

ЭКОНОМИКА И УПРАВЛЕНИЕ НАРОДНЫМ ХОЗЯЙСТВОМ

УДК 330.009

ИНФОРМАЦИОННЫЕ РЕСУРСЫ ЭКОНОМИКИ, БИЗНЕСА, ОБРАЗОВАНИЯ

© 2014 г. Е. Ф. Кустов, В. К. Лозенко, В. П. Семиколонов

Национальный исследовательский университет «МЭИ», г. Москва

Информационные ресурсы являются существенными для развития экономики, образовательного процесса и бизнеса. До настоящего времени эти концепции базировались главным образом на качественном анализе импакт-факторов (ИФ) информационных ресурсов и их влияния на мировое развитие. В статье приводится количественный анализ ИФ информационных ресурсов на базе статистического распределения объектов по информационным уровням, разницы между которыми определяется инновационными факторами. Мы рассматриваем энтропию этого процесса, и выводим базисные уравнения развития информационных ресурсов посредством переходов объектов информационного процесса по уровням информации. Заселенность уровней информации и вероятности перехода объектов по этим уровням определяется отношением информационного уровня к параметру инноваций. Разработанная теория применена к развитию глобального патентного процесса. Рассматривается закон корреляции информационного патентного процесса и ВВП экономики. На основе этого анализа обсуждается метод прогнозирования развития мировой экономики по корреляции с патентным процессом до 2020 года.

Ключевые слова: *информационные ресурсы; информационные уровни; информационное состояние; энтропия; функция распределения; энтропия малоразмерных объектов.*

Information resources are a prerequisite for economic development, the educational process and business. Currently, these unconditional provisions are based mainly on a qualitative analysis of the information resources' impact on the world economy's development. The article presents the theory of quantifying the impact of information resources that is based on the statistical distribution of the knowledge object at the different information levels, depending on the innovation factor. We consider the entropy of the process and display the basic equation of the development of information resources by gradual transition objects on the information levels. Probability and the population of each level depend on the information ratio of the information level to the innovation parameter. The developed theory is applied to the development of the global patent process. We demonstrate the correlation and the existence of a time phase displacement law effects (increasing or decreasing) between the information patent process and GDP. We also present the forecast methodology for the development of patents until 2020 and show a correlation between the patent development process and GDP growth.

Key words: *information resources; information levels; information states; entropy; distribution function; small dimension objects' entropy.*

Энтропия

Информационное состояние макроэкономики или бизнеса можно характеризовать распределением объектов видов производственной деятельности (ВПД) или фирм по информационным уровням I_i . Аналогично можно рассматривать распределение объектов образовательной деятельности. Впервые на базе анализа матриц затрат — выпуска экономики и информационных ресурсов были сформулированы совместные матричные уравнения производства и потребления на основе которых определяется влияние информационных ресурсов на различные производства и экономику в целом [1].

Основные концепции информационного процесса базируются на фундаментальных исследованиях [1; 2] и определениях информации, рассмотренных в [1].

Перенумеруем объекты $i = 1, 2, 3, \dots$, и пусть g_i — число информационных состояний в i -й группе, а n_i — число объектов, находящиеся на i -м информационном уровне $n_i < g_i$. Основной закон развития экономики, бизнеса, образования (ЭБО) можно сформулировать как закон возрастания знаний и информации. Это роднит системы ЭБО с физическими системами (ФС), где аналогичный закон формулируется как закон возрастания энтропии на статистике большого числа состояний ФС. Однако ЭБО имеют ограниченное число состояний (два-три порядка), что определяет необходимость развить новые методы анализа. По аналогии с ФС мы будем анализировать условия равновесия, которые базируются на энтропийном законе, но имеют существенные отличия. Чтобы подчеркнуть эти отличия на лексическом уровне введем специальное понятие «энтропия» («информия») как функция, определяющая условия равновесия информационных систем экономики.

Энтропия Ξ вводится как функция от вероятности информационного состояния ЭБО систем W :

$$\Xi = \ln W,$$

где W — вероятность информационного состояния (ИС) или распределения информационных ресурсов (ИР) по видам производственной, бизнес- и образовательной деятель-

ности (ВПД). Вероятность ИС аддитивно складывается из порционных вероятностей типов ВПД:

$$\Xi = \ln W = \sum_i \ln w_i, \quad (1)$$

где w_i — порционная вероятность состояния информационных ресурсов в i -м ВПД.

Порционная вероятность w_i пропорциональна числу способов, которыми может быть выбрано n_i объектов с информационным ресурсом из общего числа g_i объектов данного i -го ВПД, или числу способов распределения информационных ресурсов по видам ВПД.

Информационные ресурсы могут быть распределены различным образом по всем объектам данного ВПД. Можно выделить два крайних состояния, когда все ИР сосредоточены на одном объекте и когда ИР распределены одинаково на всех объектах данного ВПД. Эти распределения равны числу сочетаний из полного числа g_i объектов по n_i объектам с ИР:

$$w_i = a_i \frac{g_i!}{n_i!(g_i - n_i)!}, \quad (2)$$

где a_i — константа, не зависящая от n_i .

На рис. 1 показаны два распределения двух ВПД по уровням i и j информационных ресурсов.

Подставляя формулу (2) в (1), можно получить:

$$\Xi = \sum_{i=1}^m \ln \frac{g_i!}{n_i!(g_i - n_i)!} + \sum_{i=1}^m \ln a_i. \quad (3)$$

Обычно при рассмотрении систем с большими массивами объектов эту формулу представляют с использованием аппроксимации Стирлинга. Однако при рассмотрении информационно-экономических структур применять формулу Стирлинга нельзя из-за больших погрешностей при малом числе состояний системы.

В случае информационно-экономических структур можно ввести формулу для (3) с использованием гамма функций:

$$\begin{aligned} \sum_{i=1}^m \ln \frac{g_i!}{n_i!(g_i - n_i)!} &= \\ &= \sum_{i=1}^m \left[\ln \Gamma(g_i + 1) - \right. \\ &\quad \left. - \ln \Gamma(n_i + 1) - \ln \Gamma(g_i - n_i + 1) \right]. \end{aligned} \quad (4)$$

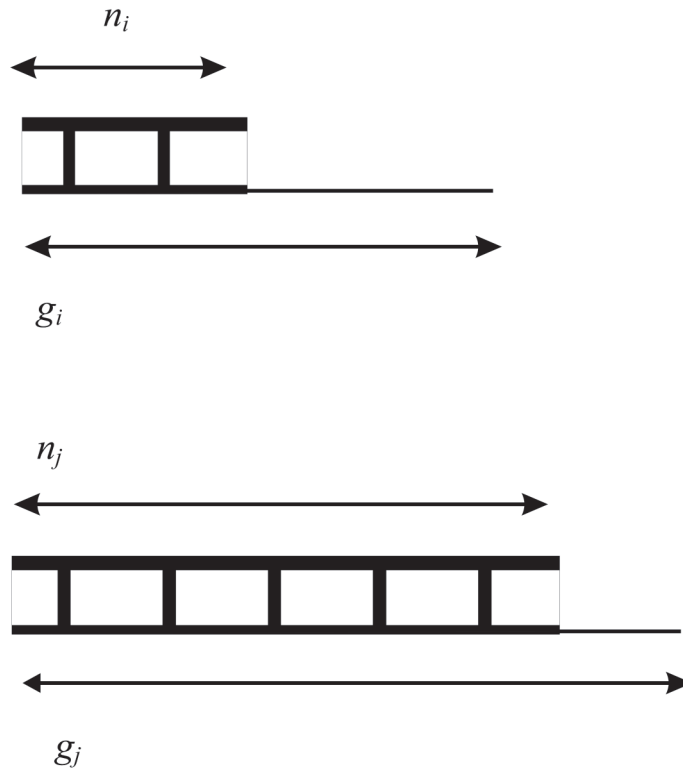


Рис. 1. Типы распределения информационных ресурсов для двух i и j видов производственной деятельности

Для случая, когда константа $a_i = 1$, энтропия Ξ будет равна:

$$\begin{aligned} \Xi &= \sum_{i=1}^m \ln \frac{g_i!}{n_i!(g_i - n_i)!} = \\ &= \sum_{i=1}^m \ln \frac{\Gamma(g_i + 1)}{\Gamma(n_i + 1)\Gamma(g_i - n_i + 1)}. \end{aligned} \quad (5)$$

Общее число объектов с ИР равно общему числу ИР N , а полное число информационных ресурсов равно I . Тогда уравнение ИР баланса будет:

$$N = \sum_{i=1}^m n_i, \quad I = \sum_{i=1}^m I_i n_i. \quad (6)$$

Условие оптимальности вероятности распределения информационных ресурсов. Оптимальные условия энтропии Ξ можно определить из следующих уравнений:

$$\frac{d\Xi}{dn} = 0, \quad \frac{d^2\Xi}{dn^2} < 0.$$

Если производная Ξ по уровням ИР n равняется нулю, то Ξ имеет экстремум, а если вторая производная отрицательна, то экстремум Ξ имеет максимальное значение.

