

## Переход от простого воспроизводства к экономическому росту

В.И.Маевский, С.Ю.Малков<sup>1</sup>

**АННОТАЦИЯ.** Макроуровень экономики рассмотрен в виде популяции макроэкономических подсистем, каждая из которых занимается воспроизводством основного капитала и производством потребительских благ, но делает это поочередно, в переключающемся режиме. Внедрение инноваций в популяцию такого рода неизбежно порождает конкурентные отношения между макроэкономическими подсистемами, а также бифуркационные состояния, которые в зависимости от ряда факторов приводят или к росту, или к спаду производства. Моделирование поведения данной популяции возможно путем компьютерной реализации алгоритмов, отражающих нестационарные и не-синхронные режимы функционирования макроэкономических подсистем.

### **1. Введение. Представление макроуровня экономики в виде популяции макроэкономических подсистем.**

В экономической теории на сегодняшний день разработано большое количество моделей достижения статического рыночного равновесия (см., например [1]), а также моделей, описывающих выход макросистемы на траекторию устойчивого, стационарного экономического роста [2], но нет моделей, показывающих, каким образом на макроуровне из равновесной ситуации возникает рост.

Представляется, что причина существования этого белого пятна носит принципиальный, методологический характер: в силу сложившейся традиции макроуровень рассматривается как целостный агрегат, поведение каждой части которого идентично поведению любой другой части. Поскольку же любая экономика занимается одновременно и производством потребительских благ, и инвестициями в основной и оборотный капитал, то в рамках традиции неявно допускается, что каждая часть макроэкономики способна одновременно выполнять эти два вида деятельности (режим *совместного* производства). По нашему мнению, этот устоявшийся взгляд на макроуровень нельзя абсолютизировать, рассматривать его как единственно приемлемый. Возможен другой подход, связанный с так называемым режимом *переключающегося* производства. Чтобы понять суть этого подхода, рассмотрим некоторые особенности функционирования машиностроительного комплекса.

---

<sup>1</sup> Работа выполнена при финансовой поддержке РГНФ (проект № 09-02-00747а).

Допустим, что данный комплекс включает в себя полный набор отраслей машиностроения, способных создавать активную часть основного капитала (станки, машины, приборы, механизмы и т.д.) как для самого себя, так и для всей «остальной» экономики. Если следовать традиции совместного производства, то этот комплекс нужно воспринимать как агрегат, все элементы которого одновременно работают и на себя и на «остальную» экономику. Однако можно рассуждать иначе.

Все отрасли машиностроительного комплекса укомплектованы заводами, возраст основного капитала которых в году  $t$  различен. Если данное множество заводов сгруппировать в году  $t$  по возрастному признаку, то возникнет набор подсистем, среди которых самая старая должна заняться в данном году воспроизводством своего основного капитала, тогда как остальные подсистемы будут участвовать в обеспечении роста «остальной» экономики. В следующем  $t+1$ -м году «омолодившаяся» подсистема заводов машиностроительного комплекса переключится на обеспечение роста «остальной» экономики, а вместо нее самовоспроизводством основного капитала займется другая, наиболее старая в году  $t+1$  подсистема заводов. Таким образом, можно сказать, что внутри машиностроительного комплекса действует популяция неоднородных (по возрасту основного капитала, а значит – по эффективности) машиностроительных подсистем, каждой из которых присущ режим переключающегося производства.

Поскольку функционирование машиностроительного комплекса предопределяет развитие экономики в целом, мы сочли возможным распространить переключающийся режим производства на макроуровень экономики. Для нас макроуровень – это не традиционный моноагрегат, а популяция неидентичных по возрастному признаку (плюс по уровню эффективности) макроэкономических подсистем, каждая из которых в году  $t$  занимается или самовоспроизводством основного капитала, или производством потребительских благ, но не делает и то, и другое одновременно.

Такое представление макроуровня заслуживает внимания хотя бы потому, что позволяет уловить конкуренцию между старыми, менее эффективными и молодыми, более эффективными макроэкономическими подсистемами. Молодые подсистемы, подобно технологическим укладам С. Глазьева [3], могут вытеснять старые подсистемы из экономического пространства. В этом случае активизируются процессы слияния и поглощения капитала, растет число банкротств. Но возможно и другое, когда старые подсистемы успевают модернизироваться сами, без «помощи» молодых подсистем. Тогда развитие будет протекать в более спокойном режиме.

