

НАРОДНОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ

ОСОБЕННОСТИ И ПРОБЛЕМЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ ПЕРЕКЛЮЧАЮЩЕГОСЯ ВОСПРОИЗВОДСТВА*

© 2015 г. В.И. Маевский, С.Ю. Малков, А.А. Рубинштейн

(Москва)

В статье авторы продолжают разработку новой версии теории воспроизводства капитала. По сравнению с предыдущими работами проанализирована более реальная ситуация: экономика делится на сектор B , создающий потребительские блага, и инвестиционный сектор A , воспроизводящий основной капитал секторов A и B . Соответственно, выделяются наборы разновозрастных мезоэкономических подсистем, образующих сектора A и B , и строится модифицированная модель переключающегося воспроизводства. Экспериментальные расчеты показывают, что принципиальные особенности макроуровня сохраняются на мезоуровне экономики. Подтверждаются некоторые хорошо известные феномены циклического развития секторов A и B .

Ключевые слова: основной капитал, денежный капитал, переключающийся режим воспроизводства, программы A и B , кругооборот капитала, координация, раскоординация, сектора A и B .

Классификация JEL: B12, B31, C32, E21, E22, E23, E50.

1. ЭЛЕМЕНТЫ ТЕОРИИ ПЕРЕКЛЮЧАЮЩЕГОСЯ РЕЖИМА ВОСПРОИЗВОДСТВА

Подобно тому как демографы рассматривают человеческое общество в виде совокупности одновременно живущих *поколений* людей и строят модели динамики возрастной структуры населения¹, экономисты могут представить и исследовать макроуровень (реальный сектор) в виде набора одновременно функционирующих макроэкономических подсистем $G = \{G_1, \dots, G_N\}$, каждая из которых отличается от других подсистем *возрастом* основного капитала, фиксируемым, скажем, на начало текущего года (здесь G_1 – самая молодая подсистема, G_N – самая старая). В экономической литературе подобное представление макроуровня отсутствует: экономический рост изучается без учета как реально происходящей смены поколений основного капитала, так и процессов кругооборота и воспроизводства капитала, опосредующих смену данных поколений². В проведенном в 2010–2014 гг. цикле исследований (Маевский, 1997, 2010; Маевский, Малков, 2013, 2014) мы попытались восполнить образовавшийся пробел.

Остановимся на трех исходных допущениях, принятых при формировании подсистем $G = \{G_1, \dots, G_N\}$, а также на особенностях их функционирования в рамках принятых допущений. Совокупность подсистем образует реальный сектор экономики, а продукт, создаваемый данной совокупностью, здесь и далее будет рассматриваться как ВВП. Это означает, что в состав подсистем входят как конечные производства, так и промежуточные, но результаты деятельности подсистем оцениваются по конечным продуктам.

Допущение 1. Пусть N – число макроэкономических подсистем, одновременно функционирующих в текущем году ($t_0; t_1$) в реальном секторе экономики, и пусть $N = T_\phi$, где T_ϕ – средняя продолжительность жизни основного капитала реального сектора экономики, округленная до ближайшего целого и одинаковая для каждой подсистемы.

* Работа выполнена при финансовой поддержке РНФ (проект 14-18-02948), авторы выражают признательность М.Ю. Иванову за помощь в работе.

¹ Простейшие модели такого рода описаны в работах (McKendrick, 1926, p. 98–130; Foerster, 1959, p. 382–407).

² При рассмотрении особенностей кругооборота капитала мы использовали теорию метаморфозов капитала К. Маркса (Маркс, 2011).

Данное допущение позволяет абстрагироваться от реального разброса средних сроков жизни отдельных элементов (видов) основного капитала, что, на наш взгляд, вполне допустимо при анализе поведения *макроэкономических* подсистем. Кроме того, допущение позволяет упорядочить набор подсистем $G = \{G_1, \dots, G_N\}$ так, что каждая подсистема G_{i+1} будет старше подсистемы G_i ровно на один год.

Допущение 2. Так же, как реальному сектору экономики соответствует сектор “домашнее хозяйство”, в нашем теоретическом анализе каждой макроэкономической подсистеме G_i будет соответствовать свое собственное домашнее хозяйство $ДХ_i$. За свой труд работники домашнего хозяйства $ДХ_i$ получают от подсистемы G_i денежный доход (заработную плату и прочие вознаграждения). Принимается также, что капитал каждой макроэкономической подсистемы принадлежит некоторому собственнику (частному, корпоративному, социалистическому, не имеет значения), который стремится сохранить и приумножить свой капитал.

Допущение 3. Как известно, реальный сектор экономики с помощью домашнего хозяйства производит непроемкие, прежде всего потребительские, блага (назовем этот вид деятельности программой **В**) и воспроизводит свой основной капитал (программа **А**). Мы принимаем, что каждая макроэкономическая подсистема в состоянии делать то же самое. То есть она представляет собой некую *малую* макроэкономическую, которая способна выполнять и программу **А**, и программу **В**. Допустим также, что время T_b , необходимое для осуществления программы **А** (самовоспроизводства основного капитала), одинаково для всех подсистем из набора $G = \{G_1, \dots, G_N\}$ и равно одному году. Очевидно, что $T_b \ll T_\phi$. При этом разность T_ϕ и T_b представляет время, которое может потратить любая макроэкономическая подсистема на программу **В** в течение среднего срока жизни ее основного капитала.

Обратимся к набору подсистем $G = \{G_1, \dots, G_N\}$, удовлетворяющих трем указанным допущениям, и рассмотрим особенности их функционирования в текущем году ($t_0; t_1$). В начале этого года возраст основного капитала самой молодой подсистемы G_1 составляет 0 лет, а самой старой $G_N - (T_\phi - 1)$ лет. В конце года ($t_0; t_1$) все подсистемы состарятся на один год. При этом основной капитал самой старой подсистемы достигнет величины T_ϕ – критического возраста, за пределами которого вероятность аварий и остановок по причине физического износа резко возрастает и, стало быть, обострится потребность в обновлении основного капитала.

Во избежание катастрофических последствий самая старая подсистема G_N должна в течение календарного года ($t_0; t_1$) воспроизвести для себя новый основной капитал, чтобы к началу года ($t_1; t_2$) осуществить процедуру замены старого основного капитала новым основным капиталом. Поскольку время T_b принято равным одному году, то на протяжении года ($t_0; t_1$) старая подсистема не будет выполнять программу **В**. Все внимание она сосредоточит на программе **А**. Остальным более молодым подсистемам $\{G_1, \dots, G_{N-1}\}$, в году ($t_0; t_1$) не стоит беспокоиться относительно работоспособности своего основного капитала. Эти подсистемы могут заниматься только выполнением программы **В** и игнорировать задачи самовоспроизводства основного капитала (программа **А**).

К началу следующего года подсистема G_N омолодится и *переключится* с программы **А** на программу **В**. Вместо нее программой **А** займется состарившаяся подсистема G_{N-1} . И так далее. Это и есть переключающийся режим воспроизводства.

Важнейшая особенность переключающегося режима состоит в том, что его функционирование невозможно осуществить без участия денежного капитала. Достаточно сказать, что в то время, когда подсистема занимается программой **А**, она ничего не продает на сторону, а потому не получает извне никакой денежной выручки, чтобы оплатить налоги, ренту, а главное – заработную плату работникам, занятым в программе **А**. Следовательно, такой подсистеме нужно или заранее накопить необходимый денежный капитал, или привлечь капитал со стороны (кредит и т.д.), или сделать и то, и другое. В частности, в году ($t_0; t_1$) можно наблюдать, с одной стороны, накопление денежного капитала (амортизации и т.д.) в подсистемах $\{G_1, \dots, G_{N-1}\}$, которые в текущем году выполняют программу **В**. С другой стороны, расходование денежного капитала в подсистеме G_N , которая обладает старым основным капиталом, однако до года ($t_0; t_1$) накопила денежный капитал, а потому может профинансировать в текущем году выполнение инвестиционной программы **А**.

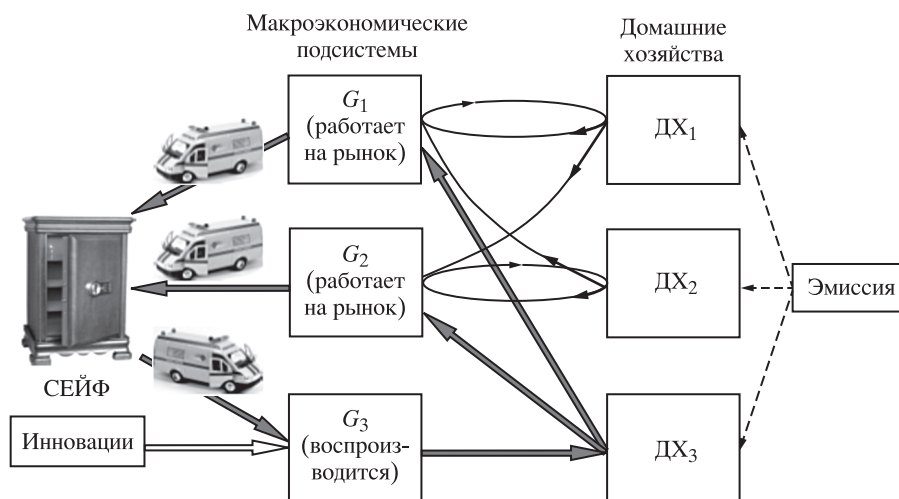


Рис. 1. Блок-схема двух кругооборотов денежного капитала

Установлено (Маевский, Малков, 2014, с. 145–146), что в условиях развитой банковской системы денежный капитал, израсходованный в году ($t_0; t_1$) подсистемой G_N на цели оплаты труда работников домашнего хозяйства $ДХ_N$, превращается в рамках этого же года в накопление денежного капитала подсистем $\{G_1, \dots, G_{N-1}\}$. То есть в экономике имеет место *кругооборот данного капитала*.

