

Методологические проблемы историко-научных исследований

ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ ОТКРЫТИЯ И ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ПРОДУКТИВНЫХ СОСТОЯНИЙ В ИСТОРИИ РАЗВИТИЯ СИМВОЛИЧЕСКОЙ ЛОГИКИ

Г. КРЕБЕР [ГДР]

Флуктуации творческой продуктивности вокруг экспоненциального тренда [Райнов и Прайс]

С тех пор как американский историк науки Д. Г. де Солла Прайс эмпирическим путем показал экспоненциальный тип роста научной литературы [1—3], метод экспоненциального моделирования представляет собой признанный инструментальный наукометрического анализа. Если рост литературы в какой-нибудь научной области оказывается экспоненциальным, то это — важный индикатор этапа развития, в котором находится данная область. Экспоненциальный рост литературы свидетельствует о возрастающем количестве ученых, обращающихся к данной области: ее проблемы вызывают интерес; это говорит о том, что здесь новые проблемы рождаются в быстрой последовательности, что область находится в стадии подъема.

Однако вряд ли удастся что-либо сказать о *качественном* состоянии данной области на основе лишь экспоненциального роста количества литературы. Слагаемые при таком способе моделирования — это количество книг, статей, библиографий и т. п. Прирост знания таким путем невозможно измерить. Возможным это становится лишь тогда, когда принимаются во внимание не единицы научной литературы, а, например, научные открытия, в каждом из которых подтверждается именно определенный прирост знания.

Такой метод анализа творческой продуктивности в определенных научных областях, за определенные периоды времени и в определенных странах впервые был продемонстрирован в 1929 г. советским историком науки Т. И. Райновым [4]¹. Райнов сначала сконструировал модель «сэкулярного тренда» роста количества научных открытий в исследуемых областях, а затем сравнил этот «сэкулярный тренд» с волнообразными флуктуациями реального количества открытий. В качестве модельных функций для изображения «сэкулярного тренда» он использовал параболы разного порядка.

По теоретическим причинам целесообразно связать предложенный Райновым способ определения периодов творческой продуктивности в определенной научной области с методом экспоненциального моделирования, т. е. взять в качестве модельной функции для изображения «сэкулярного тренда» не параболы или другие произвольно выбранные

¹ Статья Т. И. Райнова, о которой идет речь, на русском языке не опубликована. Ее перевод мы предполагаем напечатать в одном из ближайших номеров журнала. — Ред.

функции, а экспоненциальную функцию. Тогда волнообразные флуктуации над экспоненциальным трендом еще раз будут свидетельствовать о периодах особой, творческой продуктивности в данной области. Мы сконструировали такую модель, опираясь на приведенные Райновым данные из различных областей физики XVIII и XIX вв. во Франции, Великобритании и Германии, и убедились, что результаты лишь незначительно отличаются от полученных Райновым, а это свидетельствует о продуктивности применяемого нами метода.

Модель Райнова — первый шаг от формального, количественного анализа роста научной литературы в какой-нибудь одной области к содержательному анализу развития ее в целом. Она позволяет осуществить анализ количества открытий, того подмножества научных публикаций, в которых содержится настоящий прирост знания.

Для более глубокого проникновения в механизм развития науки мы должны, однако, сделать еще один шаг. Следует перейти от анализа роста всех (безотносительно к их ценности) научных открытий к анализу роста тех из них, которые оказались особенно важными или даже решающими для развития данной области. Это предполагает, правда, что мы сумеем оценить открытия по их качеству, по степени их значимости для дальнейшего развития данной научной области. Такая оценка, как правило, может быть дана только экспертами в данной области; таким образом, она всегда содержит момент субъективности, который надо учитывать. Однако есть основания рассчитывать, что оценки, даваемые ведущими экспертами, лично способствовавшими развитию данной области, либо историко-научными пособиями, не расходятся настолько, чтобы обобщающие выводы сделались невозможными.

Анализу лучше всего поддаются такие области, в которых литература еще обозрима и ее полная библиография может быть составлена. В этой библиографии можно выделить те работы, которые оказались особенно важными или фундаментальными для развития данной области. Следующая задача — попытаться решить вопрос: каким образом содержащиеся в этих работах открытия влияют на флуктуации продуктивности в данной области.

В данной статье проводится именно подобное исследование влияния фундаментальных открытий на последовательность продуктивных состояний одной научной области; базисным материалом служит хорошо известная составленная А. Чёрчем полная библиография работ по символической логике [5]. Чёрч особо выделяет в ней два вида работ: публикации, которые для символической логики рассматриваются как важные, обозначаются одной звездочкой; те немногие, в которых впервые появляется новая идея, имевшая фундаментальное значение, выделяются двумя звездочками. Эти оценки служат основой нашего анализа.

Анализ на основе публикаций по символической логике [библиография Чёрча]

Первым шагом является конструирование экспоненциальной модели роста литературы в данной области. Названная библиография охватывает период с 1666 по 1935 г. и включает 2116 работ. Распределение их по пятилетним периодам показано в табл. 1.