Производные Ξ выражаются через пси функции следующим образом:

$$\frac{d\Xi}{dn} = \sum_{i=1}^m \left[-\Psi(n_i + 1) + \Psi(g_i - 1, n + 1) \right] = 0, \quad (7)$$

$$\frac{d^2\Xi}{dn^2} = -\sum_{i=1}^m \left[\Psi(1, n_i + 1) + \Psi(1, g_i - 1, n + 1) \right] < 0. \quad (8)$$

На рис. 2–4 показаны зависимости энтропии Ξ и ее производных от n при значениях $g = 10, 50, 100$.

Максимум энтропии наблюдается при $n = g/2$. С увеличением и уменьшением n_i значение энтропии Ξ уменьшается.

Функция распределения информационных ресурсов

Энтропия Ξ является безразмерной величиной и определяет вероятность распределения информационных ресурсов внутри видов и по видам производственной деятельности ЭБО. Для того, чтобы получить уровни информационных ресурсов надо умножить информацию на параметр инновационности Λ ,

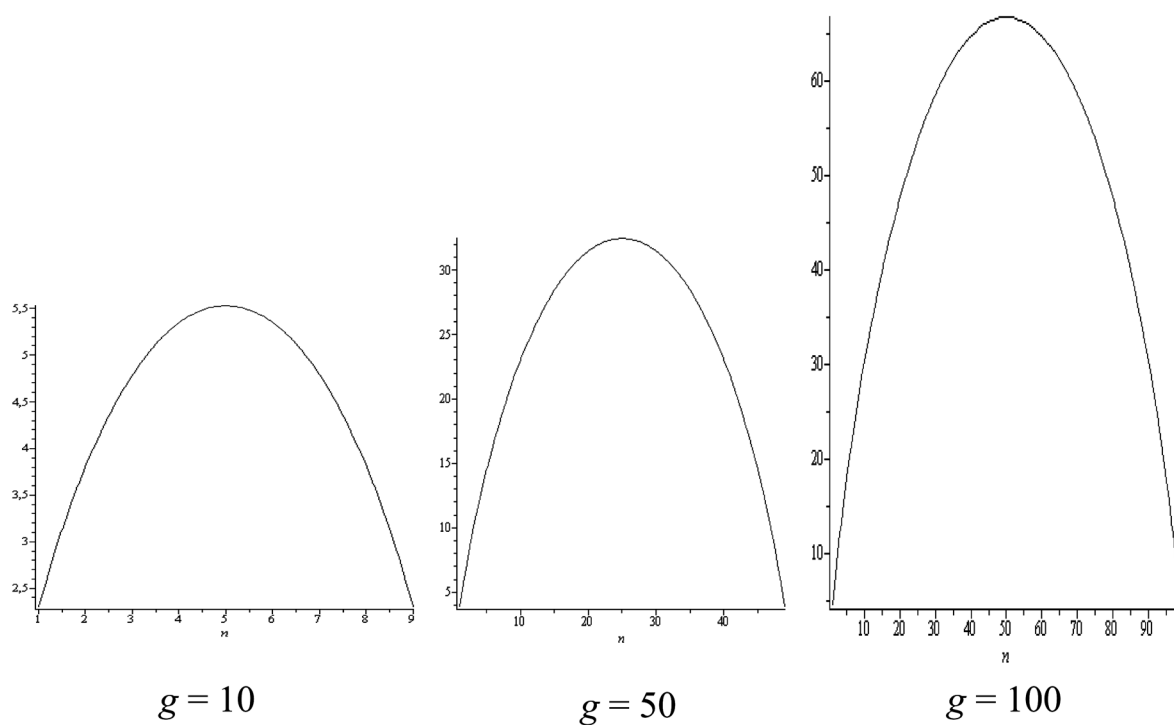


Рис. 2. Зависимость энтропии Ξ от n при различных значениях $g = 10, 50, 100$

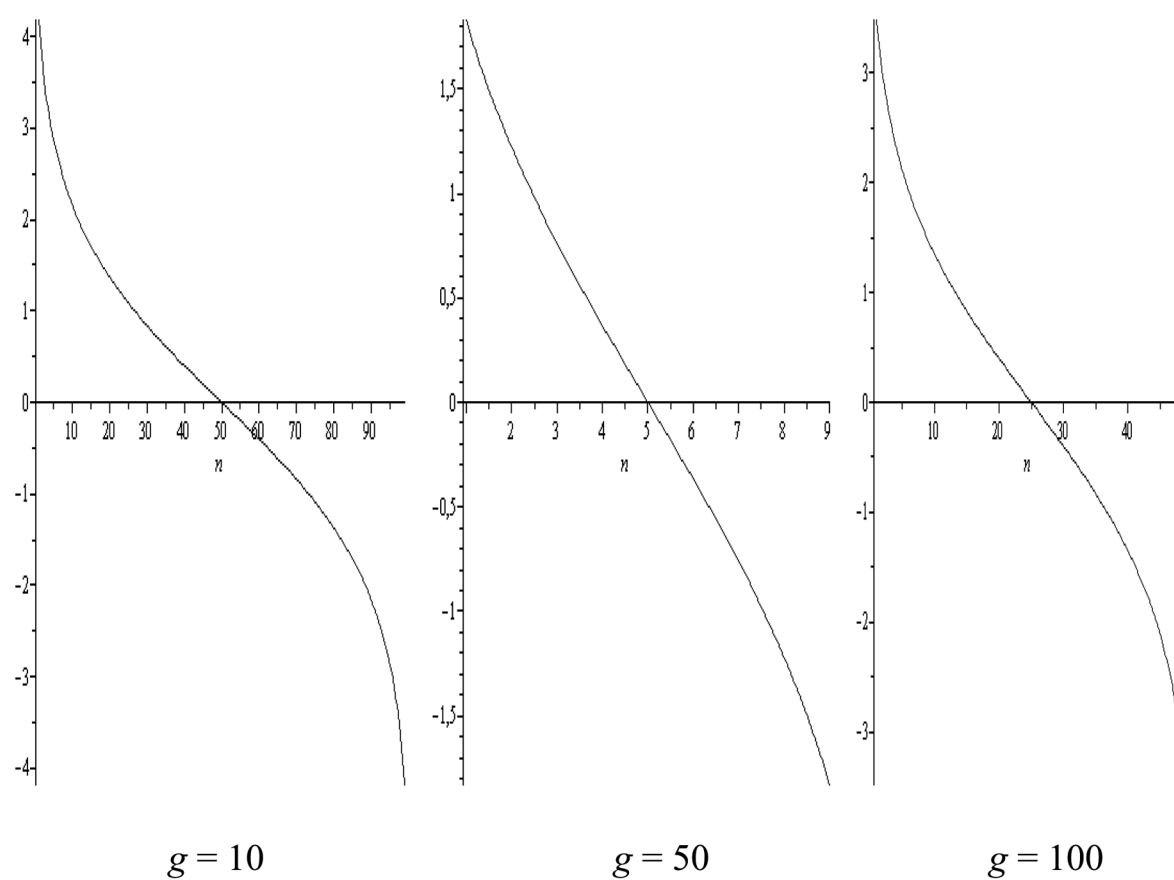


Рис. 3. Зависимость первой производной энтропии Ξ от n при значении $g = 10, 50, 100$