Наряду с этим кругооборотом существует еще один кругооборот – кругооборот *оборотного денежного капитала* между подсистемами $\{G_1, \dots, G_{N-1}\}$ и домашними хозяйствами $ДХ_1, \dots, ДХ_{N-1}$.

Таким образом, денежное обращение в экономике может быть представлено двумя типами кругооборотов. В этом смысле оно похоже на процесс кровообращения в организме человека. Но если особенности последнего были выявлены уже в XVII в., то экономическая наука, включая чикагскую школу монетаристов, до сих пор не имеет достаточного представления об этой двухкруговой особенности денежного обращения. На рис. 1 приводится блок-схема денежного обращения для случая, когда в экономике действуют три подсистемы и три домашних хозяйства. В этой блок-схеме рассматривается обращение в году ($t_0; t_1$), когда самая старая подсистема G_3 занимается программой А, а подсистемы G_1 и G_2 выполняют программу В, т.е. занимаются производством потребительских благ для удовлетворения потребностей домашних хозяйств.

На рис. 1 толстыми стрелками обозначен кругооборот длинных денег, обслуживающих воспроизводство основного капитала и частично (только для $ДХ_3$) – потребление потребительских благ. В кругообороте участвует так называемый “сейф”, который, с одной стороны, принимает на хранение сбережения подсистем G_1 и G_2 , занятых в году ($t_0; t_1$) выполнением программы В, а потому накапливающих деньги для финансирования в будущие годы инвестиционной программы А. С другой стороны, “сейф” отправляет менеджерам подсистемы G_3 деньги, накопленные данной подсистемой до года ($t_0; t_1$) и расходуемые в текущем году ($t_0; t_1$) на цели самовоспроизводства основного капитала (программа А). По сути дела изображенный на рис. 1 “сейф” представляет кассу коммерческого банка.

Тонкими стрелками на рис. 1 обозначен кругооборот оборотного капитала, обслуживающего производство и потребление потребительских благ, и частично – воспроизводство основного капитала³.

Как мы видим, оба кругооборота пересекаются в подсистемах G_1 и G_2 , т.е. имеет место взаимодействие кругооборотов, при этом длинные деньги превращаются в короткие (оборотные) деньги, и наоборот.

³ Строго говоря, кругооборот оборотного капитала также опосредуется деятельностью “сейфа”. Мы не показали эту связь, чтобы не усложнять рис. 1.

На рисунке показано, что основным источником роста потребительского спроса домашних хозяйств $ДХ_1$, $ДХ_2$, $ДХ_3$ является денежная эмиссия (функция центрального банка), а основным источником роста предложения – инновации. Мы допускаем, что последние внедряются в подсистему *только* тогда, когда она воспроизводит свой основной капитал. Например, в году $(t_0; t_1)$ инновации внедряются в подсистему G_3 и не внедряются в G_1 и G_2 ; в году $(t_1; t_2)$ инновации приходят только в подсистему G_2 и т.д. Этот процесс вполне согласуется с теорией диффузии инноваций Э. Роджерса (Rogers, 2003).

Если принять во внимание, что инновации в нашей теоретической конструкции внедряются в макроэкономические подсистемы *поочередно*, то окажется, что различие подсистем по возрасту основного капитала предполагает различие подсистем по *качеству* технологий, по формам организации производства, по составу продукции, создаваемой каждой подсистемой. В этом смысле наш подход близок к теории многоуровневой экономики Ю.В. Яременко (Яременко, 2000), а также к ряду других теорий родственного типа⁴.

В частности, в теории Яременко множество хозяйственных подразделений S разделено на группы $S = \{S_1, \dots, S_\gamma, \dots, S_\omega\}$ по уровням (рангам) качества γ , где “ранг каждой группы будет выражаться одновременно характером технологии, свойствами вовлекаемых ресурсов и выпускаемой продукции, между которыми существует непосредственная взаимозависимость и вытекающее отсюда качественное единство”⁵. Яременко присваивает самый низкий уровень качества группе S_1 , самый высокий – группе S_ω . Проецируя это правило ранжирования на наши разновозрастные подсистемы $G = \{G_1, \dots, G_N\}$, можно сказать, что “низкокачественной” группе S_1 соответствует подсистема G_N , обладающая самым старым основным капиталом, “высококачественной” группе S_ω – подсистема G_1 , оснащенная самым молодым основным капиталом.

Однако отличие нашего подхода от вышеперечисленных весьма существенное. Технологические уклады, техноэкономические парадигмы, макрогенерации рождаются, живут и умирают. Наши макроэкономические подсистемы $\{G_1, \dots, G_N\}$, поскольку они воспроизводят свой основной капитал, не умирают. Разумеется, в ходе воспроизводства основного капитала (программа А) собственник каждой подсистемы наряду с заменой старого основного капитала на новый осуществляет замену технологий, способов организации труда и производства, рутин и т.д. Происходит смена укладов, парадигм, макрогенераций, но, повторяем, сама подсистема как объект собственности остается. Эволюция подсистем опосредована переключающимся режимом воспроизводства, и это главное.

1.1. Математическая модель переключающегося воспроизводства. Приведем особенности модели, имитирующей поведение макроэкономических подсистем $\{G_1, \dots, G_N\}$.

1. В модели процедура переключения отдельной подсистемы с программы А на программу В происходит 1 раз в год (в начале или конце года). Работники домашних хозяйств получают заработную плату 1 раз в месяц (в конце месяца), а в течение следующего месяца тратят ее на цели приобретения потребительских благ.

Соответственно, за единицу времени принят 1 месяц, и все экономические параметры в уравнениях модели измерены за 1 месяц (заработная плата за месяц, покупки товаров за месяц, производство продукции за месяц, амортизационные отчисления за месяц и т.д.). Таким образом, $T_b = 12$, $T_\phi = 12N$ месяцев.

2. Внутри года каждая подсистема выполняет только одну программу (А или В), т.е. производит или новый основной капитал, или потребительские блага. Функционирование всех подсистем *внутри* годового интервала опосредуется двумя типами кругооборота денег, изображенными на рис. 1. Движение денежных потоков (потоков денежного капитала) и согласование их с товарными потоками – главный объект моделирования.

⁴ Имеются в виду теории техноэкономических парадигм К. Фримена и К. Переса (Friman, Perez, 1988), технологических укладов С.Ю. Глазьева (Глазьев, 1993) и макрогенераций В.И. Маевского (Маевский, 1997). Пионерным мы считаем исследование Ю.В. Яременко, его теория впервые была опубликована в 1979 г.

⁵ Цитируется по посмертному изданию (Яременко, 2000, с. 32). Суть теории Ю.В. Яременко состоит в том, что чем выше качественный уровень группы S_γ , тем более качественные ресурсы она получает. Ресурсная несбалансированность в экономике генерирует либо процессы замещения ресурсов, либо процессы их компенсации.

3. В модели отсутствуют текущие цены, и, стало быть, не возникает проблемы поиска равновесных цен. Рассматриваются товарные (в денежной форме) и денежные потоки, движущиеся в противоположных направлениях. Деньги, составляющие субстанцию денежных потоков, в модели не меняют с течением времени свою покупательную способность. То есть модель не фиксирует феномены инфляции или дефляции. Однако она способна фиксировать появление избыточных (неиспользуемых) денег или их дефицит.

Все уравнения модели разделены на две части: уравнения, описывающие выполнение программы **В**, и уравнения, описывающие выполнение программы **А**.

Программа В. Уравнения динамики денежных средств первых i подсистем ($i = 1, \dots, N - 1$), выпускающих в течение периода $(t_0; t_1)$ потребительские товары, имеют следующий вид.

Динамика чистых накоплений денежных средств подсистемы G_i внутри периода $(t_0; t_1)$:

$$\frac{dM_{c_i}}{dt} = \sum_{j=1}^N k_{h_j} M_{h_j} \left(Y_i / \sum_{j=1}^{N-1} Y_j \right) (1 - k_{s_Y}) - K_i k_{a_i} - h_i Y_i + \Delta M_{Y_i} = \Pi_i. \quad (1)$$

Изменение M_{c_i} определяется разностью доходов и расходов в единицу времени (приравненной в модели одному месяцу). Основной доход подсистемы G_i – это покупка ее продукции N группами домашних хозяйств. В единицу времени на покупки членами каждой группы домашних хозяйств тратятся денежные средства в объеме, пропорциональном их денежным средствам M_{h_i} (член $k_{h_1} M_{h_1} + \dots + k_{h_N} M_{h_N}$). Население покупает товары подсистем $G_1, \dots, G_{N-1}$, производящих в текущий период времени потребительские товары. Соответственно, в подсистему G_i в результате произведенных покупок поступает доля расходуемых домашними хозяйствами денег, которую в первом приближении можно считать пропорциональной доле выпуска продукции подсистемы G_i в общем объеме выпуска потребительской продукции в экономической системе: $Y_i / (Y_1 + \dots + Y_{N-1})$.

Кроме того, в (1) учтен такой источник дополнительных доходов подсистем, как государственные субсидии (член ΔM_{Y_i}), возникающий тогда, когда государство стремится стимулировать производство. Источником субсидий могут являться как собираемые налоги, так и дополнительная эмиссия денег.

Расходы подсистемы G_i – это выплаты заработных плат, дивидендов и т.п. группе домашних хозяйств i , которые составляют долю h_i стоимостного выражения выпуска продукции Y_i (член $h_i Y_i$). Кроме того, к расходам подсистемы относятся выплачиваемые государству налоги⁶ (доля k_{s_Y} от выручки), а также часть $K_i k_{a_i}$ выручки, откладываемая в амортизационный фонд (считается, что отчисления в амортизационный фонд пропорциональны стоимости основного капитала K_i соответствующей производственной подсистемы).