Из приведенной таблицы видно, что о каком-либо серьезном росте количества научных публикаций в символической логике можно говорить лишь начиная с 40-х годов XIX в. Поэтому будем рассматривать только период с 1846 по 1935 г. На графическом изображении данных (рис. 1) ясно виден спад количества публикаций в период с 1911 по 1920 г., т. е. в десятилетие первой мировой войны. Поэтому целесообразно сконструировать частичные модели отдельно для периодов 1835—

1910 гг. и 1921—1935 гг. Для первого получается экспоненциальная модель вида

$$S = 1,4 e^{0,078t}$$

с периодом удвоения примерно 8,8 лет, а для второго данные аппроксимируются функцией вида

$$S = 98,4 e^{0,12t}$$

с периодом удвоения примерно 5,7 лет. Подъем во втором периоде намного превышает подъем в первом, что хорошо видно также по логарифмическому изображению (рис. 1). Таким образом, вплоть до 1935 г. символическая логика находилась еще в стадии быстрого развития.

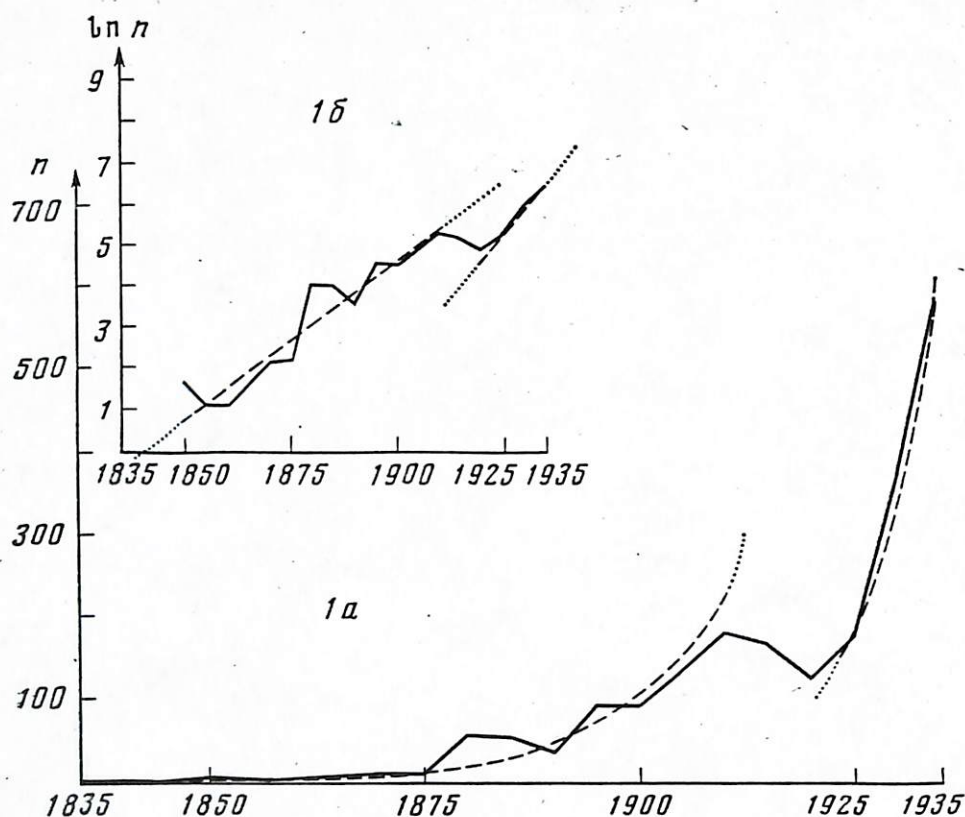


Рис. 1. Рост количества публикаций по символической логике (по данным А. Чёрча); 1а — нормальное изображение, 1б — логарифмическое изображение

Вторым шагом является конструирование волнообразной флуктуации продуктивности по методу Райнова, причем сначала моделирование осуществляется по всему периоду 1846—1935 гг. Затем над этими флуктуациями распределяются отмеченные Чёрчем важные работы (с одной звездочкой) и фундаментальные работы (с двумя звездочками).

Распределение работ с одной звездочкой по пятилетним периодам показано на табл. 2. В качестве работ, имевших фундаментальное значение для развития символической логики (отмечены двумя звездочками), Чёрч указывает следующие одиннадцать:

1. Boole George. The mathematical analysis of logic, being an essay toward a calculus of deductive reasoning. London and Cambridge, 1847.
2. De Morgan Augustus. On the syllogism, no. IV, and on the logic of relations (read 23, April, 1860). In: Trans. Camb. Phil. Soci, vol. 10, 1864.
3. Frege Gottlob. Begriffsschrift. Halle, 1879.
4. Frege Gottlob. Die Grundlagen der Arithmetik. Breslau, 1884.
5. Frege Gottlob. Grundgesetze der Arithmetik, vol. 1. Jena, 1893.
6. Zermelo Ernst. Beweis, dass jede Menge wohlgeordnet werden kann. In: Mathematische Annalen, vol. 59, 1904.