Прежде чем моделировать процессы развития, необходимо рассмотреть, как ведет себя популяция макроэкономических подсистем в равновесной ситуации, когда эффективность основного капитала не растет и имеет место режим простого воспроизводства.

## **2. Модель простого воспроизводства**

Приступая к построению модели простого воспроизводства популяции макроэкономических подсистем, отметим, что первым экономистом, создавшим числовую макроэкономическую модель простого воспроизводства, был французский физиократ Ф. Кенэ [4]. Вслед за ним модель простого воспроизводства построил К. Маркс [5]. Однако ни Кенэ, ни Маркс, ни их многочисленные последователи не интересовались феноменом переключающегося производства и не рассматривали макроуровень как популяцию макроэкономических подсистем. Впервые простейшая модель такого рода была предложена нами в 1980г. [6]. Рассмотрим эту модель.

Допустим, что в экономике страны величина  $T_\phi$  – средний срок службы основного капитала, составляет всего три года ( $T_\phi=3$ ), величина  $T_e$  – среднее время воспроизводства данного капитала равно одному году ( $T_e=1$ ). Допустим также, что весь основной капитал экономики равномерно распределен по возрастному признаку. В этом случае в экономике можно выделить три специфические макроэкономические подсистемы, каждая из которых способна воспроизводить свой основной капитал (программа (а)) и производить предметы потребления (программа (б)) в *переключающемся* режиме. Выполнение программ (а) и (б) подсистемами макроуровня сопровождается накоплением и расходованием денежных средств – «амортизационных» денег. Подсистемы отличаются друг от друга только лишь возрастом своего основного капитала на начало года  $t$ . Контрагентами подсистем являются домашние хозяйства (которые снабжают рабочей силой все три подсистемы и являются потребителями произведенной ими продукции) и банк как посредник. Отметим, наконец, что все показатели макроэкономических подсистем измеряются в *текущих* ценах, так что производимый их совокупным действием ВВП есть *номинальный* ВВП.

Первая подсистема – самая старая, в начале года  $t$  возраст ее основного капитала – 2 года. К этому времени она накопила необходимые амортизационные сбережения и в течение года  $t$  будет воспроизводить свой основной капитал (программа (а)). Возраст основного капитала второй подсистемы в начале года  $t$  равен 1 году; она будет производить и продавать домашним хозяйствам предметы потребления и накапливать сбережения (программа (б)). Третья подсистема – самая молодая: ее возраст - 0 лет; в течение года  $t$  она будет вести себя также как и вторая подсистема (программа (б)).

На следующий год подсистемы в процессе функционирования поменяются местами: первая подсистема после обновления основного капитала становится самой молодой, третья окажется на год старше, вторая становится самой старой и начинает обновлять свой капитал. И так далее (см. рис. 1).



Рисунок 1 – Функционирование подсистем 1,2,3 в режиме переключения в годы  $t, t+1, t+2$ .

Последовательность событий по кварталам года  $t$  будет разворачиваться следующим образом. В начале первого квартала года  $t$  у подсистем 1 и 2 имеются накопленные ранее амортизационные средства, которые хранятся в банке. Одна часть этих средств будет использована по кварталам года  $t$  подсистемой 1 для выплаты зарплаты своим же работникам, обновляющим в течение этого года основной капитал подсистемы 1. Эти работники приносят заработанные деньги домой. Так они попадают в домашние хозяйства (семьи) № 1, концентрирующиеся вокруг подсистемы 1. Другая часть хранящихся в банке амортизационных денег 1 и 2 будет использована в качестве кредитов для формирования оборотных средств подсистем 2 и 3. Считается, что к началу года  $t$  подсистемы 1 и 2 реализуют всю свою продукцию, произведенную в конце года  $t-1$  (склады пусты): ее раскупают домохозяйства №№ 1,2,3, потратив на это заработанные в конце  $t-1$  денежные средства (см. рис. 2).