Величина Y_i в течение периода времени $(t_0; t_1)$ неизменна, поскольку в этом периоде в подсистемах $G_1, \dots, G_{N-1}$ не происходит никаких изменений с основным капиталом⁷. Считается, что подсистема G_i (как и все другие подсистемы) в производственном отношении самодостаточна и не закупает какую-либо продукцию в других подсистемах для производственных нужд.

Величина dM_{c_i}/dt по существу является чистой прибылью Π_i подсистемы G_i в единицу времени (в модели это 1 месяц). Из (1) видно, что величина чистой прибыли существенным образом зависит от денежных средств домашних хозяйств и, соответственно, от режима подкачки государством денег в подсистемы (величина ΔM_{Y_i}) и в домашние хозяйства (величина из уравнения (3), увеличивающая накопления домашних хозяйств ΔM_{h_i}).

Приращение амортизационных средств M_{a_i} :

$$dM_{a_i}/dt = K_i k_{a_i}. \quad (2)$$

⁶ В основном, по общепринятой классификации, это косвенные налоги, выплачиваемые из выручки от реализации товаров, продукции, работ, услуг.

⁷ Изменения в этот период времени происходят только в рамках подсистемы G_N , занимающейся самовоспроизводством основного капитала.

Оно определяется притоком средств, откладываемых в амортизационный фонд из получаемой выручки, за единицу времени.

Динамика денежных средств домашних хозяйств M_{hi} в группе i :

$$\frac{dM_{hi}}{dt} = h_i Y_i (1 - k_{sh}) - k_{hi} M_{hi} + \Delta M_{hi}. \quad (3)$$

Она определяется разностью доходов и расходов домашних хозяйств (покупка потребительской продукции) в единицу времени. Доходы домашних хозяйств количественно равны предпоследнему члену в уравнении (1), но со знаком “+” (член $h_i Y_i$) и за вычетом налогов⁸ (составляющих долю k_{sh} доходов). Кроме того, доходы домашних хозяйств всех N групп могут дополнительно увеличиваться (член ΔM_{hi}), например через бюджет (увеличение пенсий, пособий, заработных плат бюджетникам и т.п.). Расходы – это покупка потребительской продукции. В модели считается, что затраты на покупки пропорциональны денежным средствам M_{hi} в группе i (член $k_{hi} M_{hi}$).

Уравнения (1) и (2) записаны без учета распределения чистой прибыли Π_i , динамика накопления которой определяется уравнением (1). Чистая прибыль может либо оставаться в производственной подсистеме (с целью дальнейшего использования для обновления основного капитала), либо может быть направлена в домашние хозяйства (например, в виде выплат дивидендов, премий и т.п.), либо может быть направлена на какие-то другие цели (например, на покупку акций на фондовом рынке и т.п.).

Если обозначить через k_{cai} долю прибыли, остающуюся в макроэкономической подсистеме G_i на цели обновления основного капитала; k_{chi} – долю прибыли, направляемую домашним хозяйствам; k_{csi} – используемую на фондовом рынке (при условии $k_{cai} + k_{chi} + k_{csi} = 1$), то уравнения, описывающие изменение денежных средств подсистем M_{Y_i} и домашних хозяйств M_{hi} , приобретут вид:

$$\frac{dM_{Y_i}}{dt} = K_i k_{ai} + \Pi_i k_{cai}, \quad (2')$$

$$\frac{dM_{hi}}{dt} = h_i Y_i (1 - k_{sh}) - k_{hi} M_{hi} + \Delta M_{hi} + \Pi_i k_{chi}, \quad (3')$$

где M_{Y_i} – общие денежные средства подсистемы G_i , включая амортизационный фонд (уравнение (2)) и распределенную чистую прибыль (уравнение (1)).

В случае, когда $k_{cai} = 1$ (т.е. вся чистая прибыль остается в подсистеме G_i и затем направляется на инвестиции), выражение (2') приобретает вид:

$$\frac{dM_{Y_i}}{dt} = \sum_{j=1}^N k_{hj} M_{hj} \left(Y_i / \sum_{j=1}^{N-1} Y_j \right) (1 - k_{sy}) - h_i Y_i + \Delta M_{Y_i}. \quad (2'')$$

Динамика основного капитала K_i :

$$\frac{dK_i}{dt} = 0, \text{ или } K_i = \text{const}. \quad (4)$$

Считается, что в период $(t_0; t_1)$ основной капитал подсистем, производящих потребительскую продукцию, остается неизменным (в базовой модели величина основного капитала измеряется в ценах базового года на начало периода $(t_0; t_1)$).

Программа А. Уравнения для подсистемы G_N , обновляющей в период $(t_0; t_1)$ основной капитал, имеют следующий вид.

⁸ В основном – это прямые налоги, взимаемые непосредственно с доходов или имущества домохозяйств.

Динамика M_{Y_N} – средств подсистемы G_N :

$$\frac{dM_{Y_N}}{dt} = -h_N Y'_N v_N + \Delta M_{Y_N}. \quad (5)$$

Средства M_{Y_N} тратятся в процессе производства основного капитала на выплату доходов домашним хозяйствам группы N . Считается, что в данный период эти выплаты могут измениться по отношению к уровню заработных плат $h_N Y'_N$ предыдущего периода, когда подсистема G_N производила потребительскую продукцию (это учитывается коэффициентом v_N ; символ «'» обозначает, что соответствующая величина относится к периоду до обновления основного капитала). Предполагается также, что подсистема G_N сама производит основной капитал и не нуждается в закупках каких-либо его элементов в других подсистемах. Кроме того, в (5), как и в (1), учтен такой источник дополнительных доходов подсистем, как государственные субсидии ΔM_{Y_N} , возникающий тогда, когда государство стремится стимулировать производство.

Динамика денежных средств домашних хозяйств M_{h_N} в группе N :

$$\frac{dM_{h_N}}{dt} = h_N Y'_N v_N (1 - k_{sh}) - k_{h_N} M_{h_N} + \Delta M_{h_N} - \quad (6)$$

определяется разностью доходов и расходов домашних хозяйств в группе N в единицу времени (равной одному месяцу). Доходы количественно равны последнему члену в уравнении (5), но со знаком “плюс” (член $h_N Y'_N v_N$) и за вычетом налогов (составляющих долю k_{sh} от доходов), плюс дополнительная подкачка денег в население (член ΔM_{h_N}), например через бюджет (путем увеличения пенсий, пособий, заработных плат бюджетникам и т.п.). Расходы – это затраты на покупки, пропорциональные денежным средствам M_{h_N} в группе N (член $k_{h_N} M_{h_N}$).

Изменение основного капитала ΔK_N в результате его обновления:

$$\Delta K_N = M_{Y_N}(t_0) - 12(N-1)K'_N k_{a_N}, \quad (7)$$

где $M_{Y_N}(t_0)$ – накопленные денежные средства подсистемы G_N к моменту времени t_0 ; $12(N-1)K'_N k_{a_N}$ – амортизационные отчисления за $(N-1)$ лет (со времени предыдущего обновления основного капитала). Таким образом, изменение основного капитала зависит от динамики чистых инвестиций, т.е. валовых инвестиций (всей суммы накоплений подсистемы G_N за предыдущий период, расходуемых ею в период $(t_0; t_1)$ на обновление основного капитала) за вычетом накопленных амортизационных отчислений.

Реальное изменение основного капитала решающим образом влияет на объем производимой продукции: при увеличении основного капитала объем выпускаемой продукции растет, а при уменьшении – падает. В первом приближении (при условии неизменной отдачи от масштабов инвестиций в основной капитал) можно считать, что объем производства пропорционален величине основного капитала

$$Y_N/Y'_N = (K'_N + \Delta K_N)/K'_N, \quad (8)$$

где “'” обозначает, что соответствующая величина относится к периоду до обновления основного капитала.

Выражение (8) может быть записано следующим образом:

$$Y_N = g_N Y'_N, \quad g_N = 1 + \Delta K_N/K'_N, \quad (9)$$

где g_N – коэффициент роста производства в результате обновления основного капитала.

Уравнения (1)–(9) описывают динамику экономической системы в течение периода $(t_0; t_1)$, когда подсистема G_N обновляет свой основной капитал. После этого в период $(t_1; t_2)$ подсистема G_N начинает выпускать потребительские товары, а подсистема G_{N-1} – обновлять свои изношенные основные фонды. Таким образом, подсистема G_N в период $(t_1; t_2)$ занимает место подсистемы G_1 , подсистема G_1 – место подсистемы G_2 , ..., подсистема G_{N-1} занимает место подсистемы G_N , и делаются расчеты для следующего периода $(t_1; t_2)$. И так далее, для всех периодов.

1.2. Проблема координации в динамике и экспериментальные расчеты. Поскольку в модели (1)–(9) отсутствует проблема поиска равновесных цен, принцип ее действия должен отличаться от принципа межвременного равновесия, используемого в современных разновидностях модели DSGE. По нашему мнению, на первый план должны выйти проблемы такого согласования денежных и товарных потоков, циркулирующих между макроэкономическими подсистемами $\{G_1, \dots, G_N\}$ и домашними хозяйствами, которые не приводят к разрушению экономики или нанесению ей существенного ущерба. Здесь мы солидарны с Дж. Дози, считающим, что для моделирования поведения сложных развивающихся систем первостепенное значение имеет не поиск равновесных решений, а проблема *координации* элементов таких систем, которая достигается только в динамике (Дози, 2012).