Символическая логика. Распределение работ по пятилетним периодам

Период	Кол-во работ	Период	Кол-во работ	Период	Кол-во работ
1666—1670	1	1756—1760	1	1846—1850	5
1671—1675	0	1761—1765	7	1851—1855	3
1676—1680	0	1766—1770	3	1856—1860	3
1681—1685	2	1771—1775	2	1861—1865	5
1686—1690	0	1776—1780	0	1866—1870	8
1691—1695	1	1781—1785	3	1871—1875	9
1696—1700	0	1786—1790	0	1876—1880	56
1701—1705	0	1791—1795	1	1881—1885	54
1706—1710	0	1796—1800	0	1886—1890	36
1711—1715	0	1801—1805	1	1891—1895	91
1716—1720	0	1806—1810	0	1896—1900	92
1721—1725	0	1811—1815	0	1901—1905	136
1726—1730	0	1816—1820	2	1906—1910	179
1731—1735	1	1821—1825	0	1911—1915	165
1736—1740	1	1826—1830	0	1916—1920	126
1741—1745	0	1831—1835	0	1921—1925	173
1746—1750	0	1836—1840	3	1926—1930	362
1751—1755	1	1841—1845	0	1931—1935	583

Таблица 2

Символическая логика. Распределение важных для развития работ по пятилетним периодам

Период	n	Период	n	Период	n
1846—1850	2	1876—1880	4	1906—1910	3
1851—1855	0	1881—1885	3	1911—1915	5
1856—1860	0	1886—1890	7	1916—1920	6
1861—1865	3	1891—1895	5	1921—1925	11
1866—1870	1	1896—1900	1	1926—1930	15
1871—1875	1	1901—1905	10	1931—1935	11

7. Hilbert David. Über die Grundlagen der Logik und der Arithmetik. In: Verhandlungen des Dritten Internationalen Mathematiker-Kongresses in Heidelberg vom 8—13 8 1904. Leipzig, 1905.

8. Brouwer L. E. De onbetrouwbaarheid der logische principes. In: Tijdschrift voor Wijsbegeerte, vol. 2, 1908.

9. Russell Bertrand, Mathematical logic as based on the theory of types. In: Americ. Journ. Math., vol. 30, 1908.

10. Zermelo Ernst. Untersuchung über die Grundlagen der Mengenlehre. I. In: Mathematische Annalen, vol. 65, 1908.

11. Gödel Kurt. Über formal unentscheidbare Sätze der Principia Mathematica und verwandter Systeme I. In: Monatsh. Math. Phys., vol. 38, 1931.

На рис. 2, а и б показано распределение работ (с одной звездочкой) над несглаженными и сглаженными флуктуациями². Как видно, важные для развития символической логики работы по всему периоду распределены без каких-либо заметных различий.

Иначе обстоит дело с фундаментальными работами. Анализируя их влияние на развитие символической логики, мы рассматриваем лишь несглаженные флуктуации; при их сглаживании терялись бы две величины (работы Буля и Гёделя), и в данном случае сглаживание скорее

² Сглаживание флуктуаций производится следующим образом: в сглаженной модели находят точку n_i , деля на три сумму значений трех соседних точек n_{i-1} , n_i и n_{i+1} в несглаженной модели.

