

Объяснение парадоксов неоклассической модели экономического роста Роберта Солоу *



Валерий Калюжный, кандидат экономических наук
заведующий отделом Государственного института труда и
социально-экономических исследований

Основной целью денежно-кредитной политики НБУ является поддержка стабильности гривны как монетарной предпосылки перехода экономики к развитию на инновационно-инвестиционной основе и достижению долгосрочных социальных, структурных и институциональных целей. Это вызывает необходимость применения постоянного мониторинга динамики цен на товары и услуги, обменного курса и процентных ставок, их соотношения и в случае потребности — влияния на них средствами денежно-кредитной политики. Одновременно создаются условия для постепенного перехода к таргетированию инфляции [1]. При воплощении этих мероприятий одной из актуальных проблем является необходимость создания базовой модели роста валового внутреннего продукта (ВВП), которая бы учитывала влияние не только производственных, но и инновационно-инвестиционных, монетарных и др. факторов.

Например, Международным центром перспективных исследований [2] в качестве базовой модели для оценки потенциального и фактического ВВП Украины предлагается использовать производственную функцию Кобба-Дугласа: $Y_t = A \cdot L^\alpha K^{(1-\alpha)}$, где A — это общая производительность производственных факторов, L — это занятость (или общая занятость), а K — запас капитала.

Данная модель представляет собой практическое приложение теоретической неоклассической модели Р. Солоу.¹ Методы ее использования для измерения общей факторной производительности (*TFP*) рассмотрены и усовершенствованы в работах автора [3, 4]. Однако прогностические способности модели вызывают сомнение из-за наличия в ней необъясненных парадоксов. Показателен следующий факт. В январе 1997 г. ежегодное собрание Американской Экономической Ассоциации включало название сессии «Имеет ли практическая макроэкономика ядро, которому мы все должны верить?» [5]. На первый план было выдвинуто то бедственное положение, в котором находится современная макроэкономика. Фактически речь идет о кризисе макроэкономической теории, наличии в ней альтернативных взаимоисключающих элементов [6]. В такой ситуации очень трудно рассчитывать на успех, заимствуя зарубежный макроэкономический инструментарий для использования в условиях Украины.

Цель данной статьи — объяснение основных парадоксов неоклассической модели экономического роста с помощью альтернативной теории экономического моделирования и прогнозирования, разрабатываемой автором.

1. Неоклассическая модель экономического роста Р. Солоу и ее парадоксы

Иногда вместо модели Р. Солоу анализируют стандартную модель экономического роста К. Шелла [7]. Частный случай модели К. Шелла (при не зависящей от времени производственной функции) был предложен в 1956 году одновременно Р. Солоу [8] и Т. Свеном [9]. Поэтому в неоклассической литературе интересующая нас теоретическая модель экономического роста име-

* *Калюжный В.* Пояснення парадоксів неокласичної моделі економічного зростання Р. Солоу // Вісник Національного банку України (НБУ), 2005. — №2. — С.32-40.

¹ В модели Солоу показатель L означает не уровень занятости, а количество труда (чел. часов/год) или среднегодовое количество работников в эквиваленте полной занятости [13]. Но до 2003 г. Госкомстат Украины не рассчитывал подобные показатели. По данным Госкомстата в 2003 г. среднемесячная заработная плата одного работника в эквиваленте полной занятости была в Украине больше заработной платы одного штатного работника на 7,8 %. Из этого вытекает, что в 2003 г. среднегодовое количество труда было меньше величины занятости в 1,078 раза.

нуется также моделью Солоу-Свена (*Solow-Swan growth model*).² Рассмотрим эту модель для случая закрытой экономики.

В отличие от посткейнсианских моделей роста Домара-Харрода в модели Р. Солоу коэффициент капиталовооруженности труда (K/L) не является константой, а изменяется в зависимости от состояния конъюнктуры. Для этого вводятся две предпосылки: 1) имеет место техническая взаимозаменяемость факторов K и L ; 2) на рынке факторов господствует совершенная конкуренция, вследствие которой в соответствии с неоклассической концепцией за счет гибкости цен и эластичности спроса и предложения по ценам на всех рынках устанавливается равновесие [10].

Р. Солоу пытается доказать, что нестабильность динамического равновесия в посткейнсианских моделях есть следствие невзаимозаменяемости факторов в производственной функции В. Леонтьева. Вместо нее он использует производственную функцию Кобба-Дугласа, в которой сумма коэффициентов эластичности выпуска по факторам равна единице (постоянная эффективность от масштаба):

$$Y_t = Y(K_t, L_t) = K_t^\alpha L_t^{1-\alpha}. \quad (1)$$

В модели Солоу предполагается, что спрос изменяется в таком же размере, как и предложение, т.е. функция совокупного спроса отсутствует.

Производственная функция (1) может быть представлена в следующем виде:

$$\frac{Y_t}{L_t} = \frac{K_t^\alpha L_t^{1-\alpha}}{L_t} = \left(\frac{K_t}{L_t}\right)^\alpha.$$

Обозначив $Y_t/L_t = q_t$ и $K_t/L_t = k_t$, получим:

$$q_t = k_t^\alpha, \quad (2)$$

где q_t — средняя производительность труда; k_t — средняя капиталовооруженность труда.

Следовательно, в модели Солоу средняя производительность труда функционально зависит от средней капиталовооруженности труда.

Одной из очевидных особенностей модели (1) является то, что в условиях неравновесия изменение средней капиталовооруженности труда фактически происходит за счет перепроизводства (или дефицита) капитала относительно предложения труда соответствующего года (при этом цена единицы капитала изменяется), а не за счет технологического замещения труда капиталом (или капитала трудом) с целью повышения эффективности капиталовложений. Поэтому на первом этапе анализа технический прогресс в модели не учитывается. Другой особенностью модели есть то, что в ней предполагается изменение цен на производственные факторы, однако они (ставка заработной платы и норма прибыли на капитал) в модели не отражаются.

Функция предложения труда в модели Солоу имеет неизменный (стационарный) вид:

$$L_t^S = L_0^S (1+n)^t \approx L_0^S e^{nt}, \quad (3)$$

где e — основание натуральных логарифмов; n — годовой прирост населения и предложения труда.

Тогда годовой объем производства и предложения благ можно представить такой функцией:

$$Y_t = Y(K_t, L_0 e^{nt}). \quad (4)$$

Объем используемого в каждом периоде капитала равен произведению капиталовооруженности на число занятых:

$$K_t = k_t L_0 e^{nt}.$$

От периода к периоду изменяется как число занятых, так и их капиталовооруженность. Величина необходимого при этом дополнительного капитала определяется из равенства:

$$\frac{dK_t}{dt} = \frac{dk_t}{dt} L_0 e^{nt} + nk_t L_0 e^{nt}. \quad (5)$$

Приращение капитала обеспечивается чистыми инвестициями:

$$dK/dt = I_t, \quad (6)$$

² См.: <http://cepa.newschool.edu/het/essays/growth/neoclass/solowgr.htm>

которые в условиях равновесного роста должны равняться объему сбережения дохода:

$$I_t = S_t = sY_t. \quad (7)$$

где S_t — объем сбережения дохода в периоде t ; s — норма сбережения дохода Y_t .

Соответственно $Y_t = C_t + S_t$, где C_t — объем потребления национального дохода.

Из равенств (5) – (7) следует, что для поддержания равновесного роста требуется выполнение равенства:

$$\frac{dk_t}{dt} L_0 e^{nt} + nk_t L_0 e^{nt} = sY(K_t, L_0 e^{nt}). \quad (8)$$

Так как производственная функция в модели Солоу имеет постоянную отдачу от масштаба, то: $Y(K_t, L_0 e^{nt}) = L_0 e^{nt} Y(k_t, 1)$ и выражение (8) упрощается:

$$\frac{dk_t}{dt} + nk_t = sY(k_t, 1). \quad (9)$$

По экономическому смыслу $Y(k_t, 1) = q_t$. Поэтому выражение (9) можно представить в виде:

$$\frac{dk_t}{dt} = sq_t - nk_t. \quad (10)$$

Выражение (10) показывает, как должна изменяться капиталовооруженность труда во времени, чтобы равновесный рост, обеспечивающий полное использование производственных мощностей, сопровождался полной занятостью.

Величина q_t представляет собой доход на одного занятого, а sq_t — объем осуществленных в экономике в период t сбережений, полностью трансформированных в инвестиции, в расчете на одного занятого. По существу произведение sq_t является величиной *предложения чистых инвестиций* в расчете на одного работника безотносительно к условию достижения полной занятости.

Спрос на инвестиции в период t определяется потребностью в дополнительном капитале для вооружения им работников, впервые приступающих к работе в этом периоде. Произведение nk_t показывает, сколько в среднем требуется дополнительного капитала на одного работающего, чтобы капиталовооруженность вновь нанятых в период t работников равнялась k_t . Произведение nk_t характеризует величину *спроса на чистые инвестиции* в расчете на одного работника при условии достижения полной занятости.

Поэтому при $sq_t = nk_t$ будет происходить равновесный рост с постоянной капиталовооруженностью и постоянной производительностью труда.

Когда $sq_t > nk_t$, предлагаемый объем чистых инвестиций превышает их необходимый объем, требующийся для оснащения всего используемого труда на базисном уровне k_t . В данном случае для обеспечения равенства $S_t = I_t$ нужно перейти к более капиталоемкой технологии, т.е. повысить капиталовооруженность труда k_t .

Соответственно при $sq_t < nk_t$ для сохранения равновесия и обеспечения полной занятости требуется снизить капиталовооруженность труда.