Как сформулировать правила координации в динамике? Какое развитие можно считать скоординированным, а какое нет? Мы полагаем, что поставленные вопросы относятся прежде всего к компетенции экономистов, политиков, общественности, властных структур, но не математиков⁹. *Возможный ответ таков: экономику можно считать скоординированной, если в динамике она не выходит за пределы пороговых значений показателей экономической безопасности.* В российской литературе существует ряд работ, где приводятся подобные показатели и способы их количественной оценки (см., например, (Сенчагов, Митяков, 2011)). На Западе показатели экономической безопасности широко используются в практике международного экономического регулирования (например, Маастрихтский “Договор о Европейском союзе”, подписанный в феврале 1992 г.). Важно, что подобного рода показатели устанавливаются на основе накопленного опыта, дискуссий, но, как правило, они не выводятся математически.

В данной статье мы продемонстрируем с помощью модели простейший случай раскоординированного и скоординированного развития подсистем $\{G_1, \dots, G_N\}$.

Раскоординированное развитие. Допустим, что одна из макроэкономических подсистем (случай при $N = 3$) благодаря эффективным действиям ее менеджеров, технологов и рабочих обеспечивает более высокие темпы роста производства по сравнению с другими подсистемами, и это преимущество сохраняется в течение длительного времени. Расчеты показывают, что в такой ситуации экономика начинает работать вразнос: активизируется механизм положительной обратной связи, приводящий к раскоординации ее ключевых параметров, и в итоге – к дестабилизации экономики в целом (рис. 2).

В реальной жизни случаи подобной раскоординации существуют и нередко сопровождаются острыми политическими конфликтами: например, индустриальная Каталония настаивает на выходе из состава Испании, высокотехнологичная Ломбардия – из Италии, богатая запасами нефти Шотландия – из состава Великобритании.

Скоординированное развитие. Установлено, если в ходе функционирования подсистем $\{G_1, \dots, G_N\}$ соблюдаются равенства между темпами роста:

- I) оплаты труда домашних хозяйств при исполнении программы **A**;
- II) оплаты труда домашних хозяйств при исполнении программы **B**;
- III) производства потребительских благ;
- IV) денежной эмиссии, –

то по объемам выпускаемой продукции и по величине основного капитала такие подсистемы не разбегаются. Имеет место скоординированная динамика.

На рис. 3 показано, что при соблюдении равенств I–IV каждая из трех подсистем периодически то опережает другие подсистемы по выпуску продукции и приросту основного капитала, то

⁹ Одно из отличий между координацией и равновесием, на наш взгляд, заключается в следующем. Равновесие (межвременное) в моделях типа DSGE – это математический инструмент, формализующий в моделях процедуру оптимального выбора, осуществляемого репрезентативными агентами. Особенности этого инструмента не обсуждают ни политики, ни экономисты, ни общественность. Обсуждают эти особенности сами конструкторы экономических моделей. Наша координация предполагает неформальную договоренность экономической элиты по поводу того, как должна развиваться экономика, по какой траектории она должна идти. Пороговые показатели координации обсуждают политики, экономисты, профсоюзы, общественность.

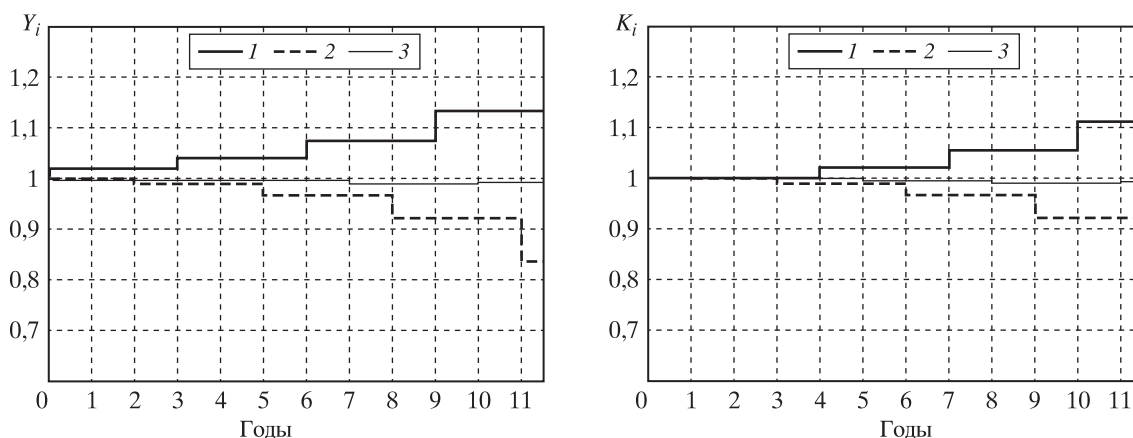


Рис. 2. Случай раскоординации. Динамика продукта Y_i и основного капитала K_i при $N = 3$ (в условных денежных единицах)

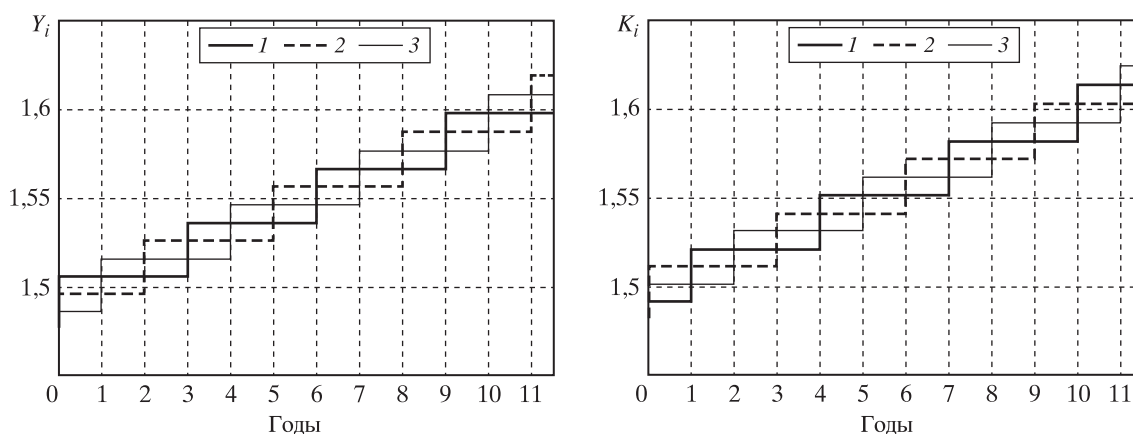


Рис. 3. Ситуация скоординированного роста. Динамика продукта Y_i и основного капитала K_i при $N = 3$ (в условных денежных единицах)

отстает от них. Эта ситуация повторяется каждый раз, когда подсистема обновляет свой основной капитал на инновационной основе и за счет этого получает временное преимущество. Напротив, если одна из подсистем не выдерживает конкурентную гонку и обновляет свой основной капитал на старой инновационной основе, возникает эффект раскоординации (см. рис. 2). На наш взгляд, координация в динамике напоминает известную конкурентную игру Красной королевы, где все участники оказываются вынужденными, по меткому выражению Льюиса Кэрролла, бежать так быстро, как они могут, для того чтобы стоять на месте. По мнению некоторых экономистов, данная игра представляет одно из направлений эволюционной теории. Она хорошо описывает проблему гонки вооружений и конкуренцию в области высоких технологий (Baumol, 2004).

Отметим, наконец, если моделируемая экономика движется по траектории скоординированного роста, то временные шоки не приводят к ее дестабилизации. Через несколько лет экономика снова возвращается на траекторию скоординированного роста, хотя не обязательно на прежнюю. Возможен переход на новую траекторию, но также скоординированную. При таком переходе возникает эффект, схожий с демографическим эхом.

В качестве иллюстрации приведем расчеты, демонстрирующие реакцию системы на временный шок. Расчет строится на том, что экономика в период с 0 по 36 год строго придерживается равенств I–IV и движется по траектории скоординированного роста. С 37 по 41 год включительно (в течение пяти лет) нарушаются равенства I и II: выплаты денежных средств домашним хозяйствам завышаются на 12% относительно уровня, удовлетворяющего траектории скоординированного роста. Начиная с 42 года все равенства снова выполняются (рис. 4).

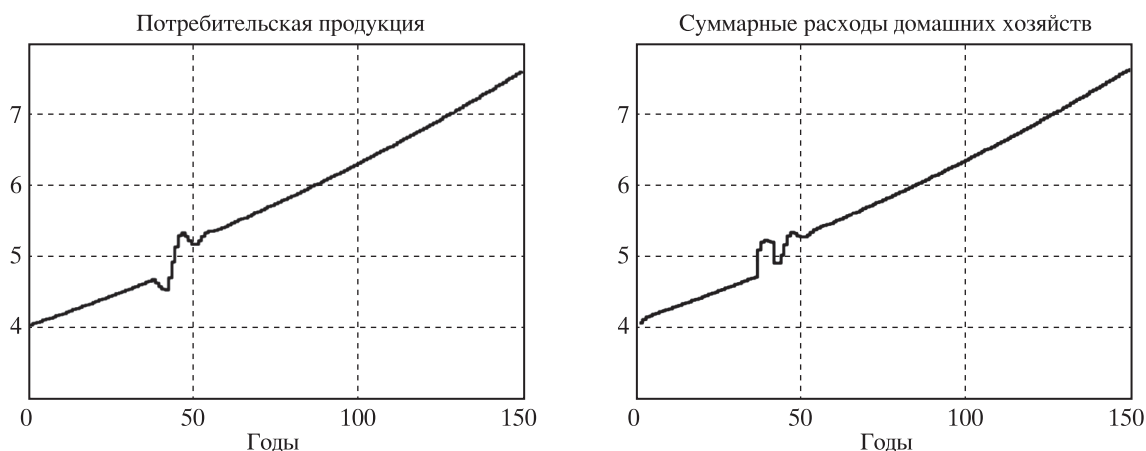


Рис. 4. Динамика выпуска потребительской продукции и суммарных расходов домашних хозяйств (справа) в случае временного шока (в условных денежных единицах)

Мы представили лишь простейшие случаи моделирования скоординированного развития экономики, удовлетворяющей равенствам темпов I–IV. На самом деле простейших случаев координации значительно больше. В частности, эксперименты по модели (1)–(9) показывают, что раскоординация возникает, если обновляемый основной капитал каждой подсистемы в течение длительного времени обладает или только возрастающей, или только убывающей отдачей. Напротив, нейтральная отдача способствует скоординированному развитию экономики, состоящей из подсистем $\{G_1, \dots, G_N\}$.

