

# ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРОЦЕССА НАКОПЛЕНИЯ ЗНАНИЙ

© 2012 И.А. Киршин

Доктор экономических наук, доцент

© 2012 А.В. Титов

Казанский (Приволжский) федеральный университет

E-mail: [ikirchine@rambler.ru](mailto:ikirchine@rambler.ru)

В статье предложена и обоснована гипотеза эффективности процесса накопления знаний, основанная на использовании метода производственной функции и алгебраических свойствах информации, а именно, идемпотентности сложения информации. Разработанная гипотеза предоставляет аналитический инструмент для прогнозирования трендов эффективности накопления знаний.

*Ключевые слова:* технологии широкого применения, метод производственной функции, идемпотентность сложения информации, эффект возрастающей отдачи.

Любая экономика в той или иной степени основана на знаниях. Производство осуществляется в результате взаимодействия вещных факторов производства, труда и знаний, а любой вещный фактор производства становится таковым лишь благодаря интеллекту и априори включает определенный объем овеществленных знаний. В развитии экономики реализуется общая закономерность кумулятивного накопления знаний. Экономическая деятельность становится всё более насыщенной нематериальными интеллектуальными благами, технологиями и знаниями. Это относится не только к информационно-коммуникационным технологиям, технологиям управления знаниями (knowledge management) и интеллектуальным системам управления. Происходит интеллектуализация традиционных товаров и услуг (интеллектуальный дом, интеллектуальная дорога, интеллектуальный станок и пр.).

Некоторые ученые придерживаются гипотезы<sup>1</sup>, что число вариантов  $U$  (uses) полезного использования впервые открытого человеком вещества природы (природного материала) ввиду неполноты знания о его свойствах первоначально невелико. Впоследствии с накоплением знаний о полезных свойствах данного материала, спектр возможностей его применения расширяется. Причем в контексте выдвигаемой ими гипотезы предполагается, что в рамках

---

<sup>1</sup> Bhekuzulu K. The Variable Time: crucial to understanding Knowledge Economics. - MPRA. Paper No. 9643, posted 20. July 2008.

одного господствующего технологического уклада зависимость между ростом накопленного объема знаний ( $k$ ) и числом вариантов полезного использования любого природного (искусственно созданного) материала описывается логарифмической функцией  $U(k) = \ln k$  (рис. 1). С накоплением знаний возрастает число возможных применений материала, но темп этого роста замедляется и эффективность аккумуляции знаний снижается. Теоретически существует предел насыщения числа вариантов полезного использования в условиях отдельного технологического уклада, описываемый следующими неравенствами:

$$\frac{dU}{dk} > 0, \quad \frac{\partial^2 U}{\partial k^2} < 0 \quad (1)$$

По сути, график логарифмической функции иллюстрирует среднесрочный тренд возможного использования материала (ресурса). Рассматривая долгосрочный тренд, Бхекузулу К. предполагает, что в состоянии  $X_2$  объем знаний включает знания, накопленные в предшествующем состоянии  $X_1$  и некоторые дополнительные знания (рис. 2), причем:

$$(U_2 - U_1) > (U_1 - X_1) \quad (2)$$



Рис. 1. Число вариантов полезного использования материала в рамках одного технологического уклада

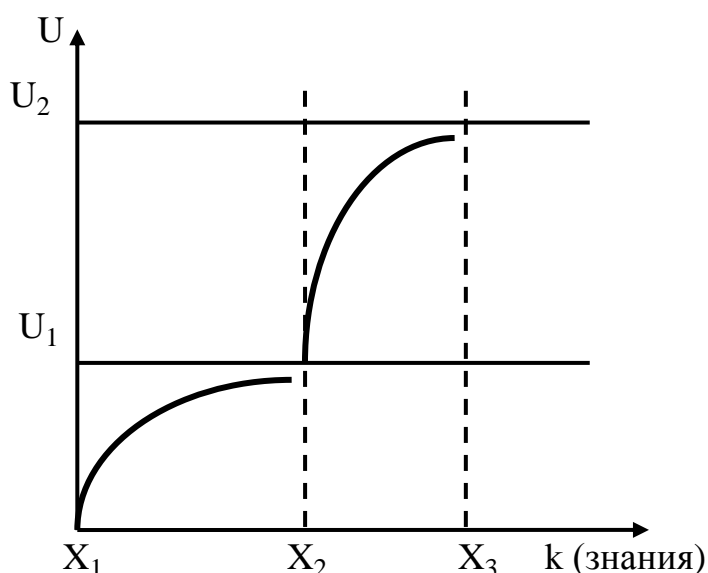


Рис. 2. Число вариантов полезного использования материала при переходе к следующему технологическому укладу