В неоклассической концепции необходимое для равновесного роста изменение капиталовооруженности труда происходит за счет гибкости цен на факторы производства. При нехватке капитала для полного оснащения возросшего количества труда труд оказывается относительно избыточным, и его цена снижается. При избытке капитала снизится его цена и произойдет снижение капиталовооруженности труда. Таким образом, благодаря учету технической субституции факторов и гибкости цен в модели Солоу обеспечивается устойчивый экономический рост.

Величину темпа устойчивого прироста в модели Солоу можно определить из равенства $sq_t = nk_t$, а именно:

$$n = s \frac{q_t}{k_t} = s \frac{Y_t L_t}{L_t K_t} = s \frac{Y_t}{K_t} = s\sigma_t, \quad (11)$$

где σ_t — средняя производительность капитала.

Как видим, выражение (11) идентично посткейнсианской формуле равновесного темпа прироста, в соответствии с которым возрастают показатели K_t , L_t , I_t и C_t . Такой рост при отсутствии технического прогресса сопровождается неизменной пропорцией распределения дохода между трудом и капиталом, то есть $L_t w / K_t r = const$.

Однако условия равновесия в моделях Солоу и Домара совпадают лишь формально. Они выражают принципиально различные причинно-следственные связи. В посткейнсианских моделях норма s задана экзогенно, с ее ростом повышается темп прироста национального дохода. В модели Солоу норма сбережения дохода задана эндогенно и является нейтральным фактором, влияющим на n только в коротком (переходном) периоде.

Рассмотрим элементарный числовой пример [10, с. 504-507]. Предположим, что национальный доход производится по технологии, представленной производственной функцией $Y_t = L_t^{0,5} K_t^{0,5}$. В нулевом периоде $L_0 = 10$ и $K_0 = 640$. Тогда $Y_0 = 80$, $q_0 = 8$, $k_0 = 64$ (см. табл.1). Предельная склонность к сбережению s принимается на уровне 0,3, а темп прироста трудовых ресурсов $n = 0,03$.

Таблица 1

Иллюстрация неравновесного роста экономики по модели Солоу

Показатель и формула расчета	Период (t)							
	0	1	2	3	4	5	100	200
$Y_t = L_t^{0,5} K_t^{0,5}$	80	82,699	85,484	88,357	91,321	94,379	1833,107	36542,1
$L_t = 1,03L_{t-1}$	10	10,300	10,609	10,927	11,255	11,593	192,186	3693,56
$I_t = S_t = 0,3Y_t$	24	24,810	25,645	26,507	27,396	28,314	549,932	10962,6
$K_t = K_{t-1} + I_t$	640	664,000	688,810	714,455	740,962	768,359	17484,5	361528,2
$k_t = K_t / L_t$	64	64,466	64,927	65,383	65,834	66,279	90,977	97,881
$q_t = Y_t / L_t$	8	8,029	8,058	8,086	8,114	8,141	9,538	9,893
$\sigma_t = Y_t / K_t$	0,125	0,1245	0,1241	0,1237	0,1232	0,1228	0,1048	0,1011
$s = S_t / Y_t$	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
$\tilde{y}_t = Y_t / Y_{t-1} - 1$	–	0,03374	0,03368	0,03361	0,03354	0,03348	0,03074	0,03016
$\tilde{k}_t = K_t / K_{t-1} - 1$	–	0,03750	0,03736	0,03723	0,03710	0,03697	0,03148	0,03033
$0,3q_t$	2,40	2,4087	2,4173	2,4258	2,4341	2,4424	2,8615	2,9680
$i_t = 0,03k_t$	1,92	1,9340	1,9478	1,9615	1,9750	1,9884	2,7293	2,9364

При таких исходных условиях согласно логике модели Солоу утверждается, что равновесный рост невозможен, так как:

$$sq_0 = 0,3 \cdot 8 = 2,4 > nk_0 = 0,03 \cdot 64 = 1,92.$$

Избыточное предложение капитала должно снизить его цену, что стимулирует предпринимателей повышать капиталовооруженность труда. Для равновесия на рынке благ необходимо, чтобы в первом периоде капитал возрос на $sY_1 = 0,3 \cdot 80 = 24$ ед. Принимая во внимание, что в первом периоде предложение труда возрастет до $L_0(1+n) = 10 \cdot 1,03 = 10,3$, вычислим произведенный в этом периоде доход: $Y_1 = N_1^{0,5} K_1^{0,5} = 10,3^{0,5} \cdot 664^{0,5} = 82,7$. Но и теперь не выполняется условие равновесного роста:

$$sq_1 = 0,3 \cdot 82,7 / 10,3 = 2,4087 > nk_1 = 0,03 \cdot 664 / 10,3 = 1,9340.$$

Для обеспечения равенства $0,3q_t = 0,03k_t$ или $S_t = I_t$ требуется дальнейшее повышение капиталовооруженности труда. Так будет продолжаться до достижения равенства $0,3q_t = 0,03k_t$,

при котором средняя производительность капитала $\sigma_t = 0,1$. В табл. 1 показано, как будет развиваться процесс накопления до 5-го периода, а затем до 100-го и 200-го. Разумеется, продолжительность одного периода носит условный характер.

Динамика относительных показателей спроса и предложения чистых инвестиций в рассмотренной числовой модели Солоу представлена на рис. 1. Из табл. 1 и рис. 1 видно, что по мере увеличения периода t происходит сближение показателей спроса и предложения чистых инвестиций, а средняя производительность капитала приближается к уровню $\sigma_t = 0,1$.

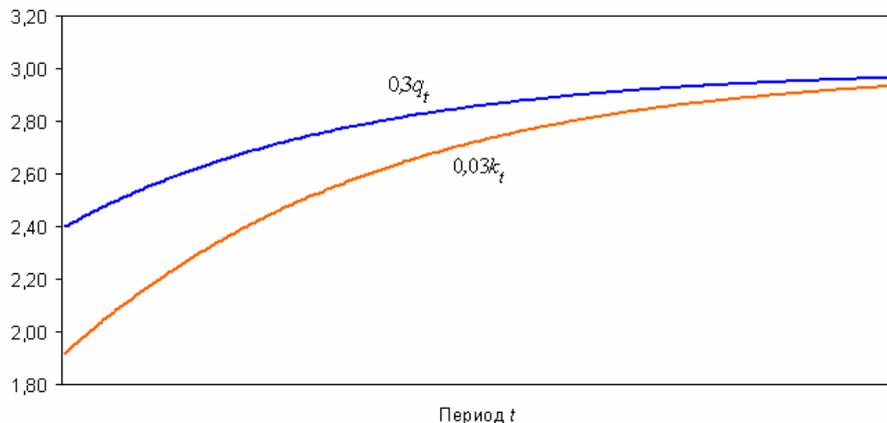


Рис. 1. Динамика показателей спроса и предложения чистых инвестиций в числовой модели Солоу

Модель Солоу обладает некоторыми свойствами, ведущими к так называемым парадоксам Солоу, которые до сих пор остаются необъясненными.³ Такие парадоксы, как известно, могут указывать на наличие теоретических ошибок, допущенных при построении модели.

Так, из выражения (11) следует, что увеличение темпа прироста занятости n повышает равновесный темп роста национального дохода. Но если при этом норма сбережения сохраняется на прежнем уровне, то снизятся капиталовооруженность и производительность труда. Поскольку норма сбережений недостаточна, то осуществляемых сбережений не хватает для оснащения всех работников капиталом на прежнем уровне. Недостаток капитала повышает его цену, и предприниматели переходят к менее капиталоемким технологиям. Когда капиталовооруженность снизится до нового уровня k_2 , тогда установится динамическое равновесие при повышенном темпе прироста национального дохода n_2 , но с более низкой средней производительностью труда q_2 (см. рис. 2).

Это приводит к так называемому парадоксу сбережений (*paradox of thrift*). Он сводится к утверждению, что изменение нормы сбережений s постоянно не будет изменять темп прироста национального дохода. Например, увеличение нормы сбережения (от k_1 до k_2 на рис. 3), будет «сдвигать» инвестиционную кривую, так, чтобы мы двигались от установившегося отношения k_1 к новому установившемуся отношению k_2 . До этого сдвига все абсолютные переменные возрастали с темпом прироста n . Немедленно после изменения нормы сбережения капитал растет немного быстрее чем n , так, чтобы и выпуск и потребление росли также немного быстрее. Но как только k приближается к k_2 , темп роста капитала замедляется. Когда мы находимся в точке k_2 , основной рост (и выпуск, и потребление) возвращается к n .

Таким образом, согласно парадоксу сбережений в условиях совершенной конкуренции при любой норме сбережений s экономика тяготеет к сбалансированному росту, при котором национальный доход и капитал увеличиваются с темпом, равным темпу роста предложения труда.

³ См.: <<http://cepa.newschool.edu/het/essays/growth/neoclass/solowparadox.htm>>. Характерно, что доньше не было явных попыток объяснить эти парадоксы. Вместо этого строились новые модели, лишённые, по мнению их авторов, недостатков модели Солоу.

Увеличение s ведет к росту капиталовооруженности и производительности труда, а темп роста национального дохода повышается только в коротком периоде, сохраняя неизменное значение в длительном периоде.