Любопытна ситуация и с финансовыми показателями. Согласно модели на избыточную денежную эмиссию каждая подсистема и каждое домашнее хозяйство реагируют ростом неиспользуемого денежного капитала, а на дефицитную эмиссию – потребностью в росте необеспеченных кредитов (например, за счет секьюритизации активов). И то, и другое указывает на феномен раскоординации. В реальной экономике подобного рода раскоординация (особенно в случае избыточности денежного капитала) – это нонсенс: денежный капитал, если он не резервируется, всегда находится в движении. Но такова особенность динамической модели (1)–(9). Она имеет дело с деньгами, покупательная способность которых не меняется во времени.

Чтобы учесть меняющуюся покупательную способность денег (а значит, текущие цены), необходимо разделить календарное время на множество моментов и от динамической модели (1)–(9) перейти к последовательности статических моделей, описывающей каждый из таких моментов. Тогда, возможно, мы увидим, каким образом избыточные деньги провоцируют инфляцию, а их дефицит – дефляцию. Появятся равновесные цены. Более того, последовательность статических моделей можно “склеить” в одну модель. Тогда перед нами возникнут траектории равновесного роста. Но это совсем не те траектории, которые можно получить из модели (1)–(9). Траектории скоординированного роста и традиционно понимаемого равновесного роста принципиально отличаются друг от друга.

2. МОДИФИЦИРОВАННАЯ МОДЕЛЬ ПЕРЕКЛЮЧАЮЩЕГОСЯ ВОСПРОИЗВОДСТВА

2.1. Чем вызван переход к модифицированной модели. После публикации в печати монографии “Новый взгляд на теорию воспроизводства” (Маевский, Малков, 2013) в ряде журналов появились рецензии, где в качестве одного из критических замечаний указывалось на недостаточную обоснованность концепции переключающегося режима воспроизводства. Вот характерный текст: “Поскольку собственно вся модель воспроизводства зиждется на ключевом понятии переключающегося режима, хотелось бы увидеть более полное и аргументированное научное обоснование данной категории” (Громыко, 2013, с. 123). В другой рецензии ставится под сомнение возможность переключения отдельных секторов и производств с программы **A** на программу **B**: “Переключение трудно представить в отраслях топливно-энергетического и в целом

добывающего сектора... Да и вообще: переключение производителя высокотехнологичного оборудования на изготовление одежды, спортивного инвентаря или компьютеров весьма проблематично” (Селезнев, Чередниченко, 2014, с. 69–70).

Мы среагировали на критические замечания рецензентов. Так, в статье (Маевский, Малков, 2014, с. 144) было отмечено: “Хотя производственная деятельность промежуточных отраслей не связана непосредственно с переключениями, они возникают на стадии *распределения* их продукции. Часть промежуточной продукции идет на выполнение программы **A**, другая часть – на выполнение программы **B**. Производитель высокотехнологичного оборудования совсем не обязательно должен переключаться на выпуск одежды или спортивного инвентаря. Он может быть задействован в изготовлении высокотехнологичной военной техники, ультрасовременного медицинского оборудования или сложнейших товаров длительного пользования. Все названные продукты относятся к числу непроемких благ и, по определению, создаются в рамках программы **B**”.

Тем не менее следует признать, что наши критики правы в том смысле, что допущение 3, согласно которому каждая макроэкономическая подсистема способна выполнять и программу **A**, и программу **B**, огрубляет реальность. Оно означает, что *все* отрасли подсистемы (как инвестиционные, так и потребительские) способны переключаться с производства потребительских благ на производство инвестиционных товаров (основного капитала) и обратно. Более корректно другое, когда допущение 3 распространяется только на инвестиционный сектор экономики, причем вместо программы **A** появляются две ее разновидности: программа **AA** – производство инвестиционным сектором основного капитала для собственных нужд; программа **AB** – производство инвестиционным сектором основного капитала для нужд потребительского сектора. Что касается потребительского сектора, то осуществляемое им производство потребительских благ можно по-прежнему называть программой **B**.

Возникает вопрос, как отразится такое изменение на описании переключающегося режима воспроизводства, его моделировании и, наконец, на феномене координации в динамике. И что нового может дать переход от макроуровня к мезоуровню, состоящему из инвестиционного сектора *A* и потребительского сектора *B*?

2.2. Переключающийся режим в случае секторов *A* и *B*. Переключающийся режим воспроизводства означает не только физическое переключение подсистем $\{G_1, \dots, G_N\}$ с производства потребительских благ на производство основного капитала, но и переключение денежных потоков подсистем с режима накопления денег (ради будущего воспроизводства основного капитала) на режим их расходования в период текущего воспроизводства. При переходе к секторам *A* и *B* ситуация меняется. Сектор *A* переключается и физически, и с точки зрения денежных потоков, сектор *B* переключается только с точки зрения движения денежных потоков.

Отметим также, что переход к секторам *A* и *B* – это переход с макроуровня на мезоуровень. Если до сих пор мы имели дело с макроэкономическими подсистемами, то теперь в центре внимания оказываются *мезоэкономические* подсистемы. Упорядочим мезоэкономические подсистемы по возрасту основного капитала точно так же, как упорядочены подсистемы $\{G_1, \dots, G_N\}$.

Будем считать, что сектор *A* состоит из N подсистем $\{G_1^A, \dots, G_N^A\}$. Первые $N-1$ подсистемы в период времени $(t_0; t_1)$ производят новый основной капитал для предприятий сектора *B*, а подсистема G_N^A работает на себя и обновляет свой основной капитал (в последующие периоды обновляющиеся подсистемы поочередно меняют друг друга). Будем считать, что сектор *B* состоит из N подсистем $\{G_1^B, \dots, G_N^B\}$, которые в период времени $(t_0; t_1)$ производят потребительскую продукцию на рынок, причем наиболее “старая” подсистема G_N^B в течение этого периода не только производит потребительские блага, но и финансирует производство основного капитала в секторе *A*. Она покупает у подсистем $\{G_1^A, \dots, G_N^A\}$ сектора *A* новый основной капитал (при этом считается, что сама установка нового оборудования в этой подсистеме происходит практически мгновенно)¹⁰

¹⁰ В модифицированной модели рассматривается предельный случай, когда период обновления основного капитала T_b в секторе *B* (реально равный времени демонтажа устаревшего оборудования и установки нового) пренебрежимо мал по отношению к сроку службы основного капитала (т.е. $T_b = 0$).

в момент времени t_1). Остальные подсистемы сектора B накапливают амортизационные средства для будущего обновления своего основного капитала.

О продуктах секторов A и B можно сказать следующее. Во-первых, сумма продуктов двух секторов образует ВВП: продукт сектора A составляет капитальную часть ВВП, продукт сектора B – непродуцированную (потребительскую) часть. Во-вторых, подобно тому как пропорция между *макроэкономическими* подсистемами, *выполняющими* программы **A** и **B**, зависит от отношения между T_b – временем воспроизводства основного капитала и T_ϕ – средним сроком жизни основного капитала, соотношение между продуктами (и капиталами) *мезоэкономических* секторов A и B также зависит от пропорции $T_b : T_\phi$. Например, если $T_\phi = 10$ лет, а $T_b = 1$ год, то сектор A будет в 10 раз меньше сектора B . Соответственно, каждая подсистема сектора A будет в 10 раз меньше аналогичной подсистемы сектора B .

Отметим, что особенности модифицированной модели переключающегося воспроизводства подобны особенностям базовой модели (см. п. 1.1) с той лишь разницей, что они распространяются на мезоэкономические подсистемы.

2.3. Описание модифицированной модели. Поскольку модифицированная модель является развитием базовой модели (1)–(9), смысл используемых в ней параметров остается прежним.

Сектор B. Уравнения динамики денежных средств первых i подсистем G_i^B сектора B ($i = 1, \dots, N-1$), выпускающих в течение периода $(t_0; t_1)$ потребительские товары и не обновляющих свой основной капитал, имеют следующий вид.

Динамика чистых накоплений денежных средств M_{cB_i} подсистемы G_N^B внутри периода $(t_0; t_1)$:

$$\frac{dM_{cB_i}}{dt} = \left(\sum_{j=1}^N k_{hB_j} M_{hB_j} + \sum_{j=1}^N k_{hA_j} M_{hA_j} \right) \left(Y_{B_i} / \sum_{j=1}^N Y_{B_j} \right) (1 - k_{sY}) - K_{B_i} k_{aB_i} - h_{B_i} Y_{B_i} + \Delta M_{Y_{B_i}} = \Pi_{B_i}. \quad (10)$$

Это уравнение аналогично уравнению (1) базовой модели. Отличие заключается в том, что в первом слагаемом правой части уравнения (10) добавился член $(k_{hA_1} M_{hA_1} + \dots + k_{hA_N} M_{hA_N})$, отражающий спрос на продукцию подсистемы G_i^B со стороны домашних хозяйств сектора A . Кроме того, в знаменателе первого слагаемого правой части уравнения (10) суммирование идет по всем N подсистемам сектора B , поскольку все они в период $(t_0; t_1)$ производят потребительскую продукцию на рынок.

Величина Y_{B_i} в течение периода времени $(t_0; t_1)$ неизменна, поскольку в этом периоде в подсистемах $G_1^B, \dots, G_N^B$ не происходит никаких изменений с основным капиталом.

