $K_5 = 0,55$ (p_6 к p_1), $K_6 = 1,00$ (p_7 к p_1), $K_7 = 0,80$ (p_8 к p_1), $K_8 = 0,15$ (p_9 к p_1). Последний коэффициент исключен из рассмотрения как слабо коррелирующий с p_1 . Абсолютные средние частные параметры индивидуального для лауреатов характера a_i (стандартное отклонение от 180 до 12 %) составили: $a_1 = 310$, $a_2 = 30$, $a_3 = 13$, $a_4 = 3077$, $a_5 = 790$, $a_6 = 100$, $a_7 = 15$, $a_8 = 25$, $a_9 = 55$. Относительные средние параметры ($b_i = a_i/a_1$) имеют вид: $b_1 = 0,10$; $b_2 = 0,04$; $b_3 = 9,93$; $b_4 = 2,55$; $b_5 = 0,32$; $b_6 = 0,05$; $b_7 = 0,08$.

С учетом этих данных модель системного бионаукометрического показателя научной деятельности ученого преобразуется к следующему виду:

$$P_j = \sum_{i=1}^n p_i k_i / a_1 \sum_{i=1}^n b_i \prod_{i=1}^n k_i.$$

Для нобелевских лауреатов (при среднем $\sum_{i=1}^7 p_i k_i = 710$, среднем $a_1 = 310$) эта величина составляет $P_{jcp} = 0,85$.

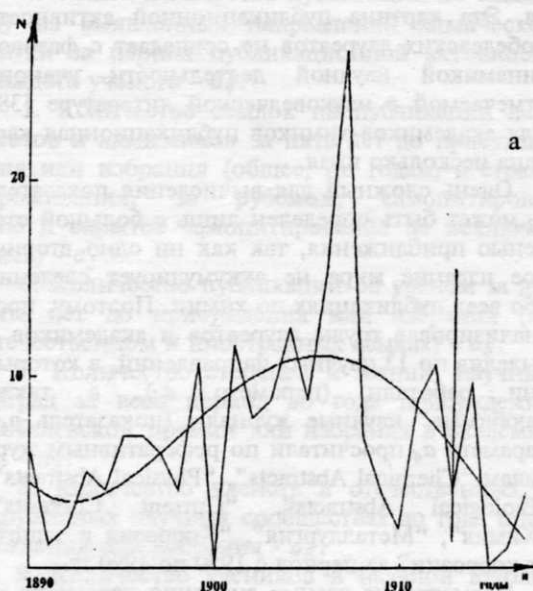
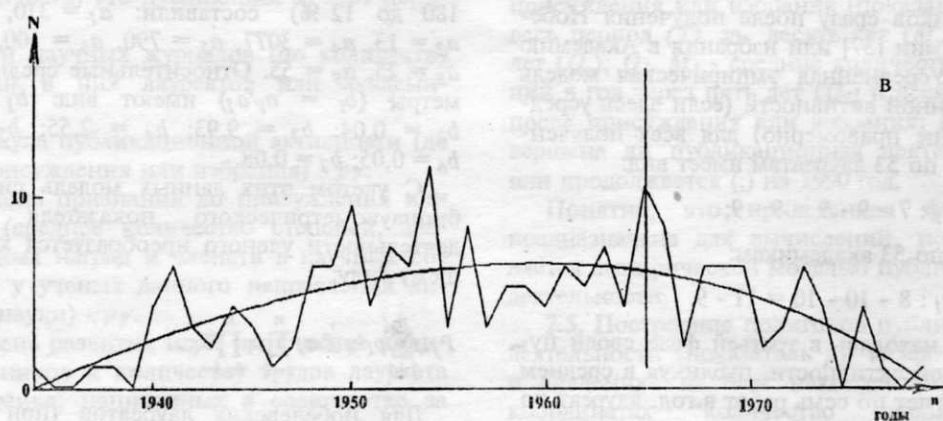
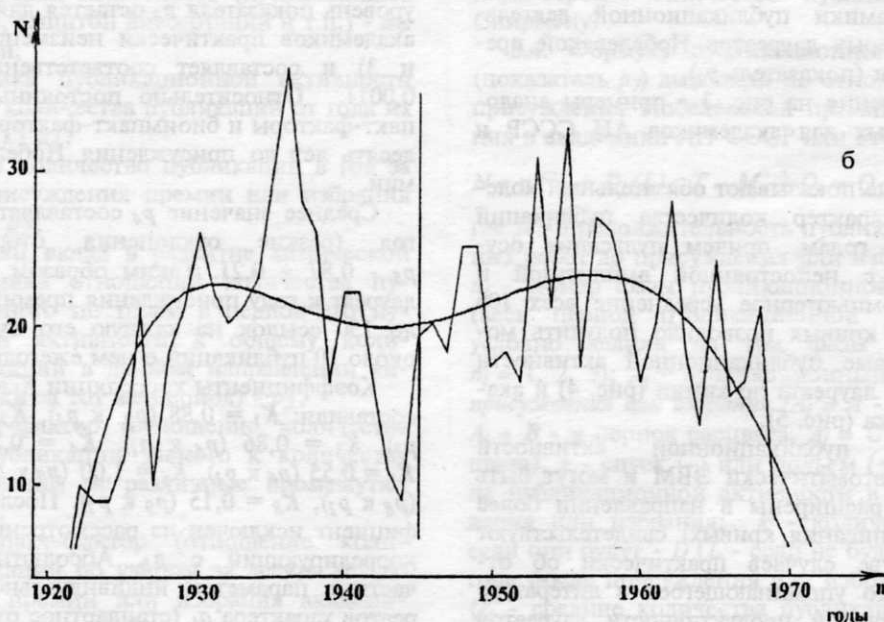