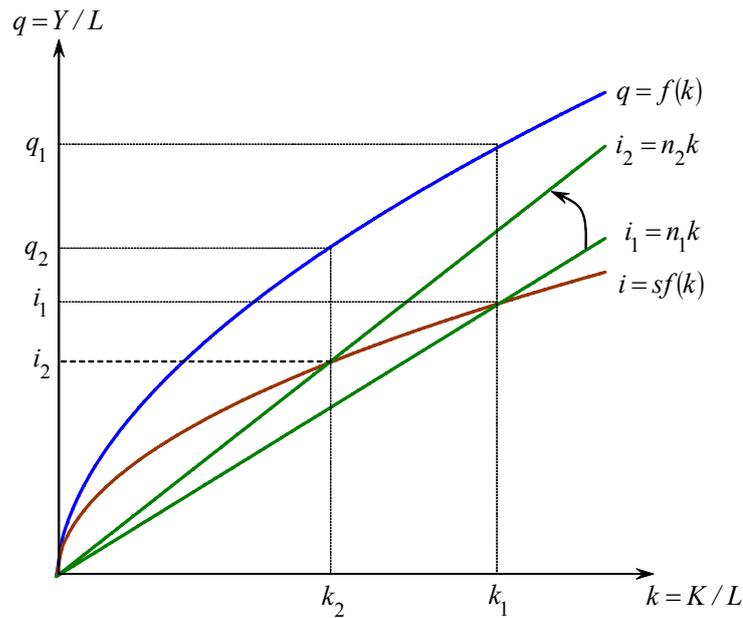


Рис. 2. Повышение темпа прироста численности занятых

Также имеет место парадокс выпуска (*paradox of output*), то есть страна, которая имеет «более высокую» функцию производства $f(k)$, будет не в состоянии постоянно увеличивать темп прироста экономики. Чтобы увидеть это, необходимо выполнить анализ, идентичный проведенному на рис. 3, но необходимо оставить s на неизменном уровне, а изменять только $f(k)$ — результаты будут почти геометрически идентичными.

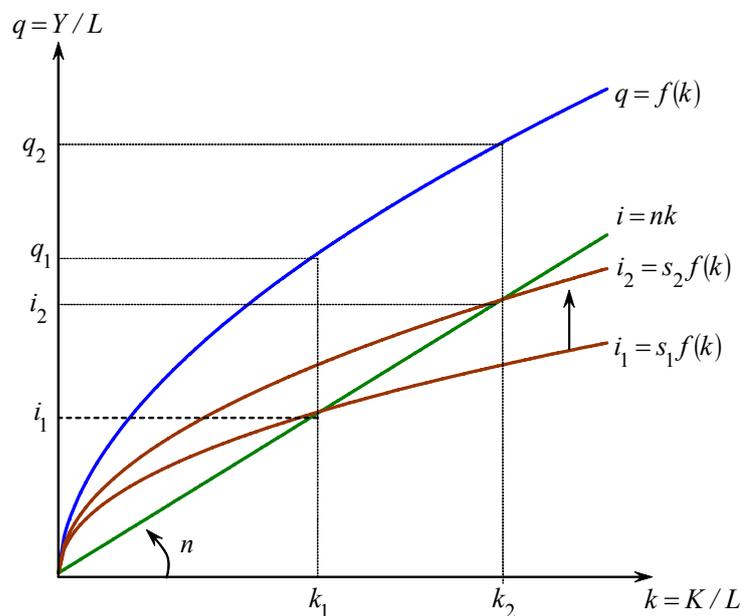


Рис. 3. Равновесный рост при повышении нормы сбережений.

Согласно уравнению накопления капитала, равновесный капитал определяется из условия $sf(k_t) = nk_t$. Это означает, что, если мы рассмотрим группу стран с одинаковыми нормами сбережения, темпами роста населения и одинаковыми технологиями, то для них равновесный (ста-

ционарный) подушевой капитал k_t также будет одинаков. Если при этом в настоящий момент эти страны имеют различные стартовые позиции, то есть различаются по величине текущего подушевого капитала, то это означает, что страны с более низким начальным k_t будут иметь более высокие темпы прироста n . Это означает, что страны с более низким подушевым капиталом в силу более высоких темпов роста будут догонять страны с более высоким подушевым капиталом, то есть будет иметь место *абсолютная конвергенция*. Однако эмпирические данные не подтверждают этой гипотезы.

В действительности экономический рост всегда происходит в условиях технического прогресса и предпосылка об его отсутствии является всего лишь аналитическим приемом, позволяющим рассматривать экономические явления, руководствуясь принципом наибольшей простоты. Рассмотрение модели Солоу при отсутствии технического прогресса показывает, что все макроэкономические переменные в расчете на одного занятого в долгосрочном периоде оказываются неизменными. Подобное развитие экономики крайне нереалистично и противоречит фактам экономического роста. Так, в частности, капиталовооруженность и производительность труда, как правило, повышаются (см. рис. 4), в то время как в рассмотренной модели Солоу в долгосрочном периоде они постоянны.

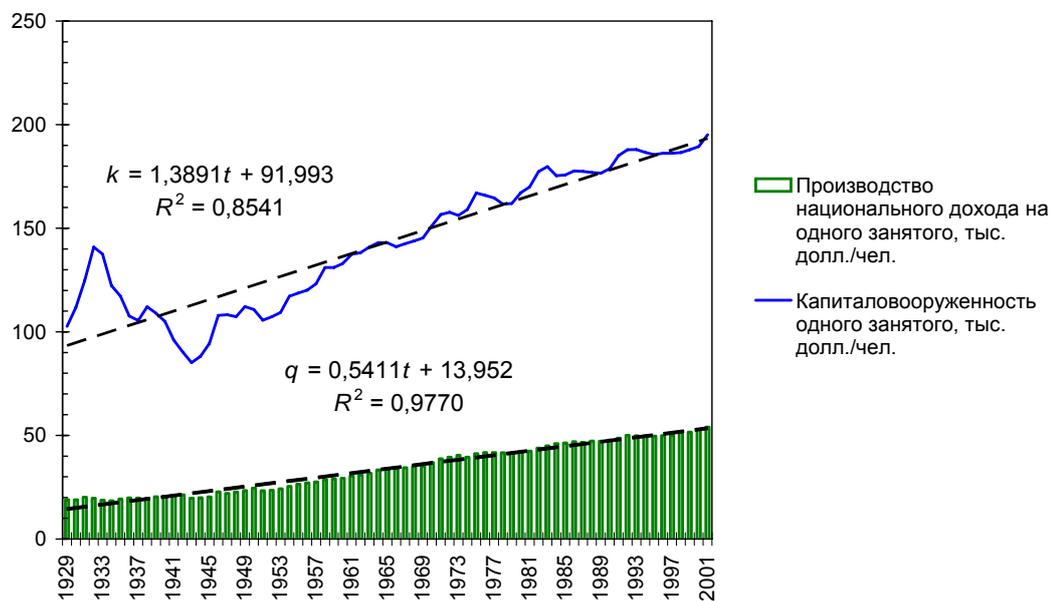


Рис. 4. Динамика производительности и капиталовооруженности труда в США в 1929-2001 годах (в неизменных ценах 1996 года)

Источник: расчеты автора по данным U. S. Bureau of Economic Analysis (<http://www.bea.doc.gov>); Survey of Current Business. August, 2001. – P.137; Survey of Current Business. National Data. – November, 2002. D-3 – D-29.

Возможно, учет технического прогресса сделает модель Солоу адекватной действительности?

До сих пор основные виды технического прогресса различали следующим образом. Нейтральный технический прогресс позволяет произвести тот же выпуск с меньшими затратами как капитала, так и труда, не изменяя пропорции между используемыми факторами: $Y = f(K, L, A) = Af(K, L)$, где A — параметр, характеризующий технологию. Трудосберегающий технический прогресс может быть описан следующей производственной функцией: $Y = f(K, L, A) = f(K, AL)$. В этом случае с течением времени пропорция между трудом и капиталом сдвигается в пользу капитала. Капиталосберегающий технический прогресс ведет к такому росту выпуска, когда в расчете на единицу труда применяется меньшее количество капитала: $Y = f(K, L, A) = f(AK, L)$.

Трудосберегающий технический прогресс может развиваться так, что при каждом фиксированном значении средней производительности капитала $\sigma = Y / K$ постоянной остается и его

предельная производительность $\Delta Y / \Delta K$. Такой технический прогресс называется нейтральным по Харроду ($\sigma_t = const$). В этом случае пропорция распределения национального дохода между трудом и капиталом $Lw : Kr$ остается неизменной при постоянных коэффициентах эластичности дохода по капиталу α и по труду $(1 - \alpha)$. В этих условиях производственная функция принимает вид $Y_t = f(K_t, e^{\lambda t} L_t)$.

В соответствии с моделью Солоу при равновесном росте значения q и k не меняются. Поэтому $q / k = Y / K = const$. Это означает, что темп прироста дохода (выпуска) равен темпу прироста капитала $\tilde{Y} = \tilde{K}$.

Из этого следует, что модель Солоу может отражать равновесный рост только в том случае, когда технология производства представлена производственной функцией Кобба-Дугласа: $Y_t = e^{\lambda t} L_t^{(1-\alpha)} K_t^\alpha$, которая, в свою очередь, моделирует нейтральный прогресс по Харроду, как частный случай трудосберегающего прогресса.