Следовательно, в долгосрочном периоде эффективность накопления знаний возрастает. В целях обеспечения полноты данной гипотезы, по нашему мнению, необходимо учесть, что и технологии производства и структура потребления постоянно изменяются. В результате некоторые материалы в следующем технологическом укладе могут оказаться менее востребованными. Возможно даже, что произойдет их замена на вновь открытые материалы с более адекватными новому технологическому укладу свойствами.

Соединив точки с максимальными значениями возможного использования ресурсов, автор данной гипотезы получает следующий тренд (рис. 3):

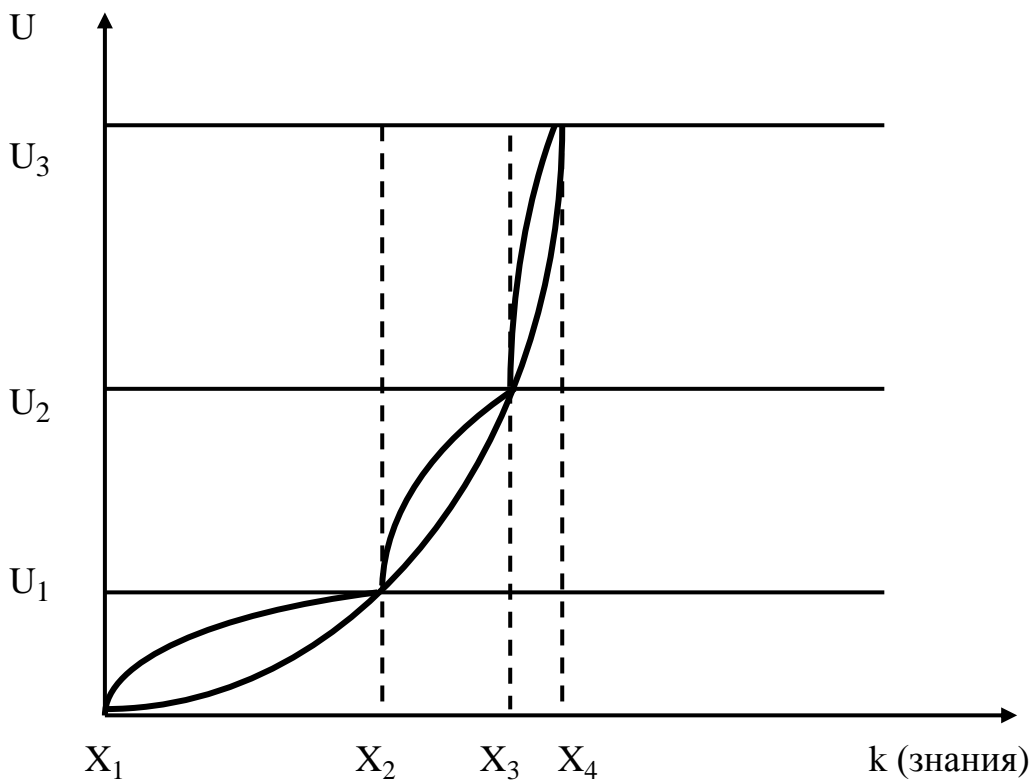


Рис. 3. Долгосрочный тренд числа вариантов полезного использования материала

Причем:

$$(U_3 - U_2) > (U_2 - U_1) > (U_1 - X_1) \quad (3)$$

По мнению ученых, придерживающихся данной гипотезы, в долгосрочном периоде траектория накопления знаний описывается экспоненциальной зависимостью, с нарастающим темпом прироста знаний. И если в среднесрочном периоде предел знаний существует, то в долгосрочной перспективе

такой предел можно условно определить лишь теоретически, «когда общество знает все»<sup>2</sup>.