Величина dM_{cB_i}/dt по существу является чистой прибылью Π_{B_i} подсистемы G_i^B в единицу времени (в модели это один месяц).

Приращение амортизационных средств M_{aB_i} :

$$\frac{dM_{aB_i}}{dt} = K_{B_i} k_{aB_i}. \quad (11)$$

Оно определяется притоком средств, откладываемых в амортизационный фонд из получаемой выручки, за единицу времени. Уравнение (11) аналогично уравнению (2).

Динамика денежных средств домашних хозяйств в группе i сектора B :

$$\frac{dM_{hB_i}}{dt} = h_{B_i} Y_{B_i} (1 - k_{sh}) - k_{hB_i} M_{hB_i} + \Delta M_{hB_i}. \quad (12)$$

Это уравнение аналогично уравнению (3).

Уравнения (10) и (11) записаны без учета распределения чистой прибыли Π_{B_i} , динамика накопления которой определяется уравнением (10). С учетом условия $k_{cai} + k_{chi} + k_{csi} = 1$ (см. урав-

нения (2') и (3')), выражения, описывающие изменение денежных средств подсистем $M_{Y_{B_i}}$ и домашних хозяйств $M_{h_{B_i}}$, приобретут вид:

$$\frac{dM_{Y_{B_i}}}{dt} = K_{B_i} k_{a_{B_i}} + \Pi_{B_i} k_{ca_i}, \quad (11')$$

$$\frac{dM_{h_{B_i}}}{dt} = h_{B_i} Y_{B_i} (1 - k_{sh}) - k_{h_{B_i}} M_{h_{B_i}} + \Delta M_{h_{B_i}} + \Pi_{B_i} k_{ch_i}, \quad (12')$$

где $M_{Y_{B_i}}$ – общие денежные средства подсистемы $G_{B_i}^B$, включая амортизационный фонд (уравнение (11')) и распределенную чистую прибыль (уравнение (10)).

В случае $k_{ca_i} = 1$ (т.е. когда вся чистая прибыль остается в подсистеме $G_{B_i}^B$ и затем направляется на инвестиции) выражение (11') приобретает вид:

$$\frac{dM_{Y_{B_i}}}{dt} = \left(\sum_{j=1}^N k_{h_{B_j}} M_{h_{B_j}} + \sum_{j=1}^N k_{h_{A_j}} M_{h_{A_j}} \right) \left(Y_{B_i} / \sum_{j=1}^N Y_{B_j} \right) (1 - k_{sY}) - h_{B_i} Y_{B_i} + \Delta M_{Y_{B_i}}. \quad (11'')$$

Динамика основного капитала K_{B_i} :

$$dK_{B_i}/dt = 0, \text{ или } K_{B_i} = \text{const}. \quad (13)$$

Уравнения для подсистемы $G_{B_i}^B$, выпускающей потребительские товары и обновляющей с помощью сектора A свой основной капитал к концу периода $(t_0; t_1)$, имеют следующий вид.

Динамика $M_{Y_{B_N}}$ – средств подсистемы $G_{B_N}^B$:

$$\begin{aligned} \frac{dM_{Y_{B_N}}}{dt} = & \left(\sum_{j=1}^N k_{h_{B_j}} M_{h_{B_j}} + \sum_{j=1}^N k_{h_{A_j}} M_{h_{A_j}} \right) \left(Y_{B_N} / \sum_{j=1}^N Y_{B_j} \right) \times \\ & \times (1 - k_{sY}) - h_{B_N} Y_{B_N} - (K_{B_N} k_{a_{B_N}} N + \Pi_{\Sigma B_N}) + \Delta M_{Y_{B_N}}. \end{aligned} \quad (14)$$

В период $(t_0; t_1)$ подсистема $G_{B_N}^B$, с одной стороны, получает доход от продажи потребительской продукции (первый член в правой части уравнения), с другой стороны, расходует свои средства на выплату доходов домашним хозяйствам группы $N(h_{B_N} Y_{B_N})$, а также на выплаты в сектор A , где в этот период для подсистемы $G_{B_N}^B$ производится новый основной капитал. Финансовую основу выплат в сектор A составляют накопленные за N лет амортизационные отчисления $K_{B_N} k_{a_{B_N}} N$ и накопленная за эти же годы прибыль $\Pi_{\Sigma B_N}$. Кроме того, в (14), как и в (10), учтен такой источник дополнительных доходов подсистем, как государственные субсидии $\Delta M_{Y_{B_N}}$, возникающий тогда, когда государство стремится стимулировать производство.

Считается, что в период $(t_0; t_1)$ основной капитал подсистем, производящих потребительскую продукцию, остается неизменным.

Динамика денежных средств домашних хозяйств $M_{h_{B_N}}$ в группе N сектора B :

$$\frac{dM_{h_{B_N}}}{dt} = h_{B_N} Y'_{B_N} (1 - k_{sh}) - k_{h_{B_N}} M_{h_{B_N}} + \Delta M_{h_{B_N}}. \quad (15)$$

Это уравнение аналогично уравнению (12).

В модели считается, что обновление основного капитала подсистемы $G_{B_N}^B$ (демонтаж старого оборудования и установка нового) производится за короткий срок в самом конце года $(t_0; t_1)$. Изменение основного капитала ΔK_{B_N} в результате его обновления:

$$\Delta K_{B_N} = M_{Y_{B_N}}(t_1) - 12K'_{B_N} k_{a_{B_N}} N, \quad (16)$$

где $M_{Y_{B_N}}(t)$ – накопленные денежные средства подсистемы $G_{B_N}^B$ к моменту времени t_1 ; $12K'_{B_N} k_{a_{B_N}} N$ – амортизационные отчисления за N лет (со времени предыдущего обновления основного капита-

ла). При условии неизменной отдачи от масштабов инвестиций в основной капитал можно считать, что объем производства пропорционален величине основного капитала:

$$Y_{B_N}/Y'_{B_N} = (K'_{B_N} + \Delta K_{B_N})/K'_{B_N}, \quad (17)$$

где “'” обозначает, что соответствующая величина относится к периоду до обновления основного капитала. Выражение (17) может быть записано следующим образом:

$$Y_{B_N} = g_{B_N} Y'_{B_N}, \quad g_{B_N} = 1 + \Delta K_{B_N}/K'_{B_N}, \quad (18)$$

где g_{B_N} – коэффициент роста производства подсистемы G^B_N в результате обновления основного капитала.

Сектор А. Уравнения динамики денежных средств первых i подсистем G^A_i сектора А ($i = 1, \dots, N-1$), выпускающих в течение периода $(t_0; t_1)$ средства производства для подсистем G^B_N , имеют следующий вид.

Динамика чистых накоплений денежных средств $M_{C_{A_i}}$ подсистемы G^A_i внутри периода $(t_0; t_1)$:

$$\frac{dM_{C_{A_i}}}{dt} = (K_{B_N} k_{a_{B_N}} N + \Pi_{\Sigma B_N}) \left(Y_{A_i} / \sum_{j=1}^{N-1} Y_{A_j} \right) (1 - k_{sY}) - K_{A_i k_{a_{A_i}}} - h_{A_i} Y_{A_i} + \Delta M_{Y_{A_i}} = \Pi_{A_i}. \quad (19)$$

Это уравнение аналогично уравнению (1) базовой модели. Отличие заключается в том, что доходы в секторе А в период времени $(t_0; t_1)$ определяются заказами подсистемы G^B_N на производство основного капитала для своего обновления, что отражает член $K_{B_N} k_{a_{B_N}} N + \Pi_{\Sigma B_N}$ в правой части уравнения (19).

В предположении, что вся чистая прибыль остается в подсистемах G^A_i и затем направляется на инвестиции (т.е. $k_{ca_i} = 1$), выражения для изменения денежных средств подсистем $M_{Y_{A_i}}$ и домашних хозяйств $M_{h_{A_i}}$ записываются в виде:

$$\frac{dM_{Y_{A_i}}}{dt} = (K_{B_N} k_{a_{B_N}} N + \Pi_{\Sigma B_N}) \left(Y_{A_i} / \sum_{j=1}^{N-1} Y_{A_j} \right) (1 - k_{sY}) - h_{A_i} Y_{A_i} + \Delta M_{Y_{A_i}}. \quad (20)$$

$$\frac{dM_{h_{A_i}}}{dt} = h_{A_i} Y_{A_i} (1 - k_{sh}) - k_{h_{A_i}} M_{h_{A_i}} + \Delta M_{h_{A_i}}. \quad (21)$$

Уравнение (20) аналогично уравнению (2'), а уравнение (21) – уравнению (3). Величина Y_i в течение периода времени $(t_0; t_1)$ неизменна, поскольку в этом периоде в подсистемах $G^A_1, \dots, G^A_{N-1}$ не происходит никаких изменений с основным капиталом¹¹. Считается, что подсистемы G^A_i в производственном отношении самодостаточны и не закупают какую-либо продукцию в других подсистемах.

Динамика основного капитала K_{A_i} :

$$\frac{dK_{A_i}}{dt} = 0, \text{ или } K_{A_i} = \text{const}. \quad (22)$$

Считается, что в период $(t_0; t_1)$ основной капитал подсистем $G^A_1, \dots, G^A_{N-1}$ остается неизменным.

Уравнения для подсистемы G^A_N , обновляющей основной капитал в период $(t_0; t_1)$, имеют следующий вид.

Динамика $M_{Y_{A_N}}$ – денежных средств подсистемы G^A_N :

$$\frac{dM_{Y_{A_N}}}{dt} = -h_{A_N} Y'_{A_N} v_{A_N} + \Delta M_{Y_{A_N}}. \quad (23)$$

¹¹ Изменения в этот период времени происходят только в рамках подсистемы G^A_N , занимающейся самовоспроизводством основного капитала.