Модель Солоу, учитывающая технический прогресс, рассматривают обычно на основе показателя валового внутреннего продукта $GDP_t = L_t w + K_t (r + \delta)$, где GDP_t — объем валового внутреннего продукта; δ — норма амортизации капитала (отношение суммы амортизации к капиталу на начало периода). Однако в модели не проводится различие между суммой начисленной амортизации и объемом выводимого из эксплуатации изношенного капитала. Из-за этого учет амортизации в модели Солоу практически не привносит ничего нового. В частности, уравнение (10) получает следующий вид:

$$\frac{dk_t}{dt} = s_g q_{gt} - (n + \delta) k_t. \quad (12)$$

где s_g — норма инвестирования ВВП; $q_{gt} = GDP_t / K_t$.

Поэтому мы продолжим анализ на основе показателя национального дохода.

Итак, лишь нейтральный технический прогресс по Харроду совместимый с равновесным ростом по модели Солоу. Условие равновесного роста в этом случае выводится так же, как и в модели Солоу без технического прогресса. Достаточно заменить $L_0 e^{nt}$ на $L_0 e^{nt} e^{\lambda t}$. Тогда вместо условия (10) получим:

$$\frac{dk_t}{dt} = s q_t - (n + \lambda) k_t. \quad (13)$$

где λ — параметр, характеризующий экзогенный темп прироста капиталовооруженности труда за счет технического прогресса.

В динамике равновесие установится тогда, когда капиталовооруженность труда стабилизируется ($dk / dt = 0$), то есть при $s q_t = (n + \lambda) k_t$. В этом случае объем предложения дополнительного капитала будет равен той величине, которая требуется для обеспечения капиталовооруженности дополнительно предлагаемого труда, измеренного в эффективных единицах, на уровне k_t .

При наличии указанного типа технического прогресса запас капитала K_t и национальный доход Y_t в стационарном состоянии растут с темпом прироста $(n + \lambda)$. Капиталовооруженность труда k_t и производительность труда q_t растут с постоянным темпом, равным темпу технического прогресса λ . Производительность же капитала (отдача на капитал) σ_t остается постоянной. Данные тенденции макроэкономических параметров более или менее точно соответствуют действительности. Однако, как и ранее, норма сбережения (инвестирования) s влияет лишь на траекторию перехода к стационарному состоянию и стационарный капитал, но не влияет на темпы роста в стационарном состоянии. Поэтому даже при наличии технического прогресса модель Солоу не объясняет, почему в действительности не наблюдается конвергенции между бедными и богатыми странами. Более того, модель предсказывает, что в долгосрочном периоде конвергенция должна наблюдаться. Согласно модели Солоу различия в уровнях дохода V / L между богатыми и бедными странами являются результатом различий в уровнях K / L , что, в

свою очередь, объясняется различиями в нормах s , и темпах прироста n и λ . Поэтому предельный продукт капитала должен быть выше в бедной стране по сравнению с богатой, что для многих бедных стран не соответствует действительности. Если бы это было так, то наблюдался бы значительный приток капиталов в бедные страны.

2. Альтернативная модель экономического роста

Автором разработана принципиально новая модель «труд-капитал» (сокращенно VK – модель) базирующаяся на следующих теоретических предпосылках.

1. Производство в году t начинается при наличии запаса капитала K_t . На этом капитале можно произвести за год национальный доход $Y = \sigma K$, где σ_t — отдача дохода на капитал, неизменная в течение года ($\sigma = Y / K$). Понятие национального дохода соответствует современному понятию чистого внутреннего продукта.

2. В работах автора [10, 11] показано, что *среднегодовой* объем капитала, реально функционирующий в году t (см. рис. 5), можно определить по формулам:

$$K_t^* = K_t \frac{(e^{\sigma^* s} - 1)}{\sigma^* s} = K_t \frac{(e^{r\eta} - 1)}{r\eta}; \quad (14)$$

$$K_t^* = (K_{t+1} - K_t) / \ln(K_{t+1} / K_t), \quad (15)$$

где σ^* — действительная отдача дохода на капитал ($\sigma^* = (V + P) / K^*$); s — норма чистого инвестирования национального дохода ($s = I / (V + P)$); η — норма чистого инвестирования брутто-прибыли ($\eta = I / P$).

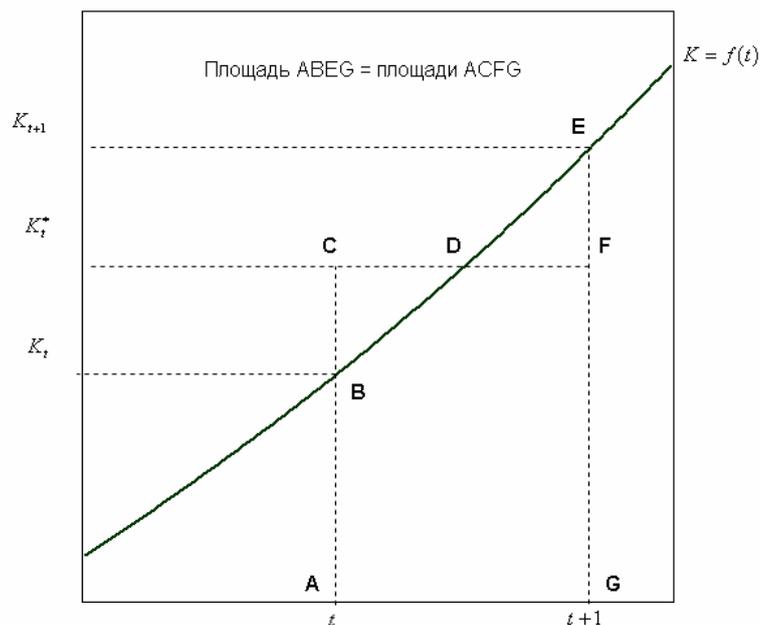


Рис. 5. Различие между запасами капитала на начало и конец года и их среднегодовым значением

Для формул (14) и (15) справедливо отношение $K_{t+1} / K_t = e^{\sigma^* s} = e^{r\eta}$, где K_t — запас капитала на начало года t ; K_{t+1} — запас капитала на конец года t (или начало года $t+1$).

3. Годовой результат производства можно представить в виде слагаемых: $Y = A + V + P$, где A — амортизация капитала; V — заработная плата, выплаченная работникам, занятым в производстве ВВП; P — брутто-прибыль, распределяемая на инвестиции, дивиденды, налоги и сборы, рентные и процентные платежи.

Возможны следующие модели распределения ВВП:

а) факторная $Y = Lw + K(a + r)$, где w — средняя ставка заработной платы ($w = V / L$); a — средняя норма амортизации капитала; r — средняя норма брутто-прибыли на единицу капитала;

б) балансовая $Y = C + (F + I)$, где C — потребляемая часть ВВП; $(F + I)$ — накапливаемая часть ВВП (валовые инвестиции).

в) качественная $Y = (a + \beta + r)K^*$, где β — показатель трудооруженности капитала ($\beta = V / K^*$) при $w = const$. В этом случае параметры a, β, r рассматриваются как показатели качества капитала. Показатель трудооруженности капитала может быть также представлен формулой $\beta = \frac{Lw}{K^*} = w/k$, где k — действительная капиталовооруженность труда ($k = K^* / L$).

В общем случае $a + \beta + r \equiv \sigma$. Показатели качества капитала отражают *действительный* уровень аналогичных параметров, трактуемых в современной макроэкономике как *средние* величины. При их расчете необходимо использовать величину среднегодового (в матем. — среднего функционального) объема капитала K_t^* , а не величину запаса K_t (см. рис. 5).

4. При неизменных ценах прирост трудооруженности капитала за счет повышения ставки заработной платы приводит к уменьшению брутто-прибыли:

$$a + (\beta + \Delta\beta) + (r - \Delta r) = \sigma.$$

Таким образом, рост заработной платы не влияет на величину σ , но снижает величину r . Аналогичный результат достигается при изменении нормы амортизации a .

5. В течение года t при наличии инвестиционного процесса накопления капитала запас капитала увеличивается в стране от K_t до K_{t+1} . Величину абсолютного прироста капитала $I_t = K_{t+1} - K_t$ называют чистыми инвестициями в основной капитал. Происходит также процесс вывода из эксплуатации изношенного капитала, поэтому при отсутствии чистого инвестирования, но при наличии реновационного инвестирования можно записать $K_{t+1} = K_t - F_t + I_{Ft}$, где F_t — абсолютный объем вывода капитала за год t ; I_{Ft} — абсолютный объем реновационных инвестиций. При простом воспроизводстве $F_t = I_{Ft}$. При чистом дезинвестировании $F_t > I_{Ft}$. Сумма инвестиций $I_{Ft} + I_t$ называется валовыми инвестициями.

6. Стоимость возмещения выбытия основного капитала F_t не совпадает с его амортизацией A_t , учитываемой бухгалтериями предприятий. При ежегодном росте капитала, как правило, $A_t > F_t$. Избыток (сальдо) амортизационных отчислений $(A_t - F_t)$ переходит в состав брутто-прибыли и является дополнительным источником чистых инвестиций.

Среднегодовой объем реновационных инвестиций F_t^* зависит от степени морального и физического износа основного капитала на начало года t и определяется как экзогенная величина, характеризующая размер автономных инвестиций:

$$F_t^* = K_t \left(1 + \frac{\delta_t}{\ln(1 - \delta_t)} \right), \quad (16)$$

где δ_t — экзогенный коэффициент выбытия капитала ($\delta_t = F_t / K_t$).

7. Объем чистых инвестиций $I_t^* = K_t^* - K_t$ индуцируется, т.е. зависит от того, какая часть ВВП накапливается в форме добавочного капитала: $I_t = \sigma Y_t$; $I_t = \eta P_t$ и т.п. Более сложные инвестиционные функции в данной статье не рассматриваются.