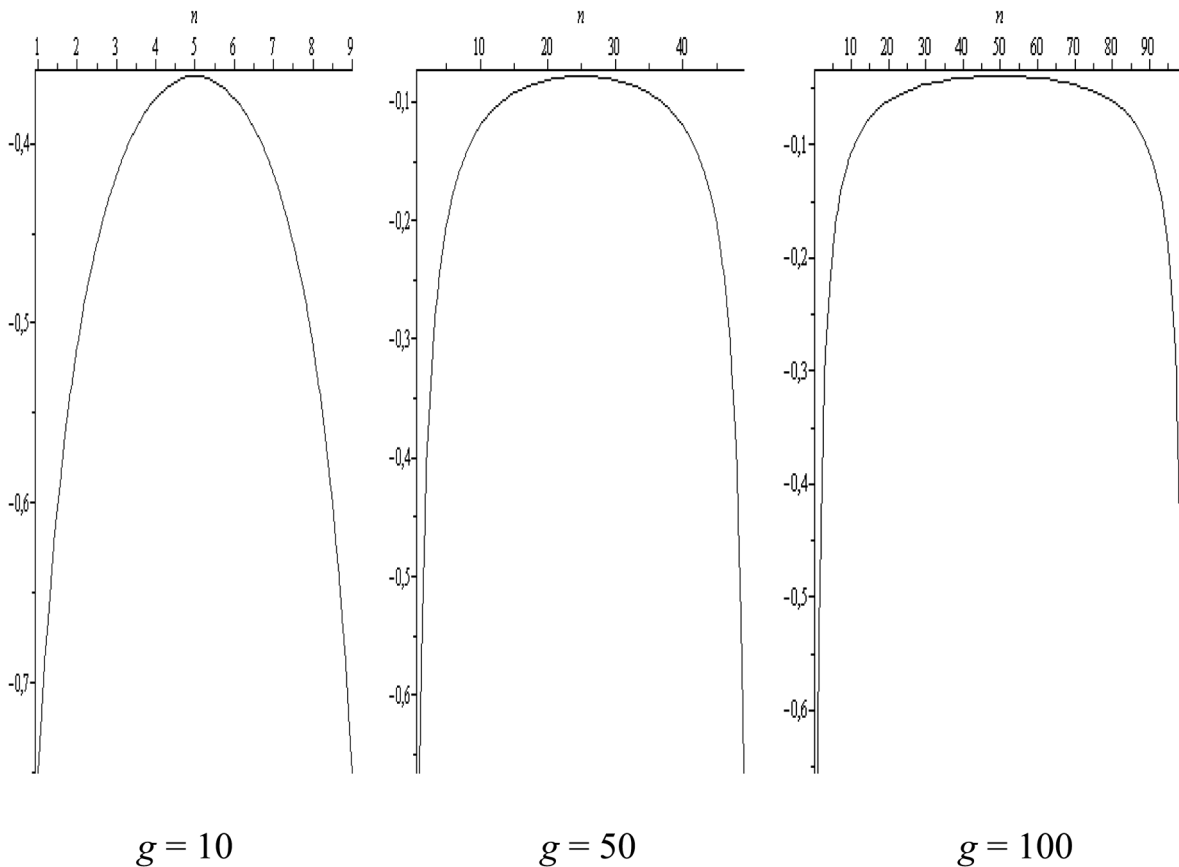


Рис. 4. Зависимость второй производной энтропии Ξ от n при значениях $g = 10, 50, 100$

который по размерности должен равняться количеству ИР. Тогда функция распределения ИР, связанные с инновационными информационными ресурсами Λ будут равны:

$$\Lambda \propto \Xi. \quad (9)$$

Уравнение полного уровня информационных ресурсов экономики будет следующим:

$$I = \sum_{i=1}^m (n_i I_i + \Lambda \Xi), \quad (10)$$

где I_i — уровни информационных ресурсов i -ой ВПД. Подставляя в (10) выражение (3) получим для уровня информационных ресурсов ЭБО:

$$I = \sum_{i=1}^m \left[n_i I_i + \Lambda \ln \frac{\Gamma(g_i + 1)}{\Gamma(n_i + 1) \Gamma(g_i - n_i + 1)} \right]. \quad (11)$$

Теперь можно найти распределение информационных ресурсов по ВПД, или определить все n_i , отыскав максимум полного уровня ИР как функцию от n_i при условии баланса ИР (6):

$$\begin{aligned} \frac{d}{dn_i} \sum_{i=1}^m (n_i I_i + \Lambda \Xi) &= \\ &= \sum_{i=1}^m \left(I_i + \Lambda \frac{d}{dn_i} \Xi \right) = 0, \\ \frac{d}{dn_i} N &= \frac{d}{dn_i} \sum_{i=1}^m n_i = 0. \end{aligned} \quad (12)$$

Дифференцируя уравнения (12) по n и применяя метод неопределенных коэффициентов, умножив второе уравнение на произвольный постоянный коэффициент I_μ и сложив с первым уравнением, получим:

$$\sum_{i=1}^m \left[I_i - \Lambda \Psi(n_i + 1) + \Lambda \Psi(g_i - 1, n_i + 1) \right] + I_\mu = 0. \quad (13)$$

Сумма в этом уравнении равна нулю только в том случае, если слагаемые равны нулю:

$$I_i - \Lambda \Psi(n_i + 1) + \Lambda \Psi(g_i - 1, n + 1) + I_\mu = 0. \quad (14)$$

После упрощений окончательно получим уравнения ИР:

$$-\Psi(n_i + 1) + \Psi(g_i - 1, n + 1) + \frac{I_i + I_\mu}{\Lambda} = 0. \quad (15)$$

Из этого уравнения можно получить:

$$f = \frac{n}{g} = \frac{1}{1 + \exp \left\{ \frac{I - I_\mu}{\Lambda [1.18\Psi(0.7g+1) - 1.18\Psi(0.3g+1)]} \right\}}. \quad (16)$$

Можно ввести обычную формулу распределения:

$$f = \frac{1}{1 + \exp \left\{ \frac{I - I_\mu}{\Lambda_g} \right\}}, \quad (17)$$

где введена следующая нормировка инновационного фактора в зависимости от количества производств g :

$$\frac{\Lambda_g}{\Lambda} = 1.18 [\Psi(0.7g+1) - \Psi(0.3g+1)].$$

Функции распределения информационных ресурсов экономики в условиях конкуренции. В конкурентных условиях все объекты при малом уровне инноваций находятся на разных информационных уровнях.

В этом случае теория определяет следующую структуру функции распределения информационных ресурсов ЭБО.

Имеется базовый информационный уровень I_μ , смысл которого будет дан ниже по характерным зависимостям (рис. 5).

Из анализа рис. 5 можно определить природу базового уровня информации I_μ . При уровне информации равном базовому $I / I_\mu = 1$ и при уровне инноваций в сто раз меньше, чем базовый $\Lambda / I_\mu = 0,01$ функция распределения равна единице, что означает, что на каждом информационном уровне находятся все производства ЭБО $f = n / g = 1$. С увеличением инновационного фактора распределение начинает размываться: выделяются некоторые производства, которые переходят на более высокий информационный уровень. При дальнейшем увеличении фактора инноваций распределение производств по информационным уровням размывается сильнее, увеличивается доля производств, которые овладели инновациями (рис. 6).