Ряд российских ученых также придерживаются гипотезы экспоненциального характера процесса накопления знаний. Так, Кулинкович А.Е. отмечает, что прирост знаний пропорционален (в геометрической прогрессии) объему уже накопленных знаний<sup>3</sup>:

$$\frac{dK}{dt} = v \cdot K \quad \text{или} \quad \frac{dK}{K} = v \cdot dt \quad (4)$$

где  $K$  – объем накопленных знаний,  $v$  – коэффициент роста,  $t$  – время. Дифференциальное уравнение функции фиксирует значимость скорости диффузии знаний. Это дифференциальное уравнение экспоненциальной функции:

$$K(t) = e^{vt} \quad (5)$$

Такого же мнения придерживается О. Кошовец, указывая на то, что «Широкое финансирование государством науки приводит к ее бурному развитию и экспоненциальному росту производимого Знания»<sup>4</sup>. Другие исследователи указывая на экспоненциальный характер роста объема создаваемых знаний, отмечают, «что в последние годы в мире каждые семь месяцев происходит удвоение объема знаний, при этом только в Internet ежедневно добавляется более 5 млн. web-страниц»<sup>5</sup>.

По нашему мнению, основу методологии экспоненциального роста производства знаний составляет эффект возрастающей отдачи, обеспечиваемый положительной обратной связью в условиях сетевого характера производства и распространения знаний. Доказательство возможности экспоненциального

---

<sup>2</sup> Khumalo B. The Fundamental Theory of Knowledge. – MPRA Paper No. 3733, posted 07 November 2007. – P. 11. Фахрутдинова Е.В., Мокичев С.Д. Сетевая организация структуры собственности в модернизируемой экономике // Экономические науки. – 2011. - № 4(77). - С.123-129.

<sup>3</sup> Кулинкович А.Е. Биоконституционная социология познания. Современная борьба двух экспонент роста: компьютерной мощи и знаний человечества. – URL: [http://www.ka2.ru/nauka/kulinkovich\\_6.html](http://www.ka2.ru/nauka/kulinkovich_6.html), свободный.

<sup>4</sup> Кошовец О.Б. Дисциплинарное воспроизводство экономического знания - М.: Институт экономики РАН, 2010. – С. 28.

<sup>5</sup> Gardner Group Corporate Headquarters, Stanford, USA, Press Release. 1999. № 2.

роста знаний и возрастающей эффективности можно выстроить, используя неоклассический метод производственной функции:

$$Y = A K^\alpha L^{(1-\alpha)}, \quad (6)$$

где  $Y$  - расчетный индекс роста производства;  $A$ ,  $\alpha$  – параметры производственной функции; их конкретные числовые значения определяются на основе статистических данных с помощью корреляционных методов. Параметр  $A$  (total factor productivity, TFP) отражает уровень общей технологической производительности. Традиционная производственная функция Кобба-Дугласа является CRS-функцией. Поэтому производительность капитала и подушевое потребление не увеличиваются, если не растет экзогенный фактор  $A$ . Для того, чтобы эндогенизировать параметр  $A$ , К. Эрроу применил прием определения производственной функции для каждой отдельной фирмы  $i$ :

$$Y_i = A_i K_i^\alpha L_i^{(1-\alpha)}, \quad (7)$$

где  $A_i$  выступает аналогом TFP, для каждой фирмы, но, в действительности, относится к экономике в целом. По мере увеличения запаса физического капитала, знание, используемое каждой фирмой, аккумулируется с темпом  $\beta$ <sup>6</sup>:

$$A_i = T^\beta \quad (8)$$

В совокупности накопление знаний тождественно накоплению капитала в национальной экономике, т.е.  $T \equiv K$ . Значит, агрегированная производственная функция записывается следующим образом:

$$Y = K^{(\alpha+\beta)} L^{(1-\alpha)} \quad (9)$$

Используя универсальное обозначение для физического и человеческого капитала ( $K$ ), можно записать уравнение компаундирования капитала:

$$K = K(1+\varepsilon)^n \quad (10)$$

где  $\varepsilon$  – параметр, обозначающий прирост интеллектуальной составляющей в стоимости капитала,  $n$  – число периодов наращивания. Если воспользоваться вторым замечательным пределом, предположив, что  $\varepsilon$  – малое число, то можно

---

<sup>6</sup> Endogenous Growth Theory: Arrow, Romer and Lucas. - URL: <http://cepa.newschool.edu/het/essays/growth/endogenous.htm>, свободный

констатировать теоретическую возможность экспоненциального роста капитала и знаний, а следовательно и роста производства.