Что дает измерение среднегодовых объемов капитала и инвестиций? В известных производственных функциях, используемых в поткейнсианских и неоклассических моделях экономического роста, фактор «труд» L_t имеет размерность *потока*, а фактор «капитал» K_t — размерность *запаса*. Действительно, величина L_t не может быть ничем иным, как количеством отработанного времени за некоторый период (год, квартал, месяц и т.д.). Величина K_t отражает фик-

сированный объем капитала на начало периода t . Поэтому отношение K_t / L_t (или L_t / K_t), интерпретируемое как *средняя* капиталовооруженность труда (или трудооруженность капитала) не имеет ясного экономического смысла, если рассматривать это отношение в условиях нестационарного экономического роста, когда пропорции между макроэкономическими переменными в долгосрочном периоде не постоянны, а изменяются при переходе от одной стационарной траектории к другой.

Стационарной (сбалансированной) траекторией роста называется траектория, на которой основные переменные модели растут с постоянным темпом. В модели Солоу при отсутствии технического прогресса отношение K_t / L_t изменяется лишь в коротком (переходном) периоде и потом остается постоянным в долгосрочном периоде. В условиях технического прогресса отношение K_t / L_t растет с постоянным темпом, равным темпу технического прогресса λ . Однако в результате гипотезы о специфическом влиянии технического прогресса относительная часть труда в доходе (или ВВП) в модели Солоу неизменна, то есть $L_t w_t / Y_t = (1 - \alpha) = const$.

В статье автора [12] показано, что при переходе к новой стационарной траектории при отсутствии технического прогресса показатель K_t^* / L_t остается постоянным, а показатель K_t / L_t изменяется в коротком периоде в результате применения новой нормы накопления капитала. Такое изменение отнюдь не свидетельствует о неравновесии экономического роста, о котором утверждают в подобных случаях авторы посткейнсианских и неоклассических моделей. Игнорирование этого обстоятельства и является основной причиной парадоксов современной макроэкономики — парадокса Домара, парадокса сбережений [12] и, как будет показано дальше, парадоксов неоклассической модели Р. Солоу.

В качестве иллюстрации к вышеприведенному разглядим элементарный пример. Так, население Украины на 01.01.2003 г. составляло 47787,3 тыс. чел., а на 01.01.2004 г. — 47442,1 тыс. чел.⁴ Этот показатель имеет размерность запаса. В 2003 г. в Украине был произведен 36,7 млн. т стали.⁵ Показатель производства стали имеет размерность потока. Для определения по этим исходным данным относительного показателя, который будет характеризовать производство стали на 1 душу населения в 2003 году, сначала необходимо рассчитать среднегодовое количество населения $(47787,3 + 47442,1) / 2 = 47614,7$ тыс. чел./год и только затем рассчитывать указанный показатель, а именно: $36,7 \text{ млн. т/год} / 47614,7 \text{ тыс. чел./год} = 770,7 \text{ кг} / \text{чел.}$

В общем случае размерность потока определяется как дробь, в числителе которой определена единица измерения некоторого показателя (тыс. тонн, тыс. грн. и т.п.), а в знаменателе — единица измерения времени (год, квартал и т.д.). Запас можно рассматривать как форму существования соответствующего потока (материального, денежного и др.). Запас характеризует размер потока на определенный момент времени (на начало года, квартала и т.п.).

В модели Солоу показатель L_t имеет размерность потока, ибо определяет количество труда в чел. часах за год или среднее за год количество работников в эквиваленте полной занятости, а показатель K_t характеризует величину запаса основного капитала на начало года t . Поэтому, например, попытка рассчитать показатель средней капиталовооруженности труда в виде K_t / L_t при применении годовых (квартальных) величин K и L приводит к логической ошибке, которая аналогична ошибке при попытке рассчитать, например, показатель производства стали на 1 душу населения в виде отношения «производство стали / количество населения на начало года».

Почему показатель среднегодового объема капитала K_t^* имеет размерность потока? В статье автора [12] доказано, что показатель среднегодового объема капитала соответствует понятию *среднее значение функции*, которое было определено математической теоремой о среднем. Соответственно этой теореме рост некоторого показателя на отрезке $[t, t+1]$ можно представить площадью криволинейной трапеции, которая равна площади прямоугольника с той же самой основой и высотой, которая равняется среднему значению функции (см. рис. 5). Поскольку высота равняется отношению площади к основе, а основа равняется одному году ($t+1 - t = 1$), то пока-

⁴ Економічні та фінансові показники України // <http://www.ukrstat.gov.ua>

⁵ <http://www.worldsteel.org>

затель среднегодового объема капитала всегда имеет размерность потока. Такую же размерность имеет показатель чистых инвестиций $I_t^* = K_t^* - K_t$, ибо величины K_t^* и K_t отражают соответствующие количества единиц капитала, которые активно функционируют на протяжении года. Также имеет значение то, по какой формуле вычислять среднее значение функции в данном году. Выше при расчете среднегодового количества населения была использована самая простая формула определения средней арифметической. Что касается роста капитала, то в работах автора [11, 12] показано, что в этом случае необходимо применять средние экспоненциальные величины (см. формулу 14).⁶

Итак, показатели среднегодовых объемов капитала и инвестиций имеют размерность потока. С помощью среднегодового капитала определяются действительные величины, характеризующие качество капитала, так как в этом случае имеет место отношение «поток/поток». Поэтому посредством умножения среднегодовых инвестиций на соответствующие показатели качества капитала просто и непосредственно определяются *годовые приросты* амортизации, заработной платы, прибыли. Именно данная идея реализована в новой модели экономического роста [11]. Ее можно представить в виде следующей системы уравнений:

$$\left. \begin{aligned} A_{t+1} &= K_{t+1}(1 - \delta_{t+1}^*) \cdot a_t + (K_{t+1}\delta_{t+1}^* + I_{t+1}^*) \cdot a_{t+1} \\ V_{t+1} &= K_{t+1}(1 - \delta_{t+1}^*) \cdot \beta_t + (K_{t+1}\delta_{t+1}^* + I_{t+1}^*) \cdot \beta_{t+1} \\ P_{t+1} &= K_{t+1}(1 - \delta_{t+1}^*) \cdot r_t + (K_{t+1}\delta_{t+1}^* + I_{t+1}^*) \cdot r_{t+1} \end{aligned} \right\} \quad (17)$$

где δ_{t+1}^* — коэффициент выбытия капитала в году $t+1$ в среднегодовом измерении ($\delta_t^* = F_t^* / K_t$).

В модели предполагается, что в году $t+1$ происходит выбытие старого основного капитала в объеме $F_{t+1}^* = K_{t+1}\delta_{t+1}^*$. Этот капитал имеет параметры базового качества a_t , β_t и r_t . Взамен выбывшего из эксплуатации капитала вводится в действие новый капитал объемом F_{t+1}^* , а также осуществляется добавочное вложение нового основного капитала объемом I_{t+1}^* . Новый основной капитал характеризуется улучшенными параметрами качества a_{t+1} , β_{t+1} и r_{t+1} .

Может также учитываться прирост капитала K_{t+1} в зависимости от изменения степени использования производственных мощностей.

Для системы уравнений (17) с учетом (14) выполняются следующие соотношения:

$$I_{t+1} = K_{t+2} - K_{t+1} = K_{t+1}e^{r_{t+1}\eta_{t+1}} - K_{t+1} = K_{t+1}(e^{r_{t+1}\eta_{t+1}} - 1), \quad (18)$$

$$K_{t+1}^* = K_{t+1} \frac{(e^{r_{t+1}\eta_{t+1}} - 1)}{r_{t+1}\eta_{t+1}}. \quad (19)$$

Так как $I_{t+1}^* = K_{t+1}^* - K_{t+1}$, то с учетом (19) получим:

$$I_{t+1}^* = K_{t+1} \left(\frac{e^{r_{t+1}\eta_{t+1}} - 1}{r_{t+1}\eta_{t+1}} - 1 \right). \quad (20)$$

Из формул(18) и (20) следует, что в текущем году объем чистых инвестиций, как в абсолютном, так и в среднегодовом измерении всецело зависит от нормы накопления брутто-прибыли и нормы прибыли на единицу капитала.

При заданной норме брутто-прибыли r'_{t+1} объем чистых инвестиций может изменяться лишь при изменении нормы накопления брутто-прибыли или сопряженных с ней норм накопления (национального дохода, ВВП). Поскольку $r'_{t+1} \neq r_{t+1}$, то при анализе *ex-post*^{*} достаточно опреде-

⁶ Вообще расхождение между средней арифметической и средней экспоненциальной величинами небольшое. Например, при годовом темпе роста запаса капитала в 5 % это расхождение составляет всего 0,02 %

* Различие между величинами *ex-post* и *ex-ante* впервые ввел в экономическую теорию Г. Мюрдаль. Сбережения и инвестиции *ex-post* — это уже реализованные, фактические суммы; сбережения и инвестиции *ex-ante* — ожидаемые планируемые величины [13].

лить лишь величину произведения $r'_{t+1}\eta_{t+1} = X_{t+1}$, так как всегда выполняется соотношение $K_{t+2}/K_{t+1} = e^{r'_{t+1}\eta_{t+1}} = e^{X_{t+1}}$.