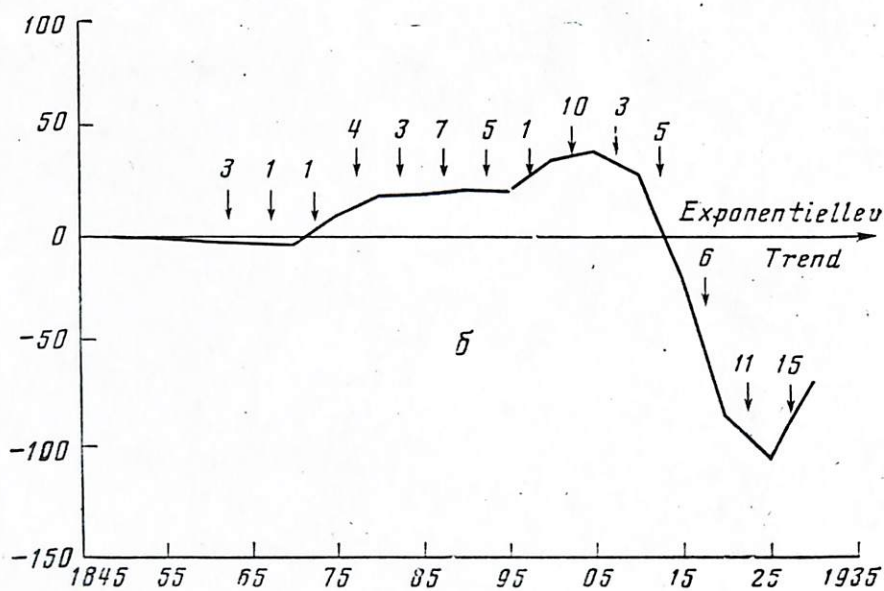
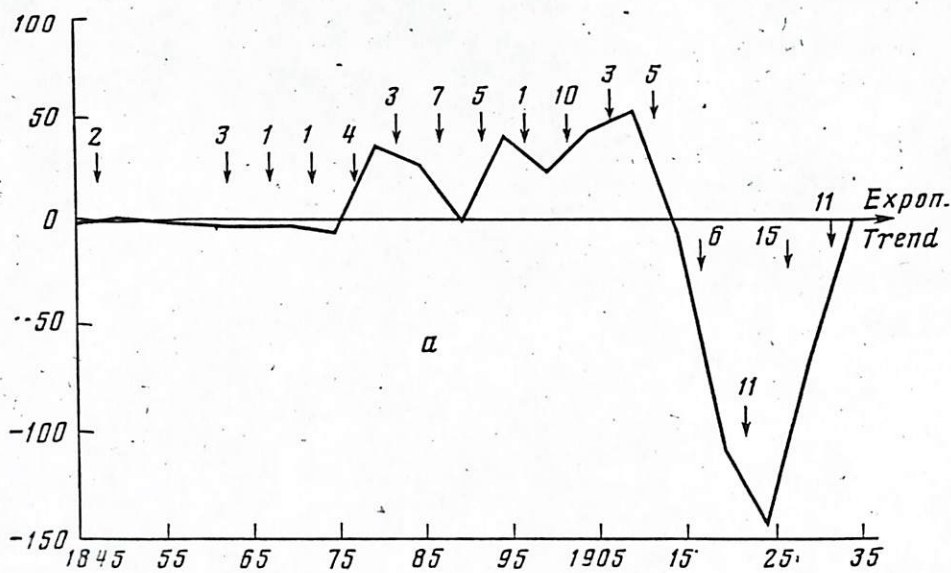


Рис. 2. Распределение важных работ в модели волнообразных флуктуаций продуктивности: а — несглаженные флуктуации, б — сглаженные флуктуации

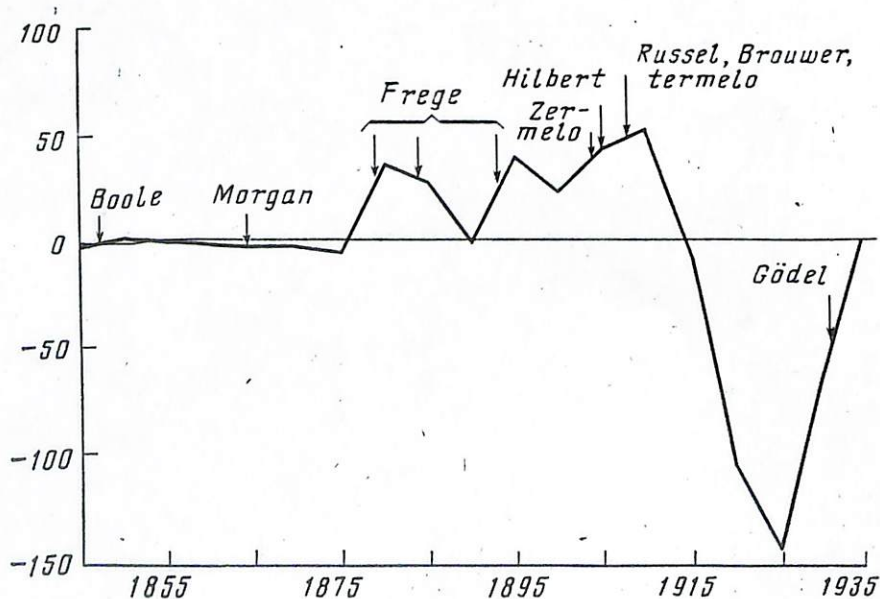


Рис. 3. Распределение фундаментальных работ в модели волнообразных флуктуаций продуктивности

затемняло бы интересующую нас ситуацию. Выясняется, что в пятилетие, следующее вслед за появлением фундаментальной работы, происходит относительный спад творческой продуктивности (рис. 3). На основании данных Чёрча лишь относительно работы Гёделя (1931) остается сомнение. Картина существенно не меняется и в случае, когда мы моделируем не по всему периоду, а частично, т. е. если мы не принимаем во внимание спад публикаций в военное десятилетие 1910—1920 гг. (рис. 4). Здесь после второй работы Фреге (1884) продуктивность остается на том же уровне над экспоненциальным трендом, а в случае работы Гёделя оказывается, что спад продуктивности происходит в том же пятилетии.

Теперь фундаментальные работы можно соотнести не со всеми, а только с важными, отмеченными одной звездочкой, построить экспоненциальную модель роста количества важных работ и их несглаженные флуктуации, а затем распределить фундаментальные работы по этим флуктуациям. И в этом случае оказывается, что за большинством фундаментальных работ следует спад продуктивности в создании важных работ (рис. 5). Отклонениями от этого правила являются вторая работа Фреге и опубликованные в 1908 г. работы Брауера, Расселя и Цермело.