Рис. 2. Полигон-кривые динамики публикационной деятельности А.Вернера (а), А.И.Виртанена (б) и Р.Вудворда (в); N - количество публикаций, n - годы. Плавная кривая - компьютерное усреднение, вертикальная линия - год присуждения премии.



Совокупный анализ полигон-кривых публикационной активности ученых (типа показанных на рис. 2, 3) дает возможность выстроить практически линейные зависимости логарифма

количества публикаций по всей группе лауреатов, что свидетельствует о стабильной однородности группы. Причем общее количество публикаций изменяется с той же скоростью

(тангенс угла наклона кривых к оси абсцисс), что и количество работ за десятилетний период вплоть до года присуждения премии (рис. 6).

Такая же однородность наблюдается и после вручения ученым Нобелевской премии по химии (рис. 7), однако скорость изменения количества публикаций несколько выше, чем до вручения.

Сравнение этих данных с публикационной активностью в группе академиков-химиков (рис. 8) показывает ту же тенденцию, лишь с большим общим количеством публикаций у академиков. Этот факт однозначно свидетельствует о значительно более высокой научной насыщенности и эффективности каждой публикации нобелевского лауреата по сравнению с академиком. Интересно, что в год присуждения премии возраст нобелевских лауреатов удивительно стабилен (рис. 9), а его средняя величина составляет 55,5 лет. Группа академиков менее стабильна по возрасту и более "старая".

Бионаукометрическая модель развития современной химической науки, как и предыдущие модели и вся совокупность описанных данных, позволили нам выявить центральную тенденцию развития современной химической науки. Она состоит в том, что химическая наука является единой логической системой, стремящейся к объединению всех ее многочисленных составляющих в обобщенную науку, рассматривающую неравновесную химико-биологическую систему. Эффективность деятельности создающих эту систему ученых (нобелевских лауреатов и академиков) почти не чувствительна к тематике их публикаций и времени.

Таблица 2.