Любая норма накопления может быть рассчитана не только в абсолютном, но и в среднегодовом измерении. Например, среднегодовая норма накопления брутто-прибыли в зависимости от экзогенно задаваемой величины чистых инвестиций I_{t+1}^* может быть определена на основании третьего уравнения модели (17):

$$\eta_{t+1}^* = \frac{I_{t+1}^*}{P_{t+1}} = \frac{I_{t+1}^*}{K_{t+1}(1-\delta_{t+1}^*) \cdot r_t + (K_{t+1}\delta_{t+1}^* + I_{t+1}^*) \cdot r_{t+1}}. \quad (21)$$

Для расчета объема чистых инвестиций в зависимости от экзогенной среднегодовой нормы накопления брутто-прибыли используется следующая формула:

$$I_{t+1}^* = \frac{K_{t+1}[(1-\delta_{t+1}^*) \cdot r_t + \delta_{t+1}^* r_{t+1}] \cdot \eta_{t+1}^*}{1 - r_{t+1}\eta_{t+1}^*}. \quad (22)$$

Целевой (желаемый) объем чистых инвестиций, при котором обеспечивается полная занятость трудовых ресурсов, можно определить с помощью формулы, полученной путем алгебраического преобразования второго уравнения модели (17). Так, примем, что $V_{t+1} = nV_t$ при $w = const$. Тогда на основании второго уравнения модели (17) получим:

$$I_{t+1}^* = \frac{V_t n + K_{t+1}[\delta_{t+1}^*(\beta_t - \beta_{t+1}) - \beta_t]}{\beta_{t+1}}. \quad (23)$$

Уравнение (23) показывает, что при фиксированной величине темпа роста занятых n целевой (желаемый) объем чистых инвестиций, обеспечивающий полную занятость, увеличивается при снижении показателя трудооруженности капитала β . При этом увеличение нормы выбытия капитала вызывает дополнительное повышение целевого объема чистых инвестиций.

При отсутствии технического прогресса $\beta_{t+1} = \beta_t$ и выражение (23) упрощается:

$$I_{t+1}^* = \frac{V_t n}{\beta_t} + K_{t+1} = K_t^* n + K_{t+1}. \quad (24)$$

Общим признаком технического прогресса является повышение нормы брутто-прибыли $r_{t+1} > r_t$ за счет применения более эффективного капитала при условии, что ставка заработной платы не изменяется: $w_{t+1} = w_t$. Поэтому $V_{t+1} = L_{t+1}w_t$, где L_{t+1} — количество труда в году $t+1$; w_t — средняя ставка оплаты труда в году t . Если при этом $\beta_{t+1} < \beta_t$, то имеет место *трудоосберегающий* технический прогресс. При $\beta_{t+1} > \beta_t$ будет реализован *капиталосберегающий* технический прогресс. При $\beta_{t+1} = \beta_t$ происходит *нейтральный* технический прогресс.

Признак нейтральности технического прогресса принятый в модели (17), отличается от нейтральности прогресса по Хиксу, Харроду и Солоу [9, с.515]. В целом же принцип учета влияния трудоосберегающего и капиталосберегающего технического прогресса, реализованный в VK – модели, соответствует принципу Хикса, однако при нейтральном прогрессе по Хиксу $r_{t+1}/r_t = w_{t+1}/w_t$, а по VK – модели $r_{t+1} > r_t$ при $w_{t+1} = w_t$. Но это не исключает последующее введение предпосылки об изменении цены факторов производства.

Из формулы (22) вытекает, что рост объема чистых инвестиций ведет к необходимости повышения нормы накопления брутто-прибыли. Но повышение нормы накопления в условиях рыночной экономики ограничивается функцией сбережения дохода и кредитными ресурсами экономики. Поэтому трудоосберегающий прогресс, характеризующийся снижением показателя β , может поднимать уровень безработицы выше естественного уровня. Наоборот, при капиталосберегающем техническом прогрессе, когда параметры r и β увеличиваются, объем чистых инвестиций, обеспечивающий полную занятость, относительно уменьшается. Это требует соответствующего снижения нормы накопления брутто-прибыли. При отсутствии указанного снижения появится избыток производственных мощностей.

В какой-то мере необходимая норма накопления прибыли устанавливается в результате

конъюнктурного изменения цен на производственные факторы. Однако чтобы постоянно и гарантированно поддерживать сбалансированное развитие рыночной экономики, необходимо государственное регулирование факторов, влияющих на уровень сбережения и накопления дохода в стране.

3. Объяснение парадоксов модели Р. Солоу

«Парадоксы» модели Солоу вполне объяснимы с помощью VK – модели. Все дело в том, что, как и в случае с моделью Домара [12], модель Солоу базируется на использовании средних, а не действительных средних макроэкономических параметров-соотношений.

Обратимся к табл. 1 и с использованием основных формул VK – модели рассчитаем показатели среднегодового объема капитала K_t^* , норму прибыли r_t и ставку заработной платы w_t . Поскольку в числовой модели Солоу эластичность выпуска по капиталу $\alpha = 0,5$ и она равна $\alpha = K_0 r / Y_0$, то можно определить сумму заработной платы $V_0 = (1 - 0,5)Y_0 = 40$, а также ее ставку $w_0 = V_0 / L_0 = 4$. Учитывая, что $K_t^* = (K_{t+1} - K_t) / \ln(K_{t+1} / K_t)$, определяем при $K_0 = 640$ и $K_1 = 664$, что $K_0^* = 651,9263737 \approx 651,926$.

Соответственно $r_0 = P_0 / K_0^* = (Y_0 - V_0) / K_0^* = 0,061356622 \approx 0,0614$.

Результаты аналогичных расчетов до 5-го периода, а затем до 100-го и 200-го приведены в табл. 2 (вариант 1). Динамика нормы прибыли и ставки заработной платы приведены на рис. 6.

Анализ показывает, что при равновесном распределении национального дохода на заработную плату и брутто-прибыль ставка заработной платы в динамике повышается, а норма прибыли — понижается. Последнее обстоятельство свидетельствует о снижении эффективности применения капитала при отсутствии технического прогресса, что противоречит логике и указывает на ошибочный характер построения основных взаимосвязей в модели Солоу.

Таблица 2

Анализ неравновесного роста экономики по модели Солоу с помощью VK – модели

Показатель	Период (t)							
	0	1	2	3	4	5	100	200
Вариант 1: равновесное распределение национального дохода на V_t и P_t								
$V_t = 0,5Y_t$	40	41,350	42,742	44,179	45,661	47,189	916,554	18271,1
$P_t = 0,5Y_t$	40	41,350	42,742	44,179	45,661	47,189	916,554	18271,1
K_t^*	651,926	676,329	701,554	727,628	754,578	782,430	17758,05	366982,2
$w_t = V_t / N_t$	4	4,0145	4,0289	4,0430	4,0569	4,0706	4,7691	4,9467
$r_t = P_t / K_t^*$	0,0614	0,0611	0,0609	0,0607	0,0605	0,0603	0,0516	0,0498
Вариант 2: распределение национального дохода при неизменной норме прибыли								
K_t^*	651,926	676,329	701,554	727,628	754,578	782,430	17758,0	366982,2
$r_t = r_0$	0,0614	0,0614	0,0614	0,0614	0,0614	0,0614	0,0614	0,0614
$P_t = r_0 K_t^*$	40	41,497	43,045	44,645	46,298	48,007	1089,57	22516,8
$V_t = Y_t - P_t$	40,000	41,202	42,439	43,713	45,023	46,372	743,533	14025,3
$w_t = V_t / N_t$	4	4,0002	4,0003	4,0003	4,0002	4,0001	3,8688	3,7972

Если же норму прибыли оставить без изменения и определить сопряженную ставку заработной платы (вариант 2), то ее динамика не поддается рациональному объяснению (см. табл. 2 и рис. 7).

Из рис. 7 видно, что при неизменной норме прибыли ставка заработной платы вначале повышается до $t = 4$, а затем начинает снижаться. Рост ставки заработной платы можно объяснить повышающейся производительностью труда. Снижение ставки заработной платы в условиях

повышения показателя производительности труда $q_t = Y_t / L_t$ (см. табл. 1) с экономической точки зрения объяснению не поддается.

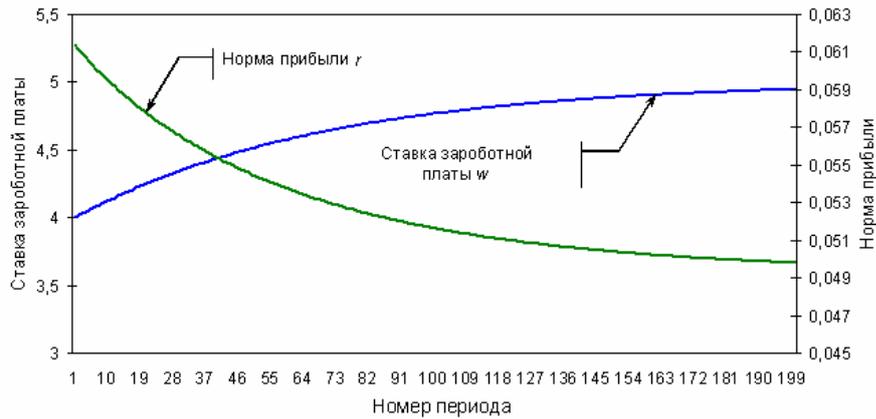


Рис. 6. Динамика нормы прибыли и ставки заработной платы в числовой модели Солоу при условии неизменности распределения национального дохода на заработную плату и прибыль (вариант 1)

Неравномерность экономического роста модели Солоу искусственно обусловлена тем, что в нулевом году стационарный темп прироста национального дохода заметно превышает последующий равновесный темп прироста, выбранный на уровне 3 % в год.