Многие математические модели, описывающие взаимодействия участников интеллектуальных рынков и информационных технологий, основаны на идее Л.В. Канторовича об идемпотентности сложения информации, заключающейся в том, что производство и потребление одной копии товара эквивалентно производству и потреблению нескольких копий товара. Несомненный интерес с позиции экономического анализа представляют исследования Козырева А.Н., отмечающего все возрастающую роль цифровых технологий и возможности непосредственного обмена информацией между ее потребителями через Интернет в создании и распространении информации. Основываясь на алгебраических свойствах информации, а именно, на идемпотентности сложения информации, он полагает, что «представимость продукта в цифровом формате означает, что сложение таких продуктов идемпотентно, как и сложение информации или знаний, т.е.  $A+A=A$ . Но тогда верна и формула  $A - A=A$ »<sup>7</sup>. Владелец знания при его передаче другому субъекту его не лишается.

Это свойство связывает возможность представления знаний в цифровом формате и их неконкурентное (non-competitive) потребление. В известной степени, экспоненциальному росту знаний способствует информационное пиратство, как механизм ценовой дискриминации, когда потребитель с невысоким доходом получает доступ к знаниям и информационным ресурсам по низкой или даже по нулевой цене<sup>8</sup>.

Представленная экспоненциальная зависимость описывает идеальный процесс, когда поведение хозяйствующих субъектов рационально, они действуют точно в соответствии с законами накопления знания без транзакционных издержек. В действительности существует политический протекцио-

---

<sup>7</sup> Козырев А.Н. Контрафакт и трансформации экономики и законодательства современного авторского права. – URL: [http://choojoy.blogspot.com/2010/03/blog-post\\_1947.html](http://choojoy.blogspot.com/2010/03/blog-post_1947.html), свободный

<sup>8</sup>Johnson W.R. The Economics of Copying. Journal of Political Economy. – 1985. - №93. - 158-174.

низм, защищающий интересы одной группы в ущерб другим, присутствуют барьеры национально-культурного общения. Знание, во многих случаях, очень политизированное благо, ограниченное контрактными рамками.

Переход от идеальной модели процесса накопления знаний к реальной возможен с учетом дополнительных трансакционных издержек, снижающих эффективность данного процесса. Как видно из графиков (рис. 4) существует разрыв между «идеальным» и «реальным» знанием. Этот разрыв был назван «потенциальным отставанием» («potential gap»)<sup>9</sup>. «По мнению экспертов, доля используемых знаний в общем объеме создаваемых знаний составляет в среднем не более 30 %»<sup>10</sup>. Очевидно, что накопление знаний зависит от того, насколько институционально социум подготовлен к восприятию и воспроизводству знания. Чем последовательнее общество придерживается законов знания, тем более успешным будет социально-экономическое развитие.

Однако, по-нашему мнению, положенная в основу аналитических построений зависимость более сложна и ее можно представить логистической кривой (рис. 5). Развитие технологии накопления, обработки и передачи знаний подчиняются общим закономерностям стадийной технологической эволюции<sup>11</sup>. На первой стадии – стадии возникновения новой технологии ее эффективность невелика, затем на второй стадии общество признает ценность новой технологии и начинается ее широкое распространение. На третьей стадии, возникают противоречия в применении этой технологии, ввиду исчерпания ресурсов, на которых изначально базировалась данная технология. На четвертой стадии появляются новые поколения технологий, отличающиеся большей эффективностью. Пятая стадия характеризуется снижением масштабов применения старой технологии, которая, однако, все еще сохраняет ограниченное применение.

---

<sup>9</sup> Gardner Group Corporate Headquarters, Stanford, USA, Press Release. 1999. № 2. - P. 14.

<sup>10</sup> Башмаков А.И., Грачев В.А., Жедяевский Д.Н., Нечипоренко В.П., Поляков А.А., Попов В.В., Путилов А.В. Значение и место кодификации знаний в развитии экономики, основанной на знаниях. – URL: [doc.unicon.ru/book/0003.pdf](http://doc.unicon.ru/book/0003.pdf), свободный/

<sup>11</sup> Семенов Г.В., Матвеев Ю.В., Хайруллин Р.Е., Игнатьев В.Г. Изменение содержания, материально-вещественной структуры общественного (национального) продукта в процессе инновационного развития // Экономические науки. – 2011. – №10(83). – С. 44-52.

Традиционно при исследовании инновационных технологий учеными выделяются технологии широкого применения (General Purpose Technologies, GPTs) в качестве интенсивных массовых технологических инноваций, определяющих инновационные циклы и колебания деловой активности<sup>12</sup>. К GPTs относятся технологии: парового двигателя, железнодорожного сообщения, генерирования и передачи электроэнергии, двигателя внутреннего сгорания, электронные и компьютерные технологии, Интернет-технологии.