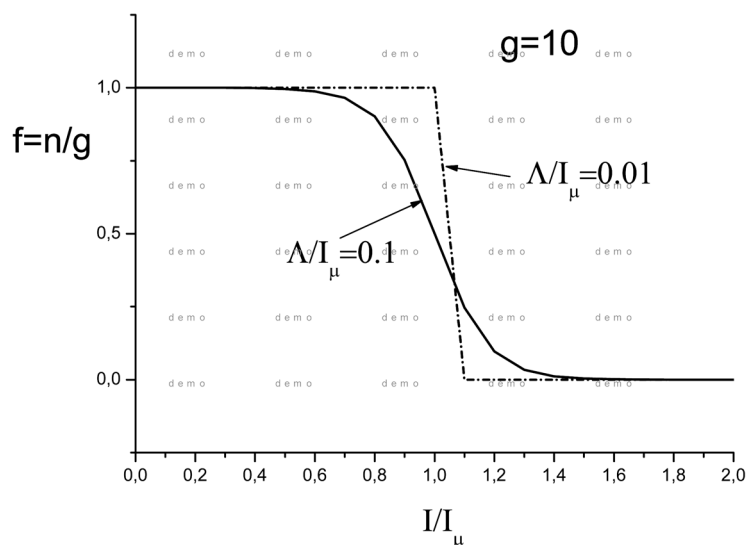


Рис. 5. Зависимость функции распределения $f = n / g$ от I / I_μ для малых значений инновационного фактора $\Lambda / I_\mu = 0,1$ и $0,01$

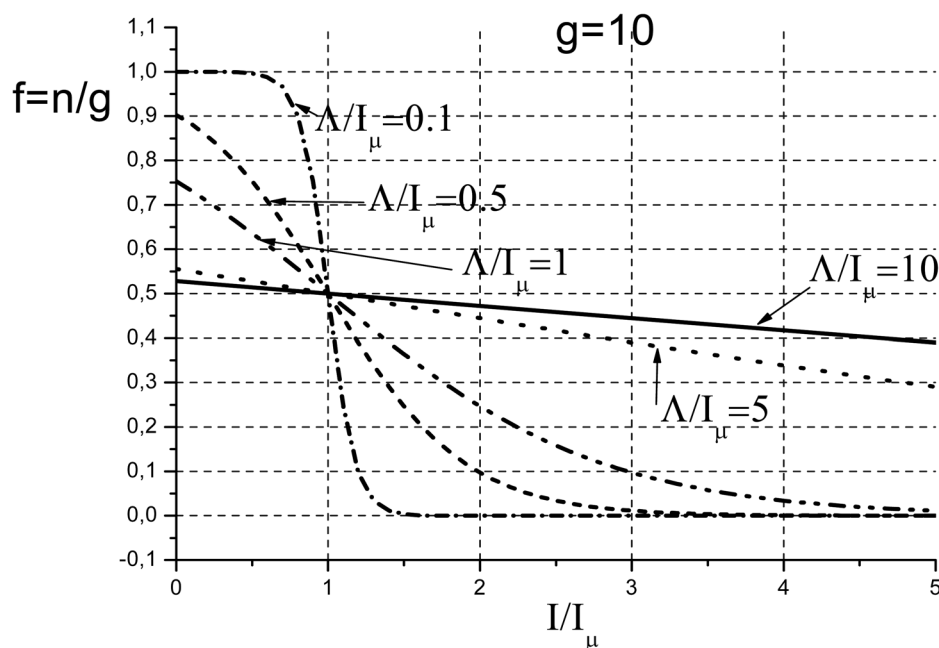


Рис. 6. Зависимость функции распределения $f = n / g$ от I / I_{μ} для различных значений инновационного фактора Λ / I_{μ}

На рис. 6 представлена зависимость функции распределения $f = n / g$ от I / I_{μ} для различных значений инновационного фактора Λ / I_{μ} .

Эти зависимости представлены для ВПД с 10 производствами $g = 10$. Для других количеств производств функция распределения $f = n / g$ рассчитывается по закону распределения (16) или (17).

Зависимость функции распределения $f = n / g$ от I / Λ для различных значений инновационного фактора I_{μ} / Λ при $g = 100$ показаны на рис. 7. Чем больше отношение информационного ресурса к инновационному уровню, тем сильнее доля предприятий ЭБО уменьшается. Это уменьшение зависит от соотношения базового информационного уровня к текущему инновационному уровню.

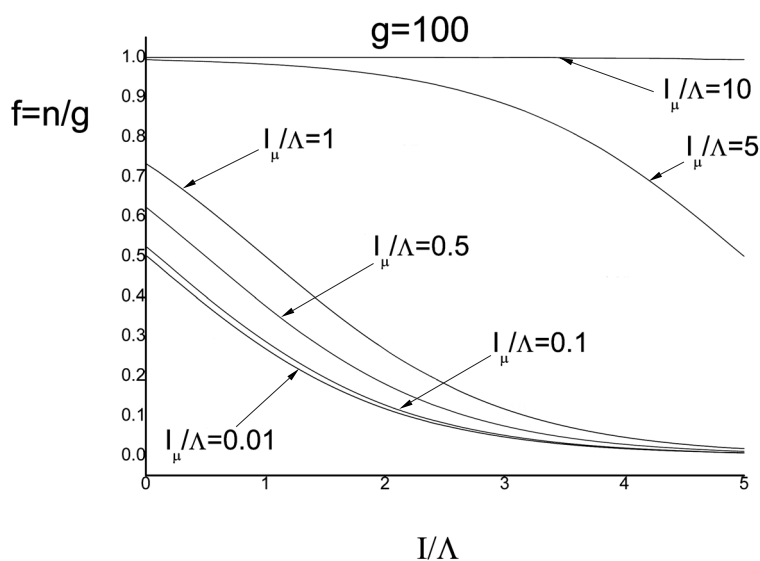


Рис. 7. Зависимость функции распределения $f = n / g$ от I / Λ для различных значений инновационного фактора I_{μ} / Λ

Для каждого уровня информации существует свое значение количества производств ЭБО g_i , которые в принципе могут иметь данный уровень информации. Поэтому величина g_i является функцией информационного уровня I_i : $g_i(I_i)$. С увеличением величины уровня информации количество производств ЭБО g_i должно увеличиваться в соответствии с законом расширенного распространения знаний и информации.

Функции распределения информационных ресурсов ЭБО в условиях отсутствия конкуренции

В условиях отсутствия конкуренции все объекты при малом уровне инноваций находятся на одном (начальном) информационном уровне. В этом случае теория определяет следующую структуру функции распределения информационных ресурсов экономики.

Зависимость функции распределения $f = n / g$ от I / I_μ для различных значений инновационного фактора Λ / I_μ в равных условиях начального уровня информации приведена на рис. 7. В этом случае все объекты находятся на базовом уровне информации I_μ , причем с увеличением информационного уровня число объектов, находящихся на инновационном информационном уровне увеличивается.

Пространственно-временная структура знаний и информации

Рассмотрим структуру знаний как пространство в некотором пространстве

знаний с течением времени. Тогда симметрия пространства знаний (ПЗ) основывается на трех постулатах:

1. Расширение (R) знаний во времени (t) происходит с определенной скоростью $v = Rt$;
2. Знания порождают информацию как поверхность с квадратичной зависимостью от скорости $(Rt)^2$;
3. Неисчезаемость информации, которая определяет квадратичную зависимость от времени.

Первый постулат определяет прямо пропорциональную зависимость объема знаний от времени. Второй постулат определяет реализацию знаний в виде «энергии знаний или информации». Третий — асимметрию информации относительно обращения времени: если время потечет в обратную сторону, то информация не возвращается к прежнему уровню.

«Две неподвижные идеи не могут существовать в одной точке духовного мира, так же как два тела в мире физическом» — это суждение А. С. Пушкина в «Пиковой даме» впервые определило пространство знаний как точки в духовном мире или пространстве знаний. «Две неподвижные идеи» вводит понятие движения идей или временного изменения объема знаний в ПЗ.

Уровни информации — это стационарные состояния энергии знаний:

$$I = k (Rt)^2. \quad (18)$$

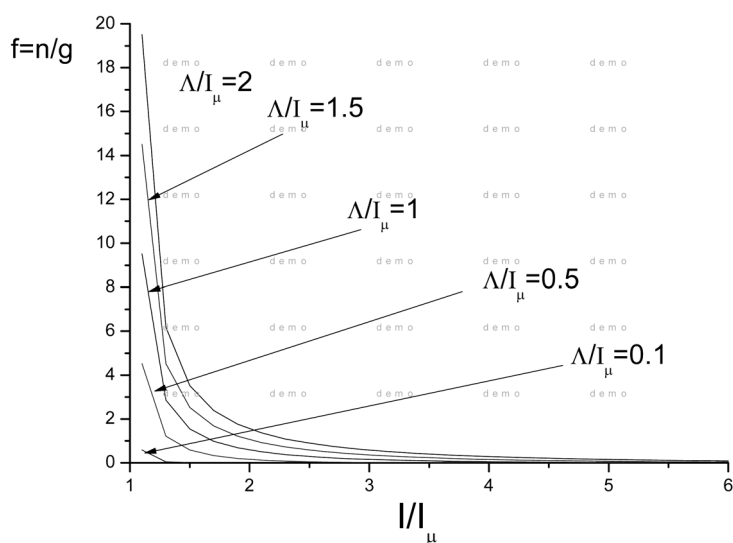


Рис. 8. Зависимость функции распределения $f = n / g$ от I / I_μ для различных значений инновационного фактора Λ / I_μ в равных условиях начального уровня информации