Так, вычисление стационарного темпа прироста по формуле (11) показывает, что $n_0 = s\sigma_0 = 0,3 \cdot 0,125 = 0,03$ или 3,75 % в год. Если в нулевом году принять пониженную норму сбережения $s = 0,24$, то $n_0 = 0,03$. В этом случае стационарный темп прироста совпадет с равновесным темпом прироста ($n_0 = n$) и никакого неравновесного роста модель Солоу не обнаружит.

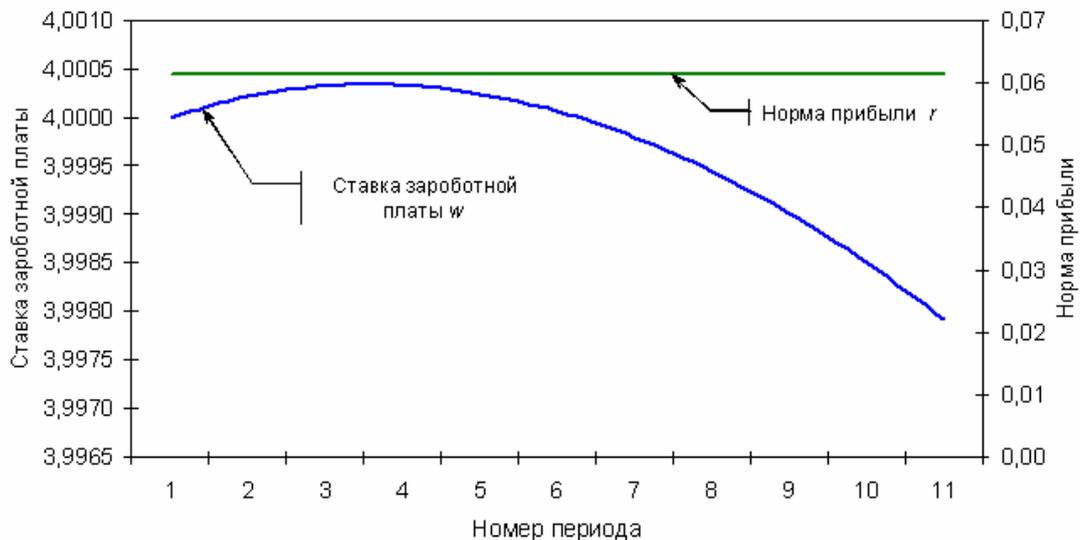


Рис. 7. Динамика ставки заработной платы в числовой модели Солоу при условии неизменности нормы прибыли (вариант 2)

В частности, на основании (2) и (10) при $dk_t / dt = 0$ можно записать $s = nk_t^{(1-\alpha)}$. Поэтому при $n = 0,03$; $k_t = 64$ и $\alpha = 0,5$ получаем $s = 0,24$. Из выражения $n_t = s\sigma_t$ при $s = 0,3$ и $n = 0,03$ имеем $q_t = 0,1$.

Таким образом, неоклассическое обоснование возможности равновесного развития экономики при полной занятости и при неизменной норме сбережения с помощью теоретической модели Солоу оказывается противоречивым.

VK -модель позволяет переходить от одной стационарной траектории роста к другой при заданном темпе прироста занятых, для чего определяется необходимая норма сбережения s' . В табл. 3 выполнен расчет до $t = 7$ из которого следует, что при отсутствии технического прогресса в первом году при $n = 0,03$ норма сбережений, равная норме накопления, должна снизиться с 0,3 до 0,2119, а в последующие годы она должна составить 0,2409. Динамика равновесной нормы сбережения представлена на рис. 8.

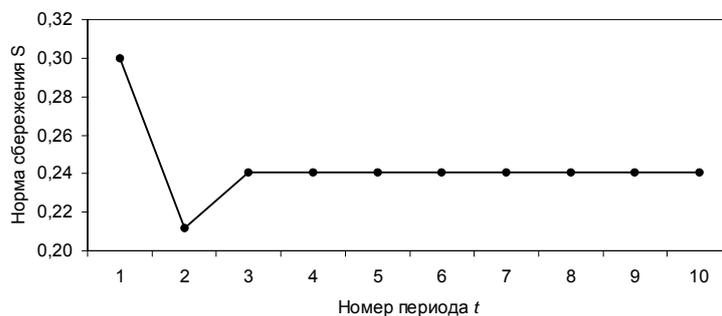


Рис. 8. Динамика равновесной нормы сбережения в VK – модели

Может ли на практике произойти необходимое понижение нормы сбережения? Предположим, что в течение первого года норма сбережения национального дохода остается на уровне 0,3. В этом случае произойдет относительное перепроизводство капитала, поскольку ресурсы труда ограничены 3-процентным приростом. Вследствие этого произойдет повышение заработной платы, снижение нормы прибыли и, как окончательный результат, — снижение *реальной* нормы сбережения и инвестирования прибыли. При этом *номинальная* норма сбережения прибыли может остаться на уровне базисного (нулевого) года.

Таблица 3

Пример использования VK -модели для определения необходимой нормы сбережений s' при неизменном темпе прироста занятых $n = 0,03$

Показатель	Период (t)							
	0	1	2	3	4	5	6	7
Вариант 3: равновесное распределение национального дохода при неизменном темпе прироста занятых								
n	0,0375	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
$L_t = L_{t-1}(1+n)$	10	10,300	10,609	10,927	11,255	11,593	11,941	12,299
$K_t^* = K_{t-1}^*(1+n)$	651,926	671,484	691,629	712,378	733,749	755,761	778,434	801,787
\tilde{K}_t^*	0,0375	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
$K_t = K_t^* \frac{\ln(1+n)}{n}$	640	664	681,457	701,901	722,958	744,647	766,986	789,996
$\sigma_t = Y_t / K_t^*$	0,1227	0,1227	0,1227	0,1227	0,1227	0,1227	0,1227	0,1227
$Y_t = \sigma_t K_t^*$	80	82,400	84,872	87,418	90,041	92,742	95,524	98,390
\tilde{Y}_t	0,0375	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
$I_t = K_{t+1} - K_t$	24	17,457	20,444	21,057	21,689	22,339	23,010	23,700
$s'_t = I_t / Y_t$	0,3000	0,2119	0,2409	0,2409	0,2409	0,2409	0,2409	0,2409
$V_t = \beta K_t^*$	40	41,200	42,436	43,709	45,020	46,371	47,762	49,195
$P_t = r K_t^*$	40	41,200	42,436	43,709	45,020	46,371	47,762	49,195
$w_t = V_t / L_t$	4	4	4	4	4	4	4	4
$r_t = P_t / K_t^*$	0,06136	0,06136	0,06136	0,06136	0,06136	0,06136	0,06136	0,06136
$S_t = s'_t Y_t$	24	17,457	20,444	21,057	21,689	22,339	23,010	23,700
$I'_t = S'_t$	24	17,457	20,444	21,057	21,689	22,339	23,010	23,700

Так, в нулевом году норма сбережения (инвестирования) прибыли $\eta_0 = I_0 / P_0 = 24/40 = 0,6$. Расчеты по данным табл. 3 показывают, что при увеличении в первом году ставки заработной платы с 4 до 5,175 заработная плата увеличится с 41,2 до 53,305, а прибыль уменьшится на такую же величину, т.е. с 41,2 до 29,095. Объем чистых инвестиций, необходимый для 3-процентного прироста занятости, составляет в первом году $I_1 = 17,457$. Поэтому номинальная норма сбережения (инвестирования) прибыли составит $17,457/29,095 = 0,6$, а реальная норма — $17,457/41,2 = 0,4237$. Реальной норме накопления прибыли соответствует реальная норма накопления национального дохода $s_1 = 0,2119$ (см. табл. 3).

Таким образом, в условиях потенциального перепроизводства капитала номинальная норма накопления прибыли может сохраняться на неизменном уровне за счет повышения заработной платы, в то время как реальная норма накопления будет изменяться (снижаться) в соответствии с потребностями роста численности занятых.

При указанных условиях экономического роста должно происходить, очевидно, и некоторое снижение номинальной нормы накопления прибыли, так как при отсутствии технического прогресса рост заработной платы ведет к снижению нормы прибыли (см. рис. 9).

Установленная выше закономерность выявлена благодаря использованию *ИК* – модели. В модели Солоу используется лишь норма накопления национального дохода (или ВВП), что не позволяет исследовать механизм влияния роста заработной платы на уровень реальной нормы инвестирования и выявить эту закономерность. Отметим, что еще в модели Н. Калдора принята попытка учета изменения массы прибыли от изменения ставки заработной платы [14]. Он ввел неравенство предельных склонностей к сбережению у предпринимателей и у домашних хозяйств, однако не провел необходимого различия между реальной и номинальной нормами инвестирования в экономике.