Этот результат можно интерпретировать таким образом. Имеется два типа фундаментальных работ: после работ первого типа следует спад продуктивности создания и важных и всех прочих работ, в то время как после работ второго типа наблюдается подъем продуктивности создания важных работ, но спад продуктивности при создании других имеется и здесь.

Таким образом, в обоих случаях можно сказать, что творческая продуктивность, отнесенная к области как целому, как правило, падает вслед за фундаментальными открытиями. Объясняется это, видимо, тем, что вследствие новых фундаментальных идей в науке (а тем более если речь идет о новых парадигмах) становится невозможным продолжать работу в данной области так, как это было принято ранее. Кроме того, новые фундаментальные идеи, как правило, поднимают больше новых проблем, чем решают их. Требуется время, пока новая идея становится признанной. Только через некоторое время начинается новый подъем творческой продуктивности, затем приводящий к появлению новой фундаментальной идеи.

В целом область развивается как бы пульсируя: происходит чередование исключительных подъемов и относительных спадов творческой продуктивности. Это явление, характерное для одной отдельно взятой области за отрезок времени в два—три поколения, воспроизводится, по-видимому, и в движении научной мысли в течение веков. На это указывал, в частности, В. И. Вернадский, который сравнивал периоды подъемов научного творчества со взрывами; он считал, что для таких взрывов требуются «пульсации талантливости в смене поколений» и «благоприятные их проявлению социально-политические и остальные условия» [6, с. 234]. Такая своеобразная «пульсация научной мысли», «наличие известной периодичности творческих спадов и подъемов» соответствует (как отмечается во вводной статье к избранным трудам В. И. Вернадского по истории науки) «историческим фактам и требует объяснения» [6, с. 26]. Но, видимо, в большие промежутки времени — имея в виду века — феномен периодичности творческой активности научной мысли, а также «отмеченное Вернадским чередование стран, вырывающихся вперед в той или иной области творчества» [там же], есть явление другого рода, чем чередование фаз подъема и относительного спада творчества в исторически короткие периоды каких-то десятилетий в рамках одной отдельно взятой области. Пока мы ничего не можем сказать о том, имеется ли связь между двумя этими феноменами и в чем она заключается. Мы только сообщаем о единичном наблюдении: в слу-

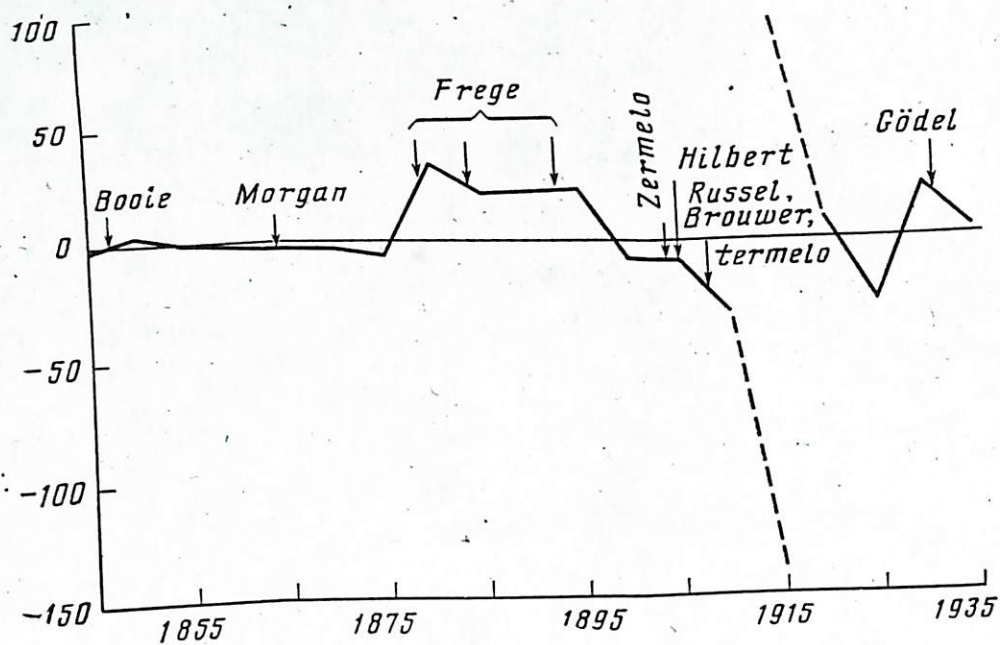


Рис. 4. Распределение фундаментальных работ в модели волнообразных флуктуаций продуктивности. Поэтапное экспоненциальное моделирование