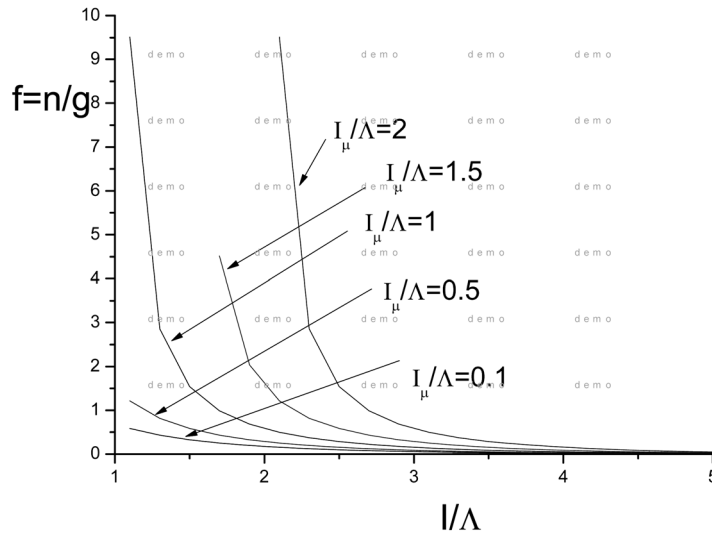


Рис. 9. Зависимость функции распределения $f = n / g$ от I / Λ для различных значений начального уровня информации и инновационного фактора I_{μ} / Λ

Рассмотрим изменение уровней энергии знаний с изменением времени на бесконечно малую величину Rdt . При этом в пространстве знаний возникнет новый объем знаний, который изменит количество состояний информационного уровня:

$$dg = 4\pi (Rt)^2 d(Rt), \quad (19)$$

или

$$dg = 4\pi \frac{I}{k} d(Rt). \quad (20)$$

Простыми вычислениями можно получить следующие формулы:

$$dI = 2k(Rt)d(Rt),$$

$$d(Rt) = \frac{dI}{2k(Rt)},$$

$$(Rt) = \sqrt{\frac{I}{k}}.$$

Подставляя эти формулы в формулу (20), получим:

$$dg = 4\pi \frac{I}{k} \frac{dI}{2\sqrt{kI}} = \frac{2\pi}{k^{3/2}} \sqrt{I} dI.$$

Так как $dg = g dI$, то число состояний g равно

$$g = \frac{2\pi}{k^{3/2}} \sqrt{I}. \quad (21)$$

Поэтому число состояний зависит как квадратный корень из уровня информации. Если имеется несколько уровней информации, то можно записать для числа состояний каждого уровня следующую формулу:

$$g_i = \frac{2\pi}{k^{3/2}} \sqrt{I_i}. \quad (22)$$

Количество n_i объектов или производств ЭБО с I_i ИР равно произведению функции распределения на число состояний

$$n_i = \frac{2\pi}{k^{3/2}} \frac{\sqrt{I_i}}{1 + \exp\left\{\frac{I_{\mu} - I_i}{\Lambda_g}\right\}}. \quad (23)$$

На рис. 10 показаны зависимость количества производств ЭБО n_i от I_i / Λ для различных значений инновационного фактора и начального уровня информации и $\Lambda / I_{\mu} = 1, 5, 10$. При малом уровне инноваций $\Lambda / I_{\mu} = 1$ количества производств ЭБО n_i уменьшается при увеличении уровня информации I_i / Λ . При уровне инноваций $\Lambda / I_{\mu} = 10$ количества производств ЭБО n_i сначала увеличивается ($I_i / \Lambda = 7$), потом находится на максимальном уровне и затем имеется тренд уменьшения при увеличении уровня информации $I_i / \Lambda > 10$.

Суммарный уровень информации. Суммарное число объектов информационного процесса равно сумме объектов, имеющих I_i уровень информации, и равно:

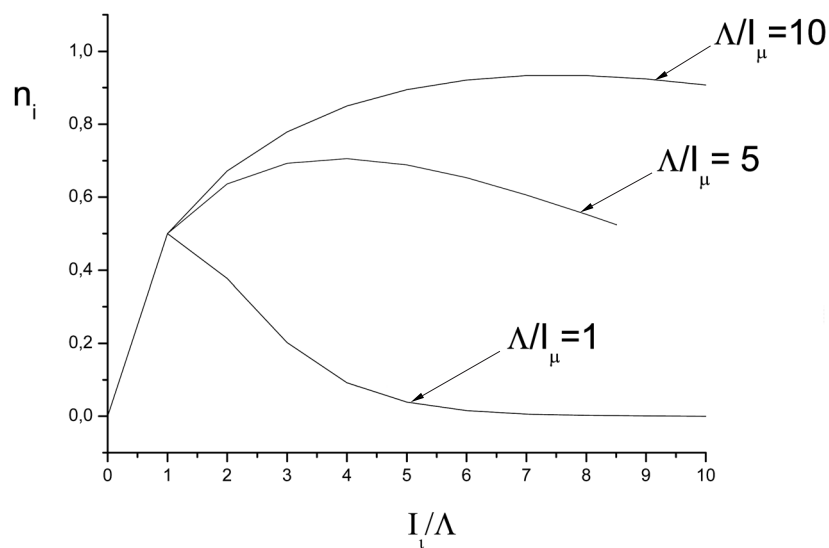


Рис. 10. Зависимость количества производств ЭБО n_i от I/Λ для различных значений инновационного фактора и начального уровня информации и Λ/I_μ

$$N = \sum_{i=0}^{\infty} n_i = \frac{2\pi}{k^{3/2}} \sum_{i=0}^{\infty} \frac{\sqrt{I_i}}{1 + \exp\left\{\frac{I_\mu - I_i}{\Lambda_g}\right\}}. \quad (24)$$

Суммарное число объектов информации можно получить следующим интегрированием:

$$N_\Lambda = \int_0^{\infty} g(I) f(I) dI. \quad (25)$$

Подставляя в (25) формулу числа состояний (22) и функцию распределения (17), получим следующий интеграл, который с учетом

$$\frac{\Lambda_g}{\Lambda} = 1.18 [\text{Psi}(0.7g+1) - \text{Psi}(0.3g+1)]$$

будет равен: (26).

Зависимость уровня информации N_Λ от значений инновационного фактора и начального уровня информации Λ_t/I_μ приведены на рис. 11 и в табл. 1.

Тотальный уровень информации

Если проинтегрировать (26) по инновационному фактору Λ , получим тотальный уровень информации: (27).

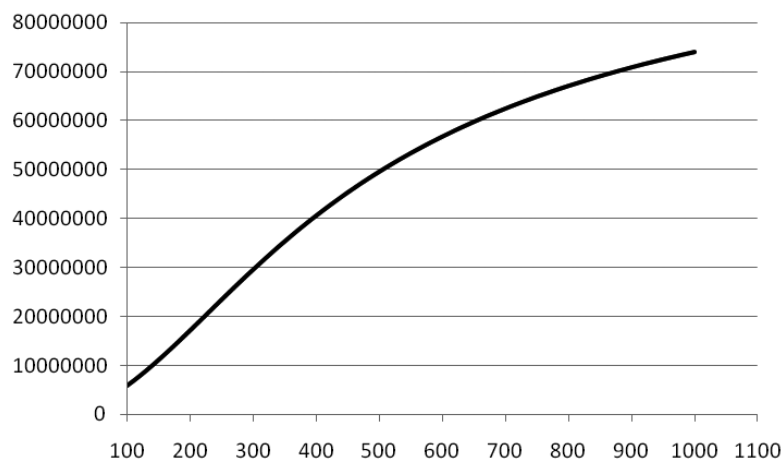


Рис. 11. Зависимость уровня информации N_Λ от значений инновационного фактора и начального уровня информации Λ_t/I_μ

$$N_{\Lambda} = \frac{2\pi}{k^{3/2}} \int_0^{\infty} \frac{\sqrt{I_i}}{1 + \exp \left\{ \frac{I_{\mu} - I_i}{1.18\Lambda [\text{Psi}(0.7g+1) - \text{Psi}(0.3g+1)]} \right\}} dI_i. \quad (26)$$

$$N_{tot} = \frac{2\pi}{k^{3/2}} \int_1^{\Lambda_i} \int_0^{\infty} \frac{\sqrt{I_i}}{1 + \exp \left\{ \frac{I_{\mu} - I_i}{1.18\Lambda [\text{Psi}(0.7g+1) - \text{Psi}(0.3g+1)]} \right\}} dI d\Lambda. \quad (27)$$