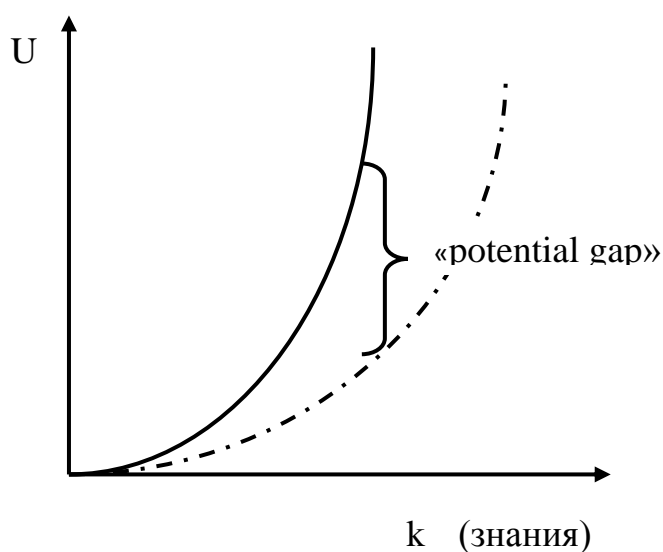


Рис. 4. Потенциальное отставание

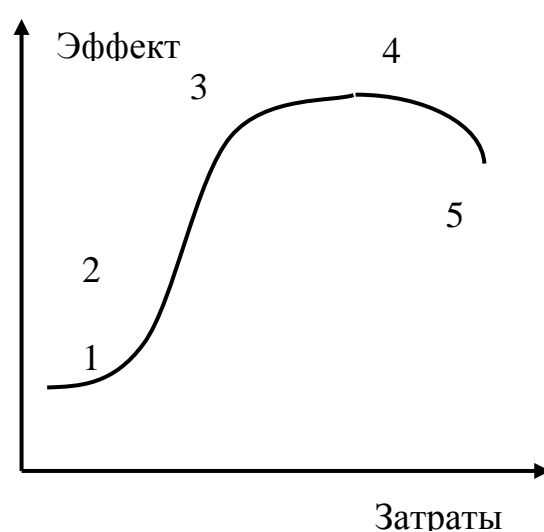


Рис. 5. Эффективность стадий эволюции новой технологии

GPTs обладают мощным потенциалом воздействия на экономическую динамику и приводят к радикальным трансформациям ее ключевых характеристик. Им свойственны: массовое распространение, динамизм и дополняемость. Распространение GPTs в глобальном масштабе означает, что практически все машины и механизмы работают на их принципах действия. Технологический динамизм обеспечивается постоянным поддержанием инноваций и соответствующим обучением. Производительность труда увеличивается в результате последовательных улучшений GPTs. В свою очередь, существует и обратная связь, когда разработанные на их основе специальные технологии (Special Technologies, STs) совершенствуют сами GPTs. В этом проявляется

<sup>12</sup> General Purpose Technologies and Economic Growth / Ed. by E. Helpman. – London: MIT PRESS, 1998.



их инновационная дополняемость. Однако возможности улучшения GPTs не безграничны. Возникающая инновационная пауза в создании новой GPT приводит сначала к замедлению темпов экономической динамики, а затем проявляется в наступлении фазы рецессии в рамках экономического цикла.

Современная наука характеризуется экспоненциальным ростом научных знаний и нацеленностью на их капитализацию (вовлечение ее в сферу экономической деятельности). Накопление фундаментальных знаний базируется на беспрецедентном росте расходов развитых государств на науку, обременяя и без того дефицитные госбюджеты. Поэтому актуальным требованием времени становится прогнозирование трендов динамики эффективности накопления знаний.

## **THE EFFICIENCY OF KNOWLEDGE ACCUMULATION PROCESS**

© 2012 I. Kirshin

© 2012 A. Titov

The article suggested and substantiated the hypothesis of the efficiency of accumulation of knowledge process based on the use of the method production function and the algebraic properties of information, namely, the idempotency of addition information. Developed a hypothesis provides analytical tools to predict trends of the efficiency of accumulation of knowledge process.

Keywords: General Purpose Technologies, the method of the production function, idempotency of addition of information, the increasing returns effect.