Средства $M_{Y_{A_N}}$ тратятся в процессе производства основного капитала на выплату доходов домашним хозяйствам группы N сектора A . Уравнение (23) аналогично уравнению (5) базовой модели.

Динамика денежных средств домашних хозяйств $M_{h_{A_N}}$ в группе N сектора A :

$$\frac{dM_{h_{A_N}}}{dt} = h_{A_N} Y'_{A_N} v_{A_N} (1 - k_{sh}) - k_{h_{A_N}} M_{h_{A_N}} + \Delta M_{h_{A_N}}. \quad (24)$$

Это уравнение аналогично уравнению (6) базовой модели.

Изменение основного капитала ΔK_{A_N} в результате его обновления:

$$\Delta K_{A_N} = M_{Y_{A_N}}(t_0) - 12(N-1)K'_{A_N} k_{a_{A_N}}, \quad (25)$$

где $M_{Y_{A_N}}(t_0)$ – накопленные денежные средства подсистемы G^A_N к моменту времени t_0 ; $12(N-1)K'_{A_N} k_{a_{A_N}}$ – амортизационные отчисления за $N-1$ лет (со времени предыдущего обновления основного капитала). При условии неизменной отдачи от масштабов инвестиций в основной капитал можно считать, что объем производства пропорционален величине основного капитала:

$$Y_{A_N}/Y'_{A_N} = (K'_{A_N} + \Delta K_{A_N})/K'_{A_N}, \quad (26)$$

где “” обозначает, что соответствующая величина относится к периоду до обновления основного капитала. Выражение (26) может быть записано следующим образом:

$$Y_{A_N} = g_{A_N} Y'_{A_N}, \quad g_{A_N} = 1 + \Delta K_{A_N}/K'_{A_N}, \quad (27)$$

где g_{A_N} – коэффициент роста производства в результате обновления основного капитала.

Уравнения (10)–(27) описывают динамику экономической системы в течение периода $(t_0; t_1)$, когда подсистемы G^A_N и G^B_N обновляют свой основной капитал. В период $(t_1; t_2)$ подсистемы G^A_N и G^B_N занимают место, соответственно, подсистем G^A_1 и G^B_1 , подсистемы G^A_1 и G^B_1 занимают место подсистем G^A_2 и G^B_2 , ..., подсистемы G^A_{N-1} и G^B_{N-1} занимают место подсистем G^A_N и G^B_N , и расчеты проводятся снова для следующего временного периода $(t_1; t_2)$. И так далее для всех остальных периодов.

2.4. Экспериментальные расчеты с использованием модифицированной модели. Модифицированная модель мезоуровня (10)–(27) позволяет более детально рассмотреть особенности экономической динамики с учетом взаимодействия инвестиционного и потребительского секторов. Расчеты проводились по той же схеме, как и в случае базовой модели (1)–(9). Наиболее важным результатом расчетов является то, что основные свойства координации в динамике, выявленные на макроуровне, сохраняются и на мезоуровне. В качестве иллюстрации приведем результаты расчетов раскоординированного и скоординированного развития экономической системы.

Раскоординированное развитие. Допустим, что одной из подсистем сектора B удалось обеспечить более высокие темпы роста производства по сравнению с другими подсистемами, и это преимущество сохраняется в течение длительного времени. Расчеты показывают, что в такой ситуации возникает раскоординация ключевых параметров системы, что в итоге приводит к дестабилизации не только сектора B , но и экономики в целом (рис. 5).

В реальной жизни случаи подобной раскоординации приводят к банкротствам отстающих предприятий и переходу их к новым собственникам, которые начинают форсированную модернизацию производства с целью повышения его конкурентоспособности. В результате возможен сначала спад производства, а затем переход на траекторию скоординированного развития.

Скоординированное развитие. Моделирование показывает, что если в ходе функционирования экономической системы соблюдаются равенства между темпами роста:

- I) оплаты труда домашних хозяйств при исполнении программы **АА, АВ, В**;
- II) потребительских благ;
- III) производства инвестиционной продукции;
- IV) денежной эмиссии, –

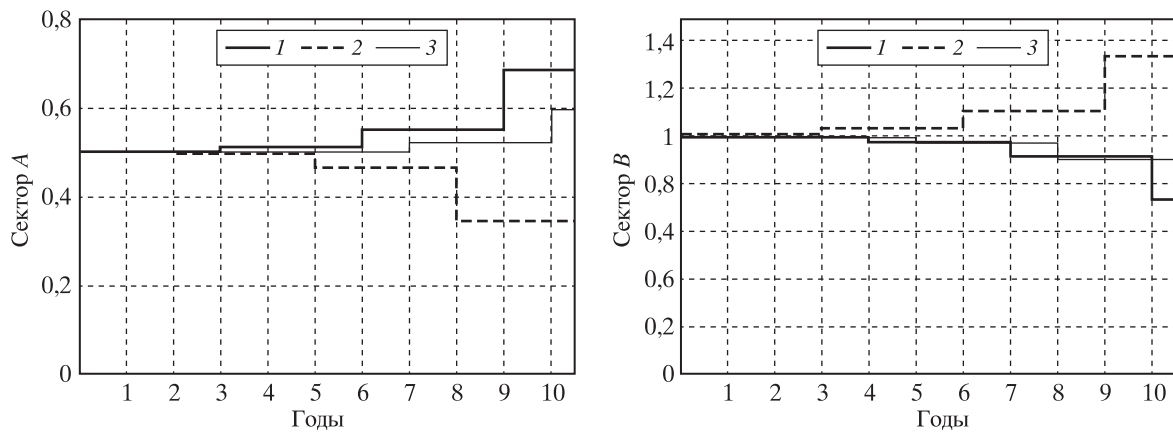


Рис. 5. Случай раскоординации. Динамика продукта Y_i в секторах A и B при $N = 3$ (в условных денежных единицах)

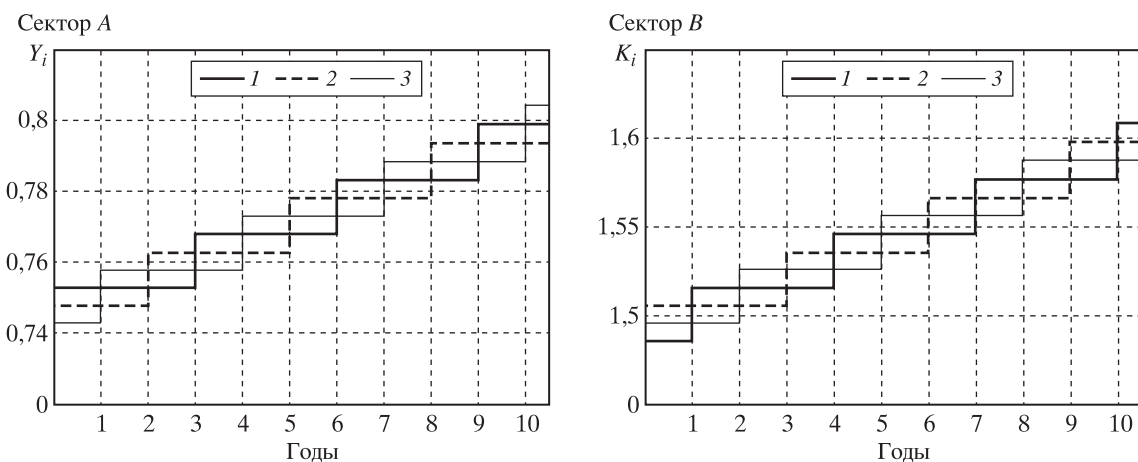


Рис. 6. Ситуация скоординированного роста. Динамика продукта Y_i в секторах A и B при $N = 3$ (в условных денежных единицах)

то система переходит на траекторию скоординированного развития (рис. 6). На рис. 7 приведены графики, демонстрирующие реакцию системы на кратковременный шок. В соответствии с расчетным сценарием экономика в период с 0 по 56 год строго придерживается равенств I–IV и движется по траектории скоординированного роста. С 57 по 61 год включительно (в течение пяти лет) нарушается условие I: выплаты денежных средств домашним хозяйствам в секторе B завышаются на 10% относительно уровня, удовлетворяющего траектории скоординированного роста. Начиная с 62 года все равенства снова выполняются.

На рис. 6 показано, что при соблюдении равенств I–IV каждая из подсистем как в секторе A , так и в секторе B периодически то опережает другие подсистемы по выпуску продукции и приросту основного капитала, то отстает от них. В целом возникает знакомая по базовой модели координация в динамике. Любопытно, что эта координация возникает и поддерживается в условиях сильной взаимозависимости секторов A и B : рост подсистем сектора A зависит от заказов подсистем сектора B , а рост подсистем сектора B зависит от объемов производства подсистем сектора A . При этом, как и в случае базовой модели, если экономика движется по траектории скоординированного роста, то временные шоки не приводят к ее дестабилизации: через несколько лет экономика снова возвращается на траекторию скоординированного роста, хотя не обязательно на прежнюю. Это иллюстрируют графики на рис. 7, на котором помимо демонстрации динамической устойчивости скоординированного развития показано, что инвестиционный сектор существенно более чувствителен к шокам, чем потребительский сектор. Так, если максимальное отношение амплитуды колебаний к среднему значению выпуска в секторе B по результатам