Таблица 1

**Интегральное число объектов информационного процесса N_{Λ}
в зависимости от инновационного фактора Λ / I_{μ}
(коэффициент 10^3 введен для нормировки теоретических базовой информации
и экспериментальных значений годовой патентной информации)**

Λ / I_{μ}	$N_{\Lambda} (10^3)$	Λ / I_{μ}	$N_{\Lambda} (10^3)$	Λ / I_{μ}	$N_{\Lambda} (10^3)$	Λ / I_{μ}	$N_{\Lambda} (10^3)$
10	16495,73	510	5040762	260	2486334	760	6531535
20	49027,32	520	5117765	270	2609885	770	6576062
30	92855,22	530	5193027	280	2732327	780	6619691
40	145895,4	540	5266593	290	2853473	790	6662446
50	206919,3	550	5338500	300	2973162	800	6704352
60	275089,8	560	5408787	310	3091258	810	6745431
70	349787,9	570	5477494	320	3207641	820	6785704
80	430529,5	580	5544662	330	3322217	830	6825195
90	516912,8	590	5610328	340	3434903	840	6863921
100	608583,3	600	5674533	350	3545637	850	6901904
110	705203,7	610	5737310	360	3654369	860	6939163
120	806433,8	620	5798702	370	3761064	870	6975717
130	911917	630	5858741	380	3865696	880	7011584
140	1021274	640	5917467	390	3968252	890	7046781
150	1134106	650	5974910	400	4068724	900	7081327
160	1249993	660	6031107	410	4167114	910	7115238
170	1368507	670	6086095	420	4263434	920	7148529
180	1489217	680	6139901	430	4357693	930	7181217
190	1611695	690	6192560	440	4449915	940	7213316
200	1735527	700	6244100	450	4540122	950	7244841
210	1860315	710	6294556	460	4628342	960	7275807
220	1985682	720	6343955	470	4714604	970	7306227
230	2111277	730	6392323	480	4798940	980	7336114
240	2236777	740	6439692	490	4881390	990	7365483
250	2361885	750	6486089	500	4961984	1000	7394345

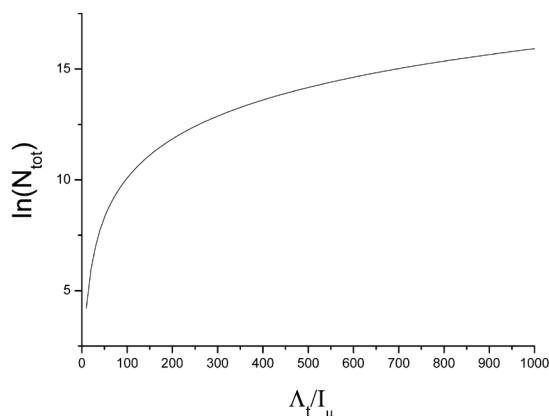


Рис. 12. Зависимость тотального уровня информации от значений инновационного фактора и начального уровня информации Λ_t / I_μ

Таблица 2

Тотальный уровень информации для значений инновационного фактора и начального уровня информации Λ_t / I_μ

Λ_t / I_μ	$\ln(N_t)$	Λ_t / I_μ	$\ln(N_t)$	Λ_t / I_μ	$\ln(N_t)$	Λ_t / I_μ	$\ln(N_t)$
10	4,197	510	14,220	260	12,512	760	15,228
20	5,949	520	14,269	270	12,608	770	15,261
30	6,989	530	14,317	280	12,700	780	15,293
40	7,728	540	14,364	290	12,790	790	15,325
50	8,301	550	14,411	300	12,876	800	15,357
60	8,769	560	14,456	310	12,959	810	15,388
70	9,165	570	14,501	320	13,039	820	15,419
80	9,507	580	14,545	330	13,117	830	15,450
90	9,808	590	14,588	340	13,193	840	15,480
100	10,078	600	14,631	350	13,266	850	15,510
110	10,321	610	14,672	360	13,338	860	15,540
120	10,544	620	14,713	370	13,407	870	15,569
130	10,748	630	14,754	380	13,475	880	15,598
140	10,937	640	14,794	390	13,541	890	15,626
150	11,113	650	14,833	400	13,605	900	15,654
160	11,277	660	14,871	410	13,667	910	15,682
170	11,432	670	14,909	420	13,728	920	15,710
180	11,577	680	14,947	430	13,788	930	15,737
190	11,715	690	14,984	440	13,846	940	15,764
200	11,845	700	15,020	450	13,903	950	15,791
210	11,970	710	15,056	460	13,959	960	15,817
220	12,088	720	15,091	470	14,013	970	15,843
230	12,201	730	15,126	480	14,066	980	15,869
240	12,309	740	15,160	490	14,118	990	15,895
250	12,413	750	15,194	500	14,170	1000	15,920

Зависимость логарифма тотального уровня информации от интегрального значения инновационного фактора и начального уровня информации Λ_i / I_μ , рассчитанного по (27) приведена на рис. 12 и представлена в табл. 2.

Общие положения применения функции распределения информационных ресурсов ЭБО. Конкретные примеры применения функции распределения информационных ресурсов ЭБО базируются на применении формул (23), (26) и (27).

Образовательный процесс

Определяется базовый уровень знания I_μ всех учеников и количество информационных уровней планируемого образовательного процесса.

Например, определяется 10 уровней обучения с одинаковыми интервалами как $I_i = I_\mu, 2I_\mu, 3I_\mu, 4I_\mu, 5I_\mu, 6I_\mu, 7I_\mu, 8I_\mu, 9I_\mu, 10I_\mu$.

Откуда уровни имеют следующие значения $I_i / I_\mu = m_i = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10$. Тогда формула (23) будет иметь следующий вид:

$$n_i = \frac{2\pi}{k^{3/2}} \sqrt{I_\mu} \frac{\sqrt{m_i}}{1 + \exp\left\{\frac{1-m_i}{m_\Lambda}\right\}}.$$

Допустим, что инновационный фактор $m_\Lambda = \Lambda / I_\mu = 1$. Подставляя это значение в формулу, можно получить значение заселенности каждого уровня информации:

$$n_i = \frac{2\pi}{k^{3/2}} \sqrt{I_\mu} \frac{\sqrt{m_i}}{1 + \exp\{1 - m_i\}}.$$

По этой формуле для каждого уровня знаний можно определить количество учеников находящихся на этом уровне знаний. Для другого параметра инноваций можно также рассчитать количество учеников на информационных уровнях для нового материала. Количество учеников определяется в относительных единицах, по которым можно определить отношение количества учеников на том или ином уровне знаний.

Информационные уровни мировой экономики

Рассмотрим патенты как тип информационных ресурсов мировой экономики.

Данные рис. 13 получены из WIPO Statistics Database, October 2012, по анализу 125 патентных офисов всего мира. Эти оценки включают прямые применения и РСТ (national phase entry data).