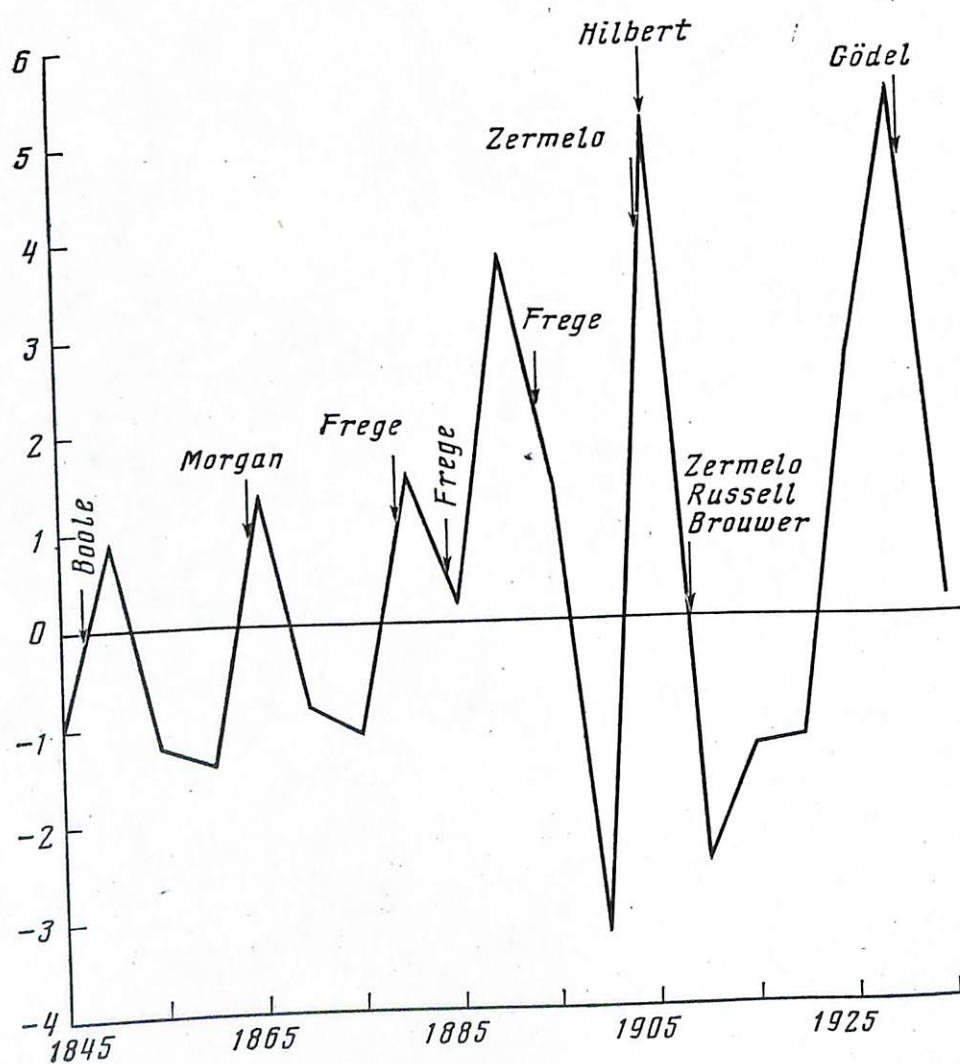


Рис. 5. Распределение фундаментальных работ в модели волнообразных флуктуаций продуктивности при создании важных работ

чае символической логики между фундаментальными открытиями имеются, как правило, периоды относительного спада творческой продуктивности ученых.

Иной подход [Гоффман — Гармон]

Мы показали, что экспоненциальное моделирование роста количества публикаций в какой-либо научной области вместе с распределением фундаментальных работ над волнообразными флуктуациями творческой продуктивности может служить методом для получения информации о последовательности продуктивных состояний в данной области. Объективность результатов, полученных этим методом, подтверждается тем, что их можно получить и применяя иной подход. Американские ученые В. Гоффман и Г. Гармон [7] подходят к этой проблеме следующим образом. В процессе научного открытия они различают четыре стадии, или состояния.

1. Стадия недостаточной и неупорядоченной информации; проблема определена еще нечетко и задача заключается лишь в сборе информации, которую можно было бы систематизировать и упорядочить.

2. Стадия недостаточной, но упорядоченной информации; имеющаяся информация в первом приближении уже может быть упорядочена.

3. Стадия достаточной, но неупорядоченной информации; имеется достаточная информация, которую можно различным образом упорядочить, причем неизвестно, какой именно порядок будет адекватным; в целом, таким образом, состояние является еще неупорядоченным.

4. Стадия достаточной и упорядоченной информации; делается открытие, которое стало возможным благодаря наличию достаточной и упорядоченной информации. Вслед за этой четвертой стадией новая идея разрабатывается, и цикл начинается снова.

Авторы с помощью этой модели анализируют развитие символической логики. Исходя из отмеченных Чёрчем важных и фундаментальных работ, они определяют эти четыре стадии следующим образом:

1. Система находится в году t_i в состоянии E_1 (недостаточной и неупорядоченной информации); это значит, что в этом году не появилось ни одной работы с одной звездочкой и ни одной с двумя звездочками.