Удельный вклад лауреатов
в развитие химической науки

№ п/п	Наименование направления	Среднее значение $\bar{p}_2 \cdot 10^{-3}$
1	Молекулярная биология. Биохимия	3,34
2	Синтетическая органическая химия	3,27
3	Химическая кинетика и термодинамика	3,25
4	Химия высокомолекулярных соединений	3,22
5	Биоорганическая и бионеорганическая химия	3,18
6	Теоретическая органическая химия	3,12
7	Дисперсные системы и поверхностные явления	3,07
8	Аналитическая химия	3,05
9	Химическая технология	2,82
10	Физическая химия. Химическая физика	2,80
11	Теоретическая неорганическая химия	2,76
12	Радиоактивность. Радиохимия	2,71
13	Электрохимия и коррозия	2,39

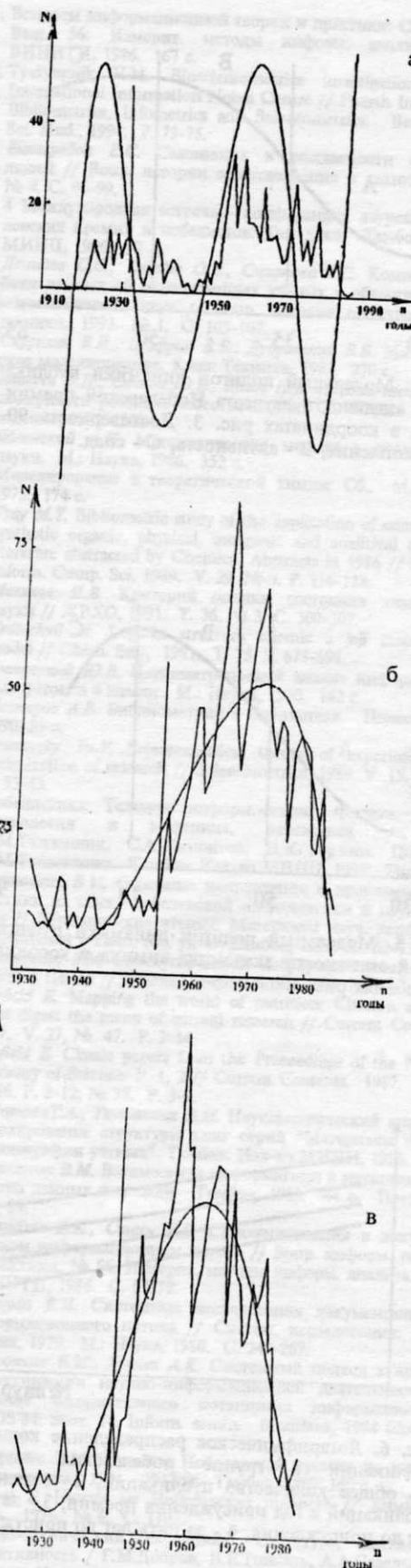


Рис. 3. Полигон-кривые динамики публикационной деятельности Н.Н. Семенова (а), И.Л. Князнец (б) и А.Н. Несмеянова (в). Вертикальная линия - год избрания в академики; остальное аналогично рис. 2.

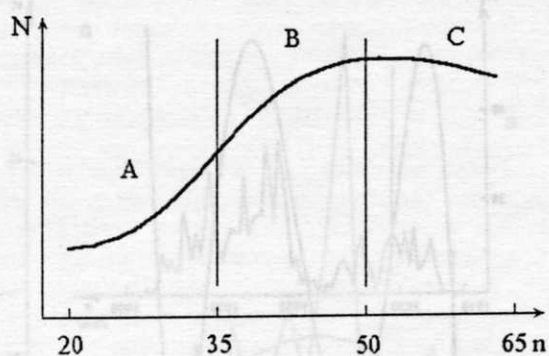


Рис. 4. Модельный полигон динамики публикационной активности лауреата Нобелевской премии по химии в координатах рис. 3. Достоверность 90 %. А - накопление, В - активность, С - спад.