На рис. 13 и рис. 14 приведены уровни патентов, реализованных в мире начиная с 1995 года. Можно проанализировать ско-

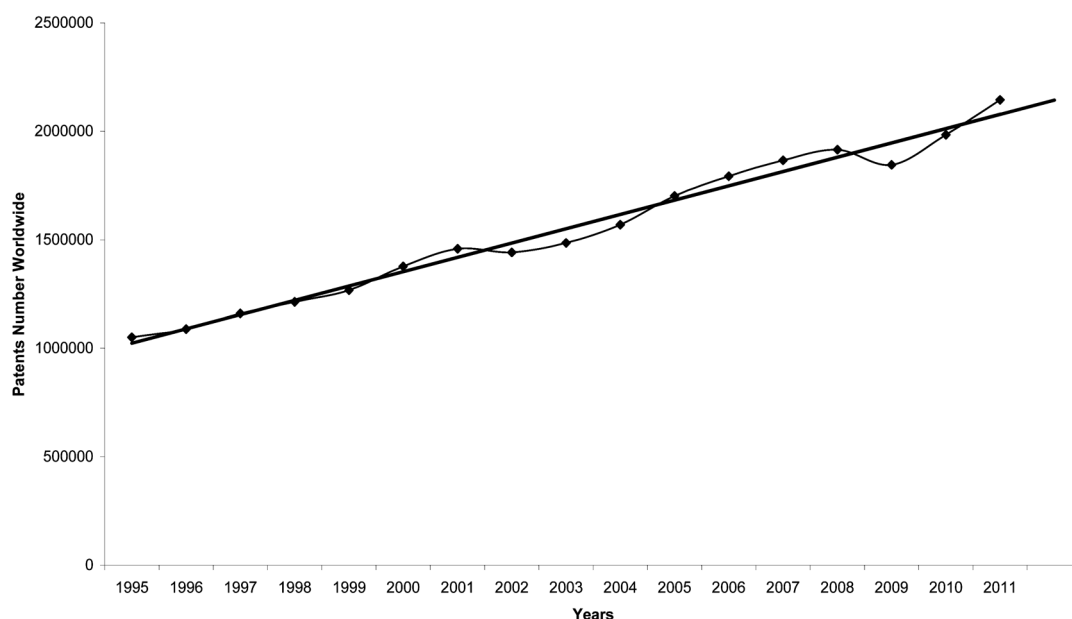


Рис. 13. Диаграмма количества патентов, реализованных в мире от времени, начиная с 1995 года

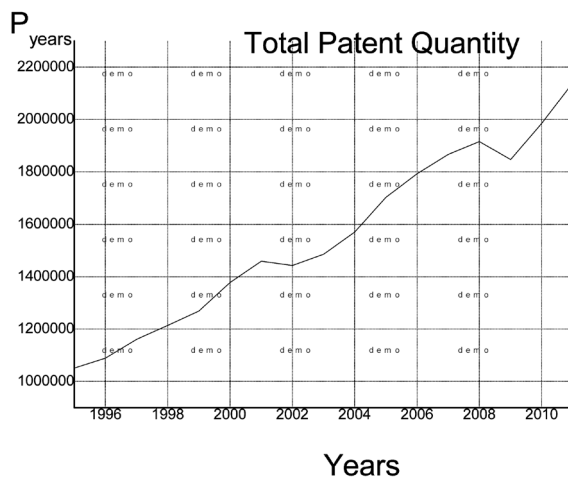


Рис. 14. Зависимость количества патентов P_{200} , реализованных в мире от времени, начиная с 1995 года

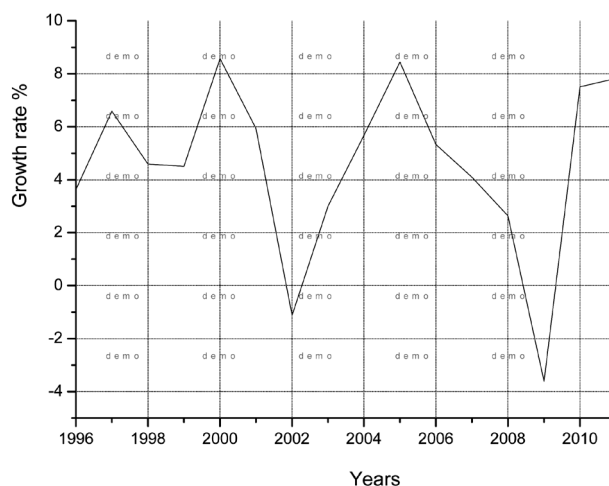


Рис. 15. Скорость внедрения количества патентов GR, зарегистрированных в мире от времени, начиная с 1995 года

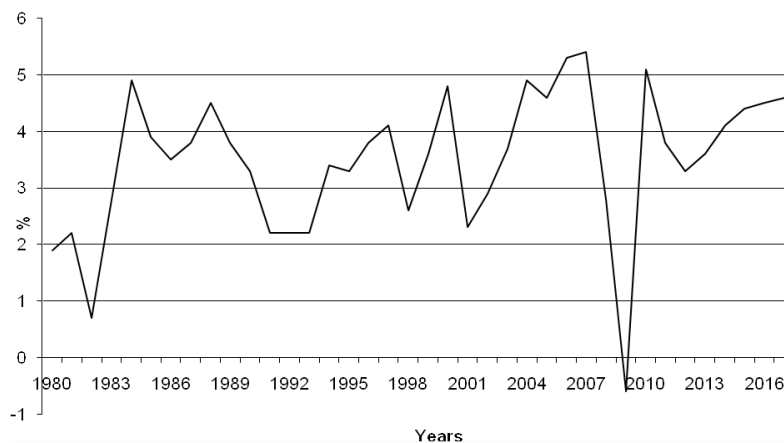


Рис. 16. Годовой процент изменения мирового ВВП (Gross domestic product)

рость внедрения патентов как разность по отношению к прошедшему году:

$$GR = 100 \frac{P_t - P_{t-1}}{P_{t-1}}. \quad (28)$$

Уровни внедрения патентов можно сопоставить с уровнями ВВП.

Данные ВВП по годам получены из опубликованной информации Всемирного Банка [5].

Из анализа зависимости рис. 17 можно заметить, что имеется определенная корреляция градиентов изменения годового ВВП

и уровня реализованных патентов. Можно заметить, что фаза изменения уровня реализованных патентов опережает фазу роста ВВП: реализация патентов подготавливает рост ВВП в следующем году.

Эту закономерность можно использовать для прогнозирования роста или спада ВВП с годовым прогнозируемым сроком.

Сумма по годам внедренных патентов STP (Sum Total Patents) равняется:

$$STP = \sum_{t=1995}^{t=2011} P_t.$$

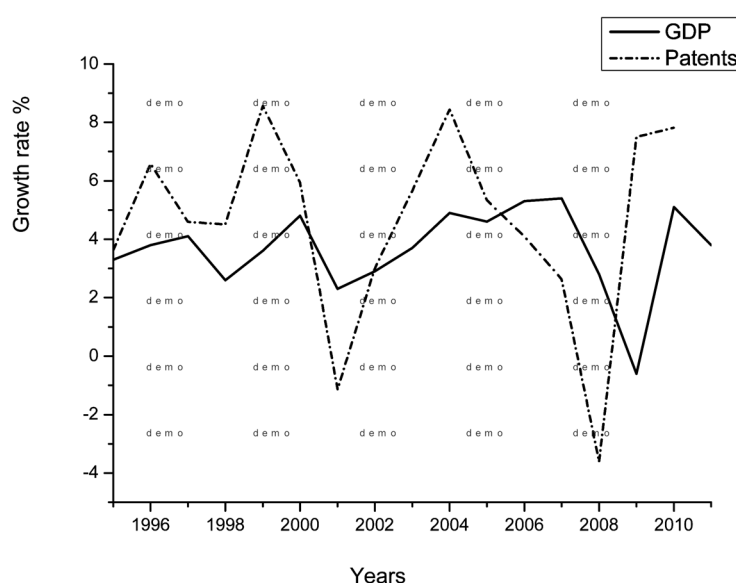


Рис. 17. Скорость изменения мирового ВВП и внедренных патентов

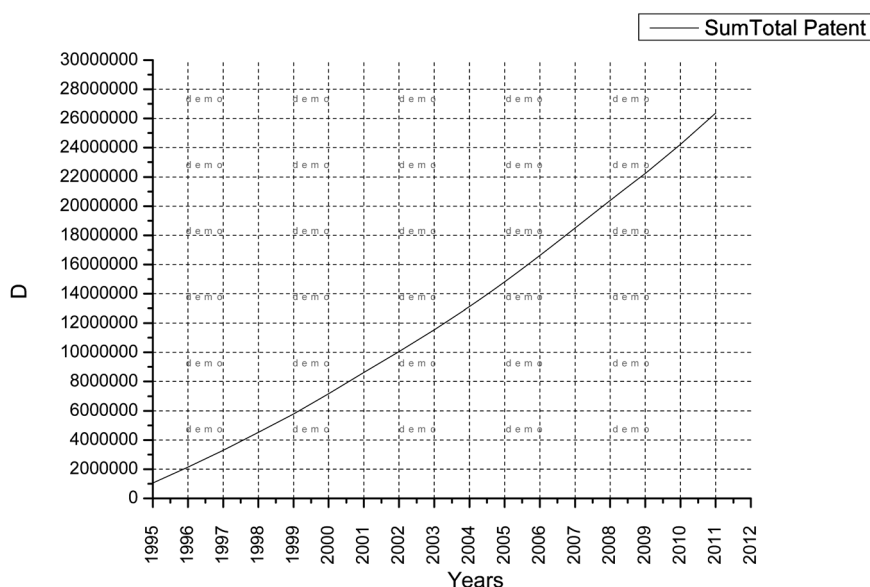


Рис. 18. Интегральное по годам STP значение внедренных патентов

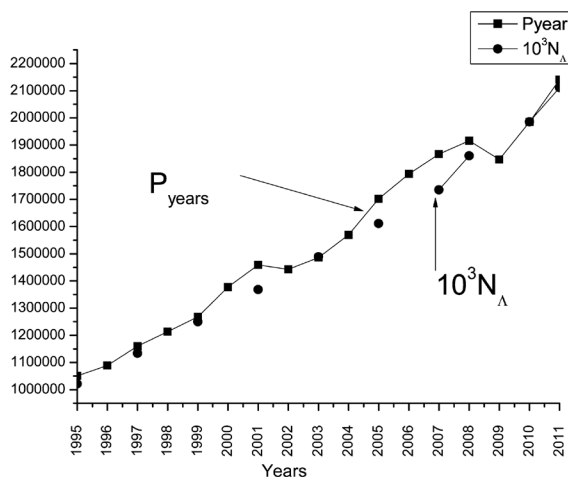


Рис. 19. Изменение по годам уровня информации N_A и годовых уровней патентной информации P_{years} (коэффициент 10^3 введен для нормировки теоретических величин N_A и экспериментальных значений патентного процесса P_{years})

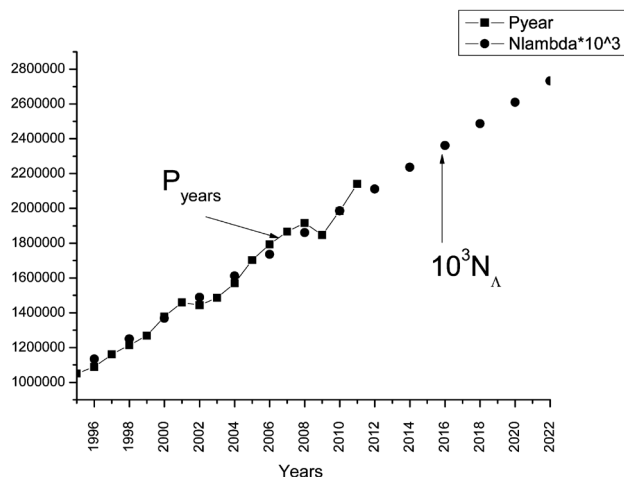


Рис. 20. Годовые уровни патентной информации P_{years} и прогноз по годам уровня информации N_A 2022 года

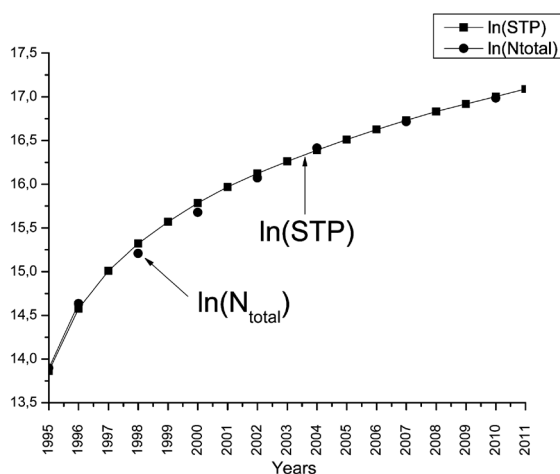


Рис. 21. Изменение по годам теоретического тотального уровня информации N_{total} и суммарного уровня патентной информации STP

Интегральные по годам значения введенных патентов STP показаны на рис. 18.

Инновационные факторы патентных информационных ресурсов

Зависимость уровня информации N_A от значений инновационного фактора и начального уровня информации Λ_t / I_μ , приведенную на рис. 11, можно сопоставить с зависимостью по годам патентов, представленной на рис. 14.

Изменение по годам уровня информации N_A и годовых уровней патентной информации P_{years} показаны на рис. 19. Инновационный параметр теоретической зависимости N_A , рассчитываемой по формуле (26), меняется в следующих пределах $\Lambda_t / I_\mu = 140-230$, что соответствует годовым измерениям за 1995–2011 гг.

Прогноз изменения патентной информации до 2022 года приведен на рис. 20.

Зависимость параметра инноваций патентного процесса в 1995–2011 годах дана в табл. 3. За этот период параметр инноваций Λ_t / I_μ изменился незначительно, всего на 90 единиц.

Изменение по годам тотального уровня информации N_{total} и суммы годовых уровней патентной информации STP показаны на рис. 21. Теоретическая зависимость N_{total} рассчитывалась по формуле (27). Инновационный параметр теоретической зависимости N_{total} меняется в пределах $\Lambda_t / I_\mu = 30-100$, что соответствует годовым измерениям патентной информации за 1995–2011 гг.

Литература

1. Kustov E. F. Economy Energy. — Saarbrücken: LAP LAMBERT Academic Publishing GmbH & Co. KG, 2012. — 355 p.
2. Shannon C. E. A Mathematical Theory of Communication. // Bell System Technical

Таблица 3
Зависимость параметра инноваций патентного процесса в 1995–2011 годах

t	Λ_t / I_μ
1995	140
1996	
1997	150
1998	
1999	160
2000	
2001	170
2002	
2003	180
2004	
2005	190
2006	
2007	200
2008	210
2009	
2010	220
2011	230
2012	244

Journal. — 1948. — № 27, July & October. — Pp. 379–423, 623–656.

3. Hartley R. V. L. Transmission of Information. // Bell System Technical Journal. — 1928. — Vol. 7, is. 3. — Pp. 535–563.

4. Kolmogorov A. N. Three approaches to the quantitative definition of information. // International Journal of Computer Mathematics. — 1968. — Vol. 2 (1–4). — Pp. 157–168.

5. World Bank Open Data [Электронный ресурс] / WBO Official Webpage. — Режим доступа: <http://data.worldbank.org/>, свободный. — Загл. с экрана.

Поступила в редакцию

19 февраля 2014 г.



Евгений Федорович Кустов — доктор физико-математических наук, профессор Московского энергетического института (технического университета), академик Российской академии инженерных наук им. А. М. Прохорова.

Evgueniy Fedorovich Kustov — Ph.D., Doctor of Physics and Mathematics, Professor of the Moscow Power Engineering Institute (Research University), Academician of the Russian Engineering Academy of A. M. Prokhorov name.

111250, г. Москва, ул. Красноказарменная, 14, ауд. Ж–208
14 Krasnokazarmennaya st., off. J–208, 111250, Moscow, Russia
Тел: +7 (499) 373-99-64; e-mail: kustovyf@mail.ru



Валерий Константинович Лозенко — доктор технических наук, профессор кафедры Инженерного менеджмента Московского энергетического института (технического университета).

Valeriy Konstantinovich Lozenko — Ph.D., Doctor of Technics, Professor of the Engineering Management Department of the Moscow Power Engineering Institute (Research University).

111250, г. Москва, ул. Красноказарменная, 14, ауд. Ж–208
14 Krasnokazarmennaya st., off. J–208, 111250, Moscow, Russia
Тел: +7 (495) 362-77-57; e-mail: lozenkov@yandex.ru



Вячеслав Петрович Семиколонов — инженер, член-корреспондент РАЕН, сотрудник Московского энергетического института (технического университета).

Vyacheslav Petrovich Semikolenov — engineer, correspondent member of the Russian Academy of Natural Science, research officer at the Moscow Power Engineering Institute (Research University).

111250, г. Москва, ул. Красноказарменная, 14, ауд. Ж–208
14 Krasnokazarmennaya st., off. J–208, 111250, Moscow, Russia
Тел: +7 (499) 269-64-91; e-mail: semikolenovvp@marsat.ru