2. Система находится в году t_i в состоянии E_2 (недостаточной, но упорядоченной информации), если в этом году появилась одна работа с одной звездочкой, но не появилось ни одной работы с двумя звездочками.

3. Система находится в году t_i в состоянии E_3 (достаточной, но неупорядоченной информации), если в этом году появилось больше одной работы с одной звездочкой, но не появилось ни одной работы с двумя звездочками.

4. Система находится в году t_i в состоянии E_4 (достаточной и упорядоченной информации), если в этом году появилась по крайней мере одна работа с двумя звездочками.

Для анализа авторы берут период с 1848 по 1932 г. Через N_i они обозначают количество лет, в течение которых система находится в состоянии E_i ($i=1, 2, 3, 4$), через N_{ij} — сколько раз система перешла из состояния E_i в состояние E_j в следующем году. Тогда отношение $N_{ij} : N_i$ обозначает вероятность p_{ij} , с которой система переходит из состояния E_i в состояние E_j . Эти вероятности переходов изображаются в матричной форме, которая для данного периода имеет следующий вид [7, с. 104]:

	E_1	E_2	E_3	E_4
E_1	0,53	0,21	0,21	0,05
E_2	0,50	0,18	0,23	0,09
E_3	0,21	0,35	0,26	0,18
E_4	0,37	0,37	0,26	0,00

Из этой матрицы следует, что вероятность пребывания системы в состоянии E_4 равняется нулю. Отметим, что этот результат не совсем точен. В частности, вероятность перехода системы из состояния E_4 в то же состояние E_4 в случае символической логики не может равняться нулю, так как имеется один случай, когда в двух следующих друг за другом годах появилось по одной работе с двумя звездочками (Цермело, 1904, и Гильберт, 1905). Наш расчет вероятностей перехода дал следующие результаты, составленные в матричной форме:

	E_1	E_2	E_3	E_4
E_1	0,58	0,24	0,14	0,05
E_2	0,52	0,10	0,24	0,14
E_3	0,11	0,32	0,42	0,16
E_4	0,33	0,44	0,11	0,11

Из этой матрицы видно, что вероятность пребывания системы в состоянии E_4 не равняется нулю, но является минимальной. Из нее далее следует то же, что отмечали Гоффман и Гармон: «Фундаментальные открытия имели свойство немедленно приводить систему в состояние большего беспорядка. Другими словами, важные новые идеи (имеются в виду фундаментальные новые идеи.— Г. К.) как будто поднимали больше вопросов, чем они могли решить» [там же]. Из матрицы авторов, кроме того, следует, что «наибольшая неопределенность дальнейшего направления движения системы имеется в случае, когда система находится в состоянии E_3 » [там же]. То же самое следует и из нашей матрицы. Гоффман и Гармон интерпретируют это обстоятельство следующим образом: «Последний шаг при упорядочении достаточного множества информации делался не прямым путем, а через ряд направленных в обратном направлении шагов, прежде чем он успешно реализовался в открытии» [там же]. Это наводит на следующее рассуждение.

Уточнения и выводы

Определение четырех состояний, данное Гоффманом и Гармоном, представляется нам более или менее произвольным. Можно, однако, следовать другим путем. Исходя из характеристики Чёрча трех категорий работ (без звездочки, с одной звездочкой и с двумя звездочками), предлагаем ввести следующую формальную типизацию всех возможных состояний системы символической логики:

- E_1 : нет работы с одной звездочкой, нет работы с двумя звездочками;
- E_2 : одна работа с одной звездочкой, нет работы с двумя звездочками;
- E_3 : несколько работ с одной звездочкой, нет работы с двумя звездочками;
- E_4 : нет работы с одной звездочкой, одна работа с двумя звездочками;
- E_5 : одна работа с одной звездочкой, одна работа с двумя звездочками;
- E_6 : несколько работ с одной звездочкой, одна работа с двумя звездочками;
- E_7 : нет работы с одной звездочкой, несколько работ с двумя звездочками;
- E_8 : одна работа с одной звездочкой, несколько работ с двумя звездочками;
- E_9 : несколько работ с одной звездочкой, несколько работ с двумя звездочками.

Матрица вероятностей перехода тогда имеет следующий вид:

	E_1	E_2	E_3	E_4	E_5	E_6	E_7	E_8	E_9
E_1	0,58	0,24	0,14	0,03	0,03	0	0	0	0
E_2	0,52	0,10	0,24	0,10	0,05	0	0	0	0
E_3	0,11	0,32	0,42	0	0,11	0	0,05	0	0
E_4	0	0,67	0,33	0	0	0	0	0	0
E_5	0,25	0,50	0	0	0	0,25	0	0	0
E_6	1,00	0	0	0	0	0	0	0	0
E_7	1,00	0	0	0	0	0	0	0	0
E_8	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E_9	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Из нее можно сделать выводы, идущие дальше выводов Гоффмана и Гармона и уточняющие их.

1. Состояния E_8 и E_9 вообще не существовали, т. е. не было такого года, в котором вышли бы по крайней мере одна важная и несколько фундаментальных работ.