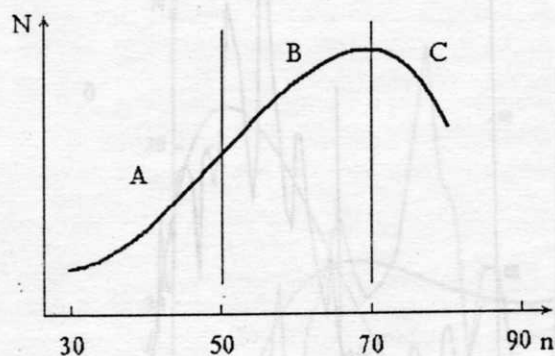


Рис. 5. Модельный полигон динамики публикационной активности академика-химика в координатах и условиях рис. 4.

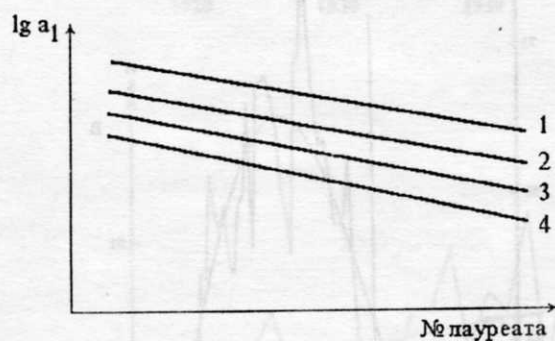


Рис. 6. Логарифмическое распределение количества публикаций в группе нобелевских лауреатов; 1 - общее количество публикаций, 2 - количество публикаций в год присуждения премии, 3 - за десять лет до присуждения, 4 - за пять лет до присуждения.

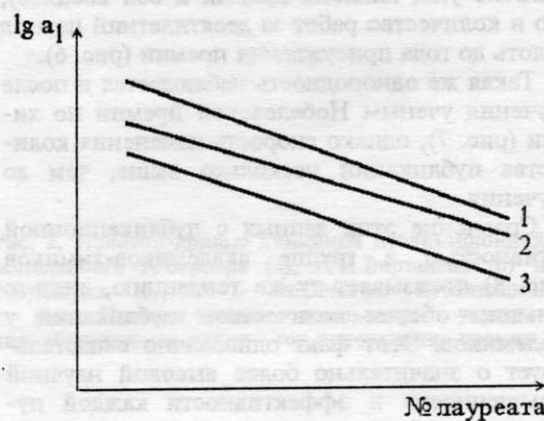


Рис. 7. Кривые в координатах рис. 6; 1 - количество публикаций за весь период после вручения премии, 2 - за десять лет после вручения, 3 - за пять лет после вручения.

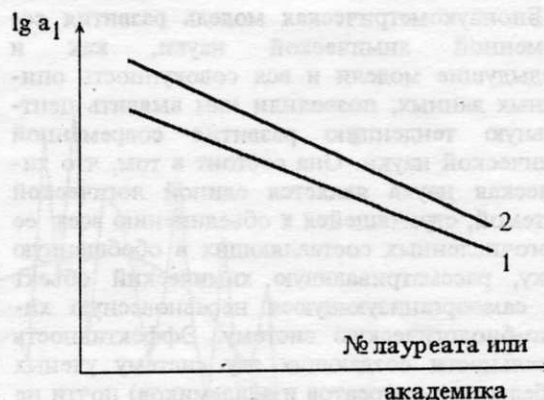


Рис. 8. Сравнение общего количества публикаций в группах лауреатов (1) и академиков (2).

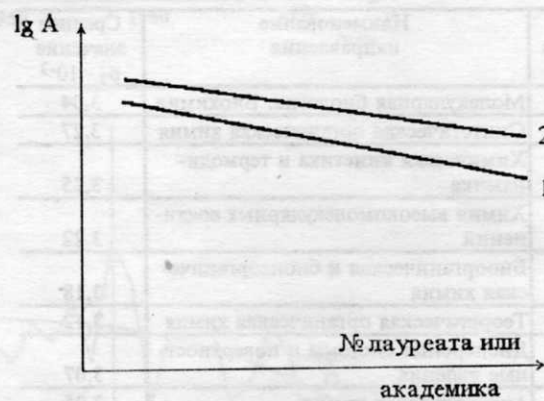


Рис. 9. Логарифмическое распределение лауреатов (1) и академиков (2) по возрасту в год присуждения премии или избрания в академики.