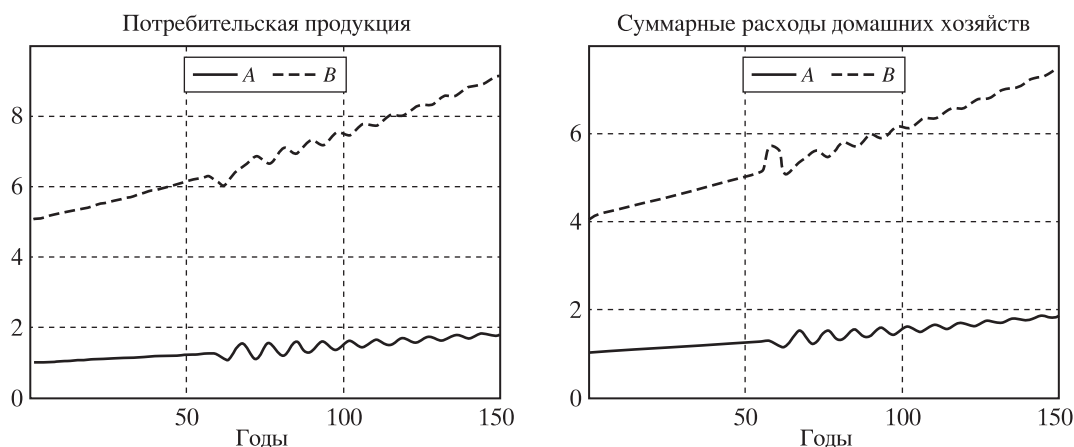


Рис. 7. Случай временного шока. Динамика выпуска потребительской продукции и суммарных расходов домашних хозяйств в секторах *A* и *B* (в условных денежных единицах)

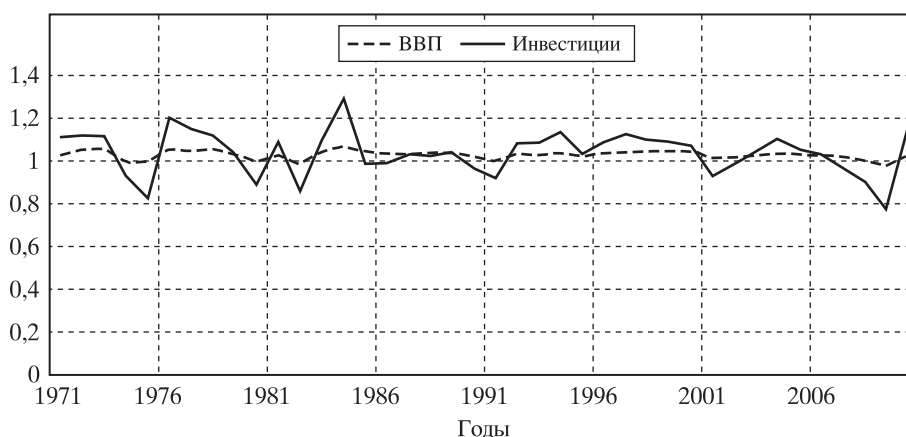


Рис. 8. Относительные изменения макропоказателей экономики США в период 1971–2010 гг.

численного эксперимента составляло около 7%, то в секторе *A* – это значение уже около 30%, т.е. в 4 раза больше. Именно такая картина наблюдается в реальной экономике. Так, Г. Хаберлер, исследуя в середине XX в. особенности циклов, обратил внимание, что «выпуск товаров производственного назначения колеблется значительно сильнее, чем производство потребительских товаров... Почти во всех случаях амплитуда колебаний, измеряемая по отношению к “нормальному” производству (т.е. относительные колебания), больше в отраслях, выпускающих товары производственного назначения. Кроме того, в этих отраслях не только больше амплитуда колебаний, но и сами эти колебания являются значительно более регулярными и в гораздо большей степени соответствуют общему движению экономического цикла, чем колебания в отраслях, производящих предметы потребления» (Хаберлер, 2005, с. 230). Справедливость этого тезиса подтверждается рис. 8, где приведены графики относительных изменений макропоказателей экономики США в период 1971–2010 гг. (для каждого года указано отношение текущего значения показателя к его прошлогоднему значению)¹². Это же демонстрирует график на рис. 9, на котором представлены обработанные подобным образом результаты расчета реакции экономической системы на кратковременный шок (см. рис. 7).

Таким образом, учет разделения экономики на инвестиционный и потребительский сектора позволяет уловить весьма важный феномен реальной экономической динамики. С этой точки зрения модифицированная модель более реалистична, нежели базовая (1)–(9). Однако более де-

¹² Рассчитано по данным The Statistical Abstract “Table 667. Gross Domestic Product in Current and Chained (2005) Dollars” <http://www.census.gov/compendia/statab/2012/tables/12s0667.xls>.

тальное описание экономики в модели (10)–(27) принципиально не изменяет ситуацию: феномен координации в динамике сохраняется. Модифицированная модель, с одной стороны, позволяет перейти с макро- на мезоуровень экономики и расширить круг решаемых задач (хотя при этом нарастает сложность модели, появляются трудности в описании кругооборота денежного капитала и т.д.), а с другой стороны, показывает, что координация в динамике имеет общий характер.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Моделирование переключающегося воспроизводства расширяет возможности макроэкономического анализа, позволяет увидеть новые эффекты (в частности, эффект координации), глубже понять природу экономического роста, использовать это понимание в практических целях для регулирования макроэкономических процессов. Новые возможности являются следствием нового взгляда на экономическую систему как на совокупность разновозрастных макроэкономических подсистем (аналог демографического подхода, рассматривающего население как совокупность разновозрастных демографических групп). Данный подход позволяет выйти на понятие “динамическая устойчивость” (устойчивость в динамике), выявить условия, необходимые для реализации режима скоординированного роста.

Необходимо отметить, что строгого определения понятия “динамическая устойчивость” применительно к системам, состоящим из развивающихся подсистем, которые функционируют в переключающемся режиме (в частности, в режиме переключающегося воспроизводства), пока нет. Между тем определение критериев и границ динамической устойчивости чрезвычайно актуально для управленцев-практиков, вынужденных в настоящее время эмпирически, методом проб и ошибок добиваться устойчивого развития социально-экономических систем.

Подводя итог, следует сказать, что моделирование переключающегося воспроизводства открывает перспективы для дальнейшего развития макроэкономической теории и сближения ее с практическими задачами экономического развития.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Глазьев С.Ю. (1993). Теория долгосрочного технико-экономического развития. М.: ВладДар.
- Громыко В.В. (2013). Рецензия на книгу В.И. Маевского и С.Ю. Малкова “Новый взгляд на теорию воспроизводства” // *Вестник Российского экономического университета им. Г.В. Плеханова*. № 11.
- Дози Дж. (2012). Экономическая координация и динамика: некоторые особенности альтернативной эволюционной парадигмы // *Вопросы экономики*. № 12.
- Маевский В.И. (1997). Эволюционная теория и макроэкономика // *Вопросы экономики*. № 3.
- Маевский В. (2010). Воспроизводство основного капитала и экономическая теория // *Вопросы экономики*. № 3.
- Маевский В.И., Малков С.Ю. (2013). Новый взгляд на теорию воспроизводства. М.: ИНФРА-М.
- Маевский В.И., Малков С.Ю. (2014). Перспективы макроэкономической теории воспроизводства // *Вопросы экономики*. № 4.
- Маркс К. (2011). Капитал: критика политической экономии. Т. II. М.: Эксмо.
- Селезнев А., Чередниченко Л. (2014). Об одном исследовании проблематики воспроизводства // *Экономист*. № 1.
- Сенчагов В.К., Митяков С.Н. (2011). Использование индексного метода для оценки уровня экономической безопасности // *Вестник Академии экономической безопасности МВД России*. № 5.
- Хаберлер Г. (2005). Процветание и депрессия. Теоретический анализ циклических колебаний. Челябинск: Социум.

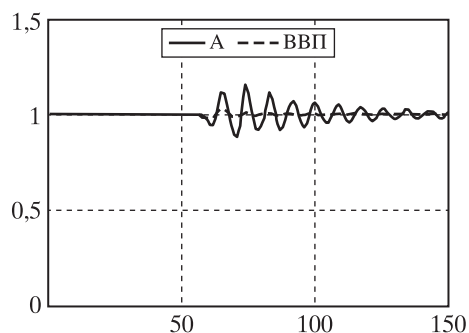


Рис. 9. Результаты расчета реакции экономической системы на временный шок

- Яременко Ю.В.** (2000). Теория и методология исследования многоуровневой экономики. М.: Наука.
- Baumol W.** (2004). Red-Queen Games: Arm Races, Rule of Law and Market Economies // *Journal of Evolutionary Economics*. Vol. 14. No. 2. P. 245.
- Foerster H. von** (1959). Some Remarks on Changing Populations. The Kinetics of Cell Proliferation / F. Stohman (ed.). N.Y.: Grune and Stratton.
- Friman C., Perez C.** (1988). Structural Crises of Adjustment, Business Cycles and Investment Behavior. In: *“Technical Changes and Economic Theory”*. L., N.Y.: Pinter Publishers. P. 38–66.
- McKendrick A.G.** (1926). Applications of Mathematics to Medical Problems. Proceedings of the Edinburgh Mathematical Society. No. 44.
- Rogers E.M.** (2003). Diffusion of Innovations. N.Y.: Free Press.

Поступила в редакцию
14.08.2014 г.

Features and Problems of Modeling the Shifting Mode of Reproduction

V.I. Mayevsky, S.Y. Malkov, A.A. Rubinstein

The authors continue to develop a new version of the theory of capital reproduction. Compared with the previous works a more realistic situation is proposed: the economy divided into sector *B*, creating consumer goods and investment sector *A*, reproducing the fixed capital of *A* and *B* sectors. Accordingly, the sets of mesoeconomic subsystems of different ages forming sectors *A* and *B* are allocated and the mathematical model of the shifting mode of reproduction created. Experimental calculations show that the principal macro-level features remain the same at the meso-level of economy. Some well-known phenomena of cyclical development of sectors *A* and *B* confirmed.

Keywords: basic capital, money capital, shifting mode of reproduction, program **A**, program **B**, circulation of capital, coordination, sector *A*, sector *B*.

JEL Classification: B12, B31, C32, E21, E22, E23, E50.