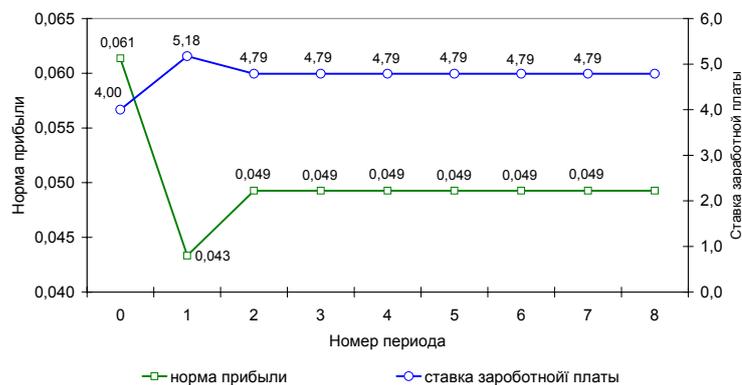


Рис. 9. Динамика ставки заработной платы и нормы прибыли при равновесном экономическом росте при условии неизменной номинальной нормы накопления прибыли

Важнейшей доминантой классической теории экономического роста является, как известно, тезис об ускорении темпов роста при увеличении нормы сбережения национального дохода. Одним из первых приверженцев этой идеи был Артур Льюис. Он писал, что «страны, которые теперь относительно развиты, в прошлом имели некоторое время быстрое ускорение, в ходе которого их норма чистого инвестирования повышалась от 5 процентов [национального дохода] или меньше к 12 процентам или больше» [15, с. 208]. Следовательно, «центральная проблема в теории экономического роста состоит в том, чтобы понять процесс, посредством которого общество преобразовывает изначальные 5 процентов в последующие 12 процентов» [15, с. 226].

Теоретическая зависимость темпов экономического роста от реальной нормы инвестирования национального дохода или ВВП при воздействии комплекса других факторов установлена с помощью *ИК* – модели. Подобная зависимость проявляется и на эмпирическом уровне, хотя при этом вынужденно используется показатель номинальной нормы инвестирования ВВП [11].

Осознание противоречий и парадоксов модели Солоу привело к появлению альтернативных неоклассических моделей эндогенного роста, из которых следует упомянуть так называемую *AK* – модель, *MRW* – модель [16], модель Узавы–Лукаса [17, 18], модель Кленова–Родригеса–

Клера [19] и др. [20-24].

Основные отличия моделей эндогенного роста заключаются в отказе от предпосылки об убывании предельной производительности капитала, которая предполагалась в модели Солоу. Такая модификация позволяет моделировать предельную отдачу в бедной стране с уровнем, не ступающим богатой стране. Однако все эти модели по-прежнему базируются на модернизированных вариантах практической модели Солоу, включающую измерение *TFP*, а также на показателях капитала, имеющих размерность запаса. Поэтому им присущи генетические изъяны, заимствованные у исходной модели.

Заключение

Таким образом, парадоксы теоретической модели Солоу (парадокс выпуска и парадокс сбережений) произошли в связи с тем, что в ней не определены действительные относительные макроэкономические параметры: капиталовооруженность, отдача на капитал и др. При их расчетах необходимо применять среднегодовые показатели капитала и инвестиций.

В модели Солоу используется «жесткая конструкция» производственной функции. Именно эта функция загоняет экономический рост в прокрустово ложе нейтрального по Харроду трудосберегающего технического прогресса, что не позволяет использовать модель Солоу для моделирования других видов технического прогресса, а также в прогностических целях. В модели Солоу не учитывается расхождение между реальной и номинальной нормами накопления дохода (прибыли).

Исследования, выполненные посредством альтернативной *VK* – модели, показали, что номинальная норма накопления прибыли и сопряженная номинальная норма сбережения (накопления) национального дохода (или ВВП) могут оставаться неизменными, в то время как соответствующие реальные нормы накопления будут изменяться, обеспечивая необходимый темп прироста числа занятых. Однако такой механизм, сопровождающийся изменением ставки заработной платы, действует в основном при относительном перепроизводстве капитала, поскольку в этом случае может происходить повышение реальной ставки заработной платы. При избытке трудовых ресурсов в результате повышения капиталовооруженности труда при трудосберегающем техническом прогрессе необходимо снижение реальной ставки заработной платы, что, как правило, полностью не достигается на практике из-за противодействия известных факторов. Поэтому экономический рост в отдельные периоды сопровождается усилением уровня безработицы и, как противодействующее средство, нужна регуляторная стабилизационная политика государства.

Одним из последствий парадокса сбережений в модели Солоу является ошибочный вывод о нейтральности нормы сбережения (накопления) ВВП в условиях рыночной экономики. Он может способствовать принятию необоснованных решений в сфере инвестиционно-инновационной политики государства, особенно в условиях переходной экономики, когда необходимо увеличивать масштабы инвестирования.

Альтернативная *VK* – модель лишена недостатков модели Солоу и имеет несколько преимуществ. Во-первых, она позволяет исследовать экономический рост в условиях изменения цен на производственные факторы, инвестиции и потребительские товары. Во-вторых, с ее помощью можно измерять воздействие на экономический рост различных типов технического прогресса без каких-либо ограничений, в том числе той разновидности технического прогресса, на котором базируется модель Солоу. В-третьих, *VK* – модель открывает возможность исследования таких факторов как ускорение вывода изношенного капитала, повышение степени загрузки производственных мощностей, изменение нормы инвестирования ВВП и др.

С практической точки зрения модель может использоваться для опережающей макроэкономической диагностики и разработки мероприятий стабилизационной политики на основании расчета коэффициентов эластичности целевых показателей (ВВП, уровень безработицы, уровень инфляции) по основным факторам, которые поддаются прямому или косвенному регулированию. Она будет иметь прямое отношение к обоснованному таргетированию инфляции.

Поэтому *VK* – модель целесообразно внедрить в качестве базовой модели при построении комплексной макроэконометрической модели экономического роста в Украине.

ЛИТЕРАТУРА

1. Патрикац Л., Компанієць С. Проблеми вибору та визначення оптимальної моделі монетарного устрою в Україні // Вісник НБУ. –2003. –№7. –С.2-7.
2. Початкова робоча модель для України / Проект з економічного моделювання та прогнозування в Україні. –К.: МЦПД. – 2000, січень.
3. Калюжный В. Усовершенствованные и новые методы измерения влияния капитала, труда и производительности на рост ВВП // Экономика Украины. –2003. –№6. –С.42-48.
4. Калюжный В.В. Теория и методы факторного анализа экономического роста // Экономическая кибернетика. Междунар. научн. журнал. Донецк.: –2003. –№3-4 (21-22). –С.26-35.
5. Bolch B. Is Macroeconomics Believable? // The Independent Review. –1998. –Vol. II. –No.4. –P. 485-499.
6. Полтерович В. М. Кризис экономической теории / Доклад на научном семинаре Отделения экономики и ЦЭМИ РАН «Неизвестная экономика». –1997 (<http://www.institutional.boom.ru>).
7. Optimal Programs of Capital Accumulation for an Economy in which there is Exogenous Technical Change / In Essays on the Theory of Optimal Economic Growth (K. Shell, ed.). –Cambridge, Massachusetts: MIT Press, 1967. –Chapter I. –P.1-30.
8. Solow R. A Contribution to the Theory of Economic Growth // Quarterly Journal of Economics. –1956. –Vol.70. –No.1(Feb.). –P.65-94.
9. Swan T. Economic Growth and Capital Accumulation // Economic Record. –1956. –Vol. 32.–P.334-361.
10. Макроэкономика: Учебник / Тарасевич Л.С., Гальперин В.М., Гребенников П.И., Леусский А.И. Изд. 3-е перераб. и доп. –СПб.: «Издательство СПбГУЭФ», –1999. –656с.
11. Калюжный В. Нова модель економічного росту та її аналітичні можливості // Економіст. –2000. –№ 10. –С.62-68.
12. Калюжный В.В. Объяснение парадоксов в макроэкономической теории с помощью новой модели экономического роста // Экономическая кибернетика. Междунар. научн. журнал. Донецк.: – 2002. –№5-6(17-18). –С.30-40.
13. Melvin W. R. Alternative Theories of Labor's Share / In «The Allocation of Economic Resources» (Ed. by M. Abramovitz et al. New York, 1959. P. 180-206).
14. Kaldor N. A Model of Economic Growth // Economic Journal. –1957. –Vol.67. –Iss.268 (December). –P.591-624.
15. Lewis W.A. The Theory of Economic Growth. London: George Allen & Unwin Ltd, 1955.
16. Mankiw G., Romer D., Weil D. A Contribution to the Empirics of Economic Growth // Quarterly Journal of Economics. – 1992. –Vol.107. –No.2. –P.407-438.
17. Uzawa H. Optimal Technical Change in an Aggregative Model of Economic Growth // International Economic Review. –1965. –Vol.6 (January). –P.18-31;
18. Lucas R. On the Mechanics of Economic Development // Journal of Monetary Economics. –1988. –Vol. 22 (June). –P.3-43.
19. Klenow P., Rodríguez-Clare A. The Neoclassical Revival in Growth Economics: Has it Gone Too Far? / In Ben Bernanke and Julio Rotemberg, eds. Macroeconomics Annual 1997. –Cambridge, MA: MIT Press, 1997. P.73-102.
20. Bernanke B., Gürkaynak R.. Is Growth exogenous? Taking Mankiw, Romer, and Weil seriously. – Princeton University. –June 2001.
21. Hall R., Charles J. Why Do Some Countries Produce So Much More Output per Worker than Others? // Quarterly Journal of Economics. –February 1999. –Vol. 114. –P.83-116.
22. Easterly W., Levine R. It's Not Factor Accumulation: Stylized Facts and Growth Models // World Bank Economic Review. –2001. –Vol.15. –No.2. –P.177-219.
23. Beaudry P., Green D. A. Population Growth, Technological Adoption and Economic Outcomes: A Theory of Cross-Country Differences for the Information Era // Review of Economic Dynamics. –2002. –Vol.5. –No.4. –P. 749-774.
24. Bleaney M., Nishiyama A. Explaining Growth: A Contest Between Models // Journal of Economic Growth. –2002. –Vol.7. –Iss.1. –P.43-56.