Таблица 3.

Удельный вклад академиков
в развитие химической науки

№ п/п	Наименование направления	Среднее значение $p_3 \cdot 10^{-3}$
1	Дисперсные системы, поверхностные явления, сорбция, десорбция, массо- и теплообмен	2,75
2	Химия твердого тела, кристаллохимия	2,15
3	История химии, науковедение, методология, вопросы библиографии и научной документации	2,06
4	Цепные и свободно-радикальные реакции, фотохимия, радиационная химия, взрывчатые вещества, плазмохимия	1,68
5	Органический синтез и катализ, кинетика и механизм реакций	0,90
6	Химическая термодинамика, физико-химические методы анализа, теория строения молекул и химической связи	0,88
7	Химия, биохимия белков, химия ферментов, химия природных соединений и их синтетических аналогов, пищевые производства, моющие средства, агрохимия	0,87
8	Синтез и исследование особо чистых веществ, лекарственные препараты, физиологически активные вещества	0,86
9	Высокомолекулярные соединения и вспомогательные материалы	0,71
10	Аналитическая и неорганическая химия, анализ органических и неорганических веществ, радиохимия, изотопы, комплексные соединения	0,56
11	Химическая технология, процессы и аппараты, газы, жидкости, аморфные тела	0,25
12	Коррозия металлов, электрохимия, растворы	0,20
13	Химия металлургических процессов, металлические сплавы	0,06

ЛИТЕРАТУРА

- Хуршид А., Сахаи А. Распределения и законы в библиометрии, наукометрии и информетрии: Выборочная библиография // Междунар. форум по информ. и документ. 1991. Т. 16. № 2. С. 17-26.
- Сен С.К., Ган Ш.К. Библиометрия: Понятие и применение для анализа продуктивности ученых // Междунар. форум по информ. и документ. 1990. Т. 15. № 3. С. 13-20.
- Добров Г.М. Наука о науке: Начала науковедения. 3-е изд., доп. и перераб. Киев: Наук. думка, 1989. 304 с.
- Хайтун С.Д. Наукометрия: Состояние и перспективы. М.: Наука, 1983. 344 с.
- Воверене О. Библиометрия - структурная часть методологии информатики // Науч.-техн. информация. Сер. I. 1985. № 7. С. 1-5.
- Lawani S.M. Bibliometrics: Its theoretical foundations, methods and applications // Libri. 1981. V. 31. № 4. P. 294-315.
- Маришкова И.В. Система цитирования научной литературы как средство слежения за развитием науки. М.: Наука, 1988. 288 с.
- Татариню Ю.Б. Проблемы оценки эффективности фундаментальных исследований. М.: Наука, 1986. 228 с.
- Рожков С.А. Библиометрические методы выявления и анализа научных направлений // Итоги науки и техники. Сер. Информатика. Т. 16. М.: ВИНТИ, 1991. 138 с.
- Healey P., Irvine J., Martin B.R. Scientometrics research in the United Kingdom // Scientometrics. 1988. V. 14. № 3-4. P. 177-183.