2. Наиболее вероятно, если в одном году выходят наряду с несколькими важными одна фундаментальная работа (E_6) или же несколько фундаментальных работ без одной важной (E_7), то в следующем году не выходит ни важных, ни фундаментальных работ (E_1).

3. Если в одном году не появляется ни важных, ни фундаментальных работ (E_1), то вероятность того, что в следующем году появится одна или несколько важных работ, больше, чем вероятность того, что появится одна фундаментальная работа.

4. Состоянием наибольшей неопределенности является E_3 ; при этом появляется несколько важных, но не выходит ни одной фундаментальной работы. В этом случае вероятнее всего, что система пребывает в том же состоянии, что и в следующем году появится несколько важных, но не выйдет ни одной фундаментальной работы. Менее вероятно в этом случае, что в следующем году выйдет только одна важная работа (E_2). Совсем мало вероятно состояние E_7 ; в следующем году не будет ни одной важной работы, но появится несколько фундаментальных, и совсем невероятно, если в следующем году выходит одна или несколько важных и вместе с тем одна или несколько фундаментальных работ (E_6, E_8, E_9).

5. Можно было бы выделить и другие наблюдения. Однако в совокупности они скорее затемняют положение дел, чем освещают его. Общий вывод, однако, таков: **состояния наименьшей продуктивности (E_1, E_2) обладают большей вероятностью пребывания, чем состояния более высокой продуктивности. И еще: состояния наибольшей продуктивности (E_6, E_7) переходят с наибольшей вероятностью в состояние наиболее низкой продуктивности (E_1).** Эти выводы согласуются с теми, которые мы сделали на основании моделирования волнообразных флуктуаций творческой продуктивности в области символической логики.

Разумеется, этот результат не следует пока рассматривать общезначимым; его нужно проверить на материале истории развития других научных областей. Однако и до этой дальнейшей проверки уже теперь возникают проблемы, ориентирующие специалистов на науковедческие и историко-научные исследования другого, более качественного типа: если верно, что за стадиями наивысшей творческой продуктивности в какой-либо научной области, как правило, следуют стадии наименьшей продуктивности, то важная задача повышения эффективности научного труда заключается в том, чтобы сделать эти периоды низкой продуктивности как можно более краткими, т. е. создать такие условия, в которых новые фундаментальные идеи могли бы быстрее распространяться в научном сообществе, получить общее признание и стать общей основой научной работы в данной области. Это в свою очередь наводит на проблему коммуникации ученых, степени их готовности и способности

быстрого восприятия новых идей. Эта проблема весьма комплексная; в ее структуру входит множество познавательных и социальных компонентов, которые необходимо учитывать при ее решении [8].

Очевидно, мы еще далеки от такого ее решения, которое давало бы возможность его плодотворного практического использования. Поэтому нужно применять любые имеющиеся инструментари, в том числе и количественные модельные представления, даже если они обладают признаками формальности и односторонности, чтобы освещать данную проблему хотя бы с одной или другой точки зрения. Комплексного решения ее, однако, можно добиться лишь единством теоретического и исторического, количественного и качественного анализа.

Литература

1. *Price de Solla D. J.* Quantitative Measures of the Development of Science. Archives Internationales d'Histoire des Sciences. N 14/15/51.
2. *Price de Solla D. J.* Science since Babylon, New Haven — London, 1961.
3. *Price de Solla D. J.* Little Science — Big Science, New York — London, 1963.
4. *Rajnov T. I.* Wave — Like Fluctuations of Creative Productivity in the Development of West — European Physics in the Eighteenth and Nineteenth Centuries. Isis, 1929/ /XII (2), N 38, p. 287—319.
5. *Church A.* A Bibliography of Symbolic Logic. The Journal of Symbolic Logic, vol. 1, N 4, December 1936; Additions and Corrections to a Bibliography of Symbolic Logic. The Journal of Symbolic Logic, vol. 3, N 4, December 1938.
6. *Вернабский В. И.* Избранные труды по истории науки. М., 1981.
7. *Goffman W., Harmon G.* Mathematical Approach to Scientific Discovery. Nature, vol. 229, January 8, 1971.
8. Научное открытие и его восприятие. М., 1971.

FUNDAMENTAL DISCOVERIES AND THE SUCCESSION OF PRODUCTIVE STATES IN THE HISTORY OF THE DEVELOPMENT OF SYMBOLIC LOGIC

G. KREBER (GDR)

The succession of productive states in the development of any scientific field might be modelled in the form of the wave fluctuations of the number of publications or important discoveries in the field around exponential trend of their increase. Influence of the fundamental works on the development of that sphere might be stated according to their distribution over these fluctuations. In the case of symbolic logic creative productivity of scientists in the next five years after the appearance of the fundamental discovery falls down at first, but then increases again. The same result may be obtained by analysis of the probabilities of the transitions from one productivity state to another. The states with lower productivities are characterized by higher probabilities and the states with high productivity are transforming with high probability into the states with the lowest productivities.