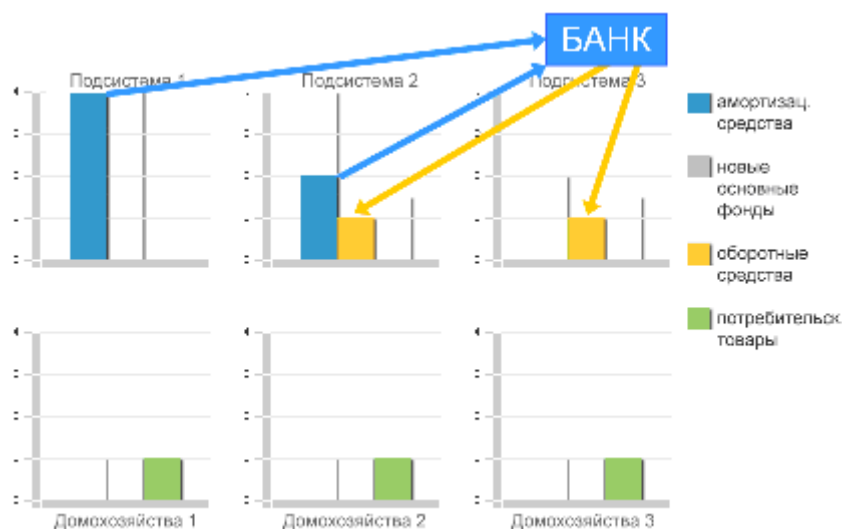


Рисунок 2 – Состояние экономической системы в начале первого квартала года  $t$

В ходе первого квартала деньги из подсистем 1, 2, 3 перетекают в домохозяйства 1, 2, 3 в качестве зарплат, склады заполняются готовой продук-

цией, а домохозяйства потребляют сделанные ранее запасы. Получив зарплаты, домохозяйства начинают покупать произведенные подсистемами 2 и 3 потребительские товары, склады предприятий пустеют, деньги возвращаются предприятиям подсистем 2 и 3, которые пополняют ими свои оборотные средства и частично откладывают в амортизационный фонд (соответствующие потоки товаров и денежных средств изображены на рис. 3).

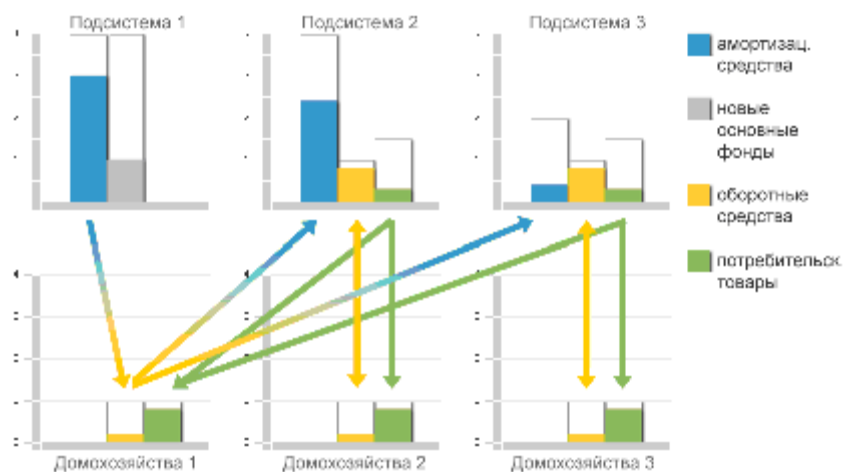


Рисунок 3 – Функционирование экономической системы в 1 квартале года  $t$ .

Аналогичным образом циркуляция товаров и денежных оборотных средств происходит во втором, третьем и четвертом кварталах года  $t$ . В итоге первая подсистема обновляет свой основной капитал, а ее амортизационные средства «перекачиваются» в амортизационные фонды подсистем 2 и 3 (см. рис. 4).

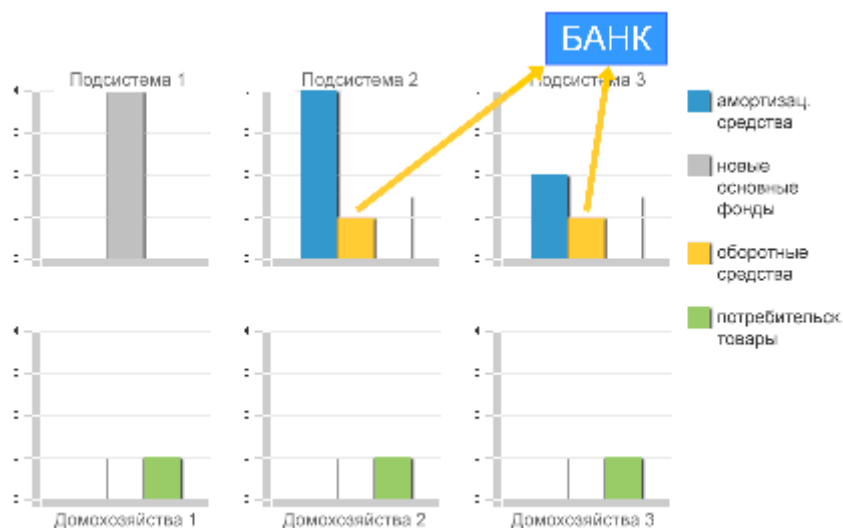


Рисунок 4 – Состояние экономической системы в конце года  $t$ .