- Вопросы информационной теории и практики: Сб. науч. ст. Вып. 56: Измерит. методы информ. анализа. М.: ВИНТИ, 1986. 167 с.
- Тютюнник В.М. Bioscientometrics investigations in the International Information Nobel Centre // Fourth Intern. Conf. Bibliometrics, Infometrics and Scientometrics. Berlin: Assos. Sci. Stud., 1994. P. 73-75.
- Виноградов Е.С. Сезонность в рождаемости одаренных людей // Вопр. истории естествознания и техники. 1989. № 4. С. 96-99.
- Международная встреча - конференция лауреатов Нобелевских премий и нобелистов: Тез. докл. Тамбов: Изд-во МИНЦ, 1996. 90 с.
- Демидов С.С., Иванов О.В., Смирнова Г.С. Компьютерные базы данных об отечественных ученых в области физико-математических наук // Вопр. истории естествознания и техники. 1993. № 1. С. 105-107.
- Скурихин В.И., Шифрин В.Б., Дубровский В.Б. Математическое моделирование. Киев: Техника, 1983. 270 с.
- Елисеев Э.Н., Сачков Ю.В., Белов Н.В. Поток идей и закономерности развития естествознания. Л.: Наука. Ленингр. отд-ние, 1982. 300 с.
- Яблонский А.И. Математические модели в исследовании науки. М.: Наука, 1986. 352 с.
- Моделирование в теоретической химии: Сб. М.: Наука, 1975. 174 с.
- Tsay M.Y. Bibliometric study of the application of computers in synthetic organic, physical, inorganic and analytical chemistry literature abstracted by Chemical Abstracts in 1986 // J. Chem. Inform. Comp. Sci. 1989. V. 29. № 3. P. 156-158.
- Мелихов И.В. Критерий оценки состояния химической науки // ЖВХО, 1991. Т. 36. № 3. С. 300-307.
- Kratochvil M. Logicka struktura chemie a její matematicky model // Chem. listy. 1981. T. 75. S. 673-698.
- Грановский Ю.В. Наукометрический анализ информационных потоков в химии. М.: Наука, 1980. 142 с.
- Нестеров А.В. Библиометрия в библиотеке. Новосибирск, 1990. 26 с.
- Granovsky Yu.V. Scientometrics, theory of experiment and optimization of research // Scientometrics. 1989. V. 15. № 1-2. P. 33-43.
- Нобелистика: Тезаурус информ.-поиск.: Физика, химия, физиология и медицина, экономика / Сост. В.М.Тютюнник, С.А.Мамонтов, Н.Ю.Горлова. Под ред. В.М.Тютюнника. Тамбов: Изд-во МИНЦ, 1995. 73 с.
- Тютюнник В.М. Основные направления и проблемы нобелистики на стыке нобелевской информатики и науковедения // Державинские чтения: Материалы науч. конф. преподавателей / Тамб. гос. ун-т. Тамбов, 1995. С. 52-53.
- Тютюнник В.М. Международный Информационный Нобелевский Центр // Деловая информация. 1993. № 2. С. 21-22.
- Garfield E. Mapping the world of nutrition: Citation analysis helps digest the menu of current research // Current Contents. 1987. V. 27. № 47. P. 3-14.
- Garfield E. Classic papers from the Proceedings of the Natural Academy of Science. P. 1, 2 // Current Contents. 1987. V. 27. № 36. P. 3-12; № 37. P. 3-9.
- Федотова Т.А., Тютюнник В.М. Наукометрический анализ и моделирование структуры книг серий "Материалы к биобиблиографии ученых". Тамбов: Изд-во МИНЦ, 1995. 60 с.
- Тютюнник В.М. Взаимосвязи информатики и науковедения: Анализ данных и модели. Тамбов, 1989. 44 с. Препринт № 1-89.
- Айламазян А.К., Стась Е.В. Самоорганизация в документальном информационном потоке // Вопр. информ. теории и практики, № 56: Измерит. методы информ. анализа. М.: ВИНТИ, 1986. С. 57-72.
- Горькова В.И. Системные исследования документального информационного потока // Систем. исследования: Ежегодник. 1979. М.: Наука, 1980. С. 240-267.
- Тютюнник В.М., Дьячек А.К. Системный подход к оценке эффективности научно-информационной деятельности и освоение ассоциативного потенциала информации // INFOS'84: Sbor. 14. Inform. semin. Bratislava, 1984 (dodat.). S. 13-21.
- Тютюнник В.М. Лауреаты Нобелевской премии по химии: Библиогр. указ. 1901 - 1917 гг. Тамбов, 1989. 160 с.
- Сергеев В. Нужна ли Нобелевская премия? // Химия и жизнь. 1976. № 6. С. 110.
- Научно-технический потенциал: Структура, динамика, эффективность / Г.М.Добров, В.Е.Тонхаль, А.А.Савельев и др. Киев: Наук. думка, 1987. С. 95.

Поступила в редакцию 12 августа 1996 г.