В конце года  $t$  подсистемы 2 и 3 расплачиваются с банком за кредиты, взятые в начале года на обеспечение текущей деятельности, и экономическая система возвращается в исходное состояние (см. рисунок 2) с тем лишь отли-

чим, что подсистемы поменялись местами: место первой подсистемы заняла вторая, место второй подсистемы заняла третья, а место третьей – первая с обновленным основным капиталом (см. рисунок 1).

При простом воспроизводстве подобного рода циклы будут повторяться сколь угодно долго, и популяция макроэкономических подсистем будет находиться в динамическом равновесии. Любопытно, что при наличии банка-посредника «амортизационных» денег достаточно для обслуживания всех обменных операций в рассматриваемой экономике, а сами «амортизационные» деньги совершают кругооборот: в своем движении они превращаются в «потребительские» деньги, а «потребительские» деньги вновь превращаются в «амортизационные»<sup>2</sup>.

### 3. Переход к экономическому росту

Допустим, что макроэкономическая подсистема 1 при осуществлении в году  $t$  самовоспроизводства своего основного капитала внедрила новые технологии и создала более эффективный основной капитал. Тогда в году  $t+1$  она способна произвести (в *текущих* ценах) больше потребительских благ, чем третья подсистема, также создающая потребительские блага в году  $t+1$ . Соответственно, совокупное предложение потребительских благ в году  $t+1$  возрастает. Достаточно ли этого условия, чтобы произошел экономический рост? Вообще говоря, нет: дополнительная продукция не может быть куплена, если количество денег у домохозяйств не увеличится. Дополнительный выпуск продукции приведет к экономическому росту, если одновременно повысится совокупный *платежеспособный* спрос.

Возрастание совокупного платежеспособного спроса возможно в случае роста денежного предложения и потребительских предпочтений домашних хозяйств. В свою очередь, рост денежного предложения зависит от монетарной политики денежных властей. При этом возможны три варианта монетарной политики:

Первый вариант. Размер денежной эмиссии обеспечивает прирост совокупного спроса домашних хозяйств, равный приросту совокупного предложения потребительских благ: имеет место безынфляционный рост.

Второй вариант. Размер денежной эмиссии создает спрос в размере большего прироста совокупного предложения потребительских благ: экономический рост сопровождается инфляцией.

Третий вариант. Денежной эмиссии нет: рост невозможен, имеет место кризис перепроизводства потребительских благ. Поскольку первая подсистема добилась большей производительности и стала более конкурентоспособной, с течением времени она или вытеснит из экономики третью подсистему, или поглотит ее капитал. Процесс вытеснения неизбежно будет способство-

---

<sup>2</sup> По нашей оценке, накопленный амортизационный фонд США на конец 2007 г. составлял примерно 17 трлн. долларов. Эта величина почти в 2,5 раза больше американского денежного агрегата  $M(2)$ , составившего в 2007 г. 7,4 трлн. долларов, и заметно превышает годовой ВВП – 13,8 трлн. долларов.

вать росту безработицы и снижению совокупного потребительского спроса, что чревато экономическим спадом и ростом социальной напряженности<sup>3</sup>.

Итак, инновации, введенные в году  $t$  в макроэкономическую подсистему 1, в следующем  $t+1$  году порождают *бифуркационное состояние*, выход из которого зависит от политики денежных властей и эволюции потребительских предпочтений. В этой ситуации экономика не может быть описана так, как это было сделано в модели простого воспроизводства. Основное отличие в том, что вместо банка-посредника, который не занимается эмиссионной деятельностью, должен появиться банк-эмитент новых денег или, по выражению Шумпетера, банк, создающий новую покупательную силу [7]. На макроуровне такую функцию выполняет Центральный банк, а основным способом доставки новых денег, имитируемых Центральным банком, в распоряжение домашних хозяйств, как правило, (по крайней мере, в современных индустриально развитых странах) является механизм наращивания государственного долга и, соответственно, - бюджетный дефицит.

Общая схема, иллюстрирующая переход от простого воспроизводства к экономическому росту, приведена на рис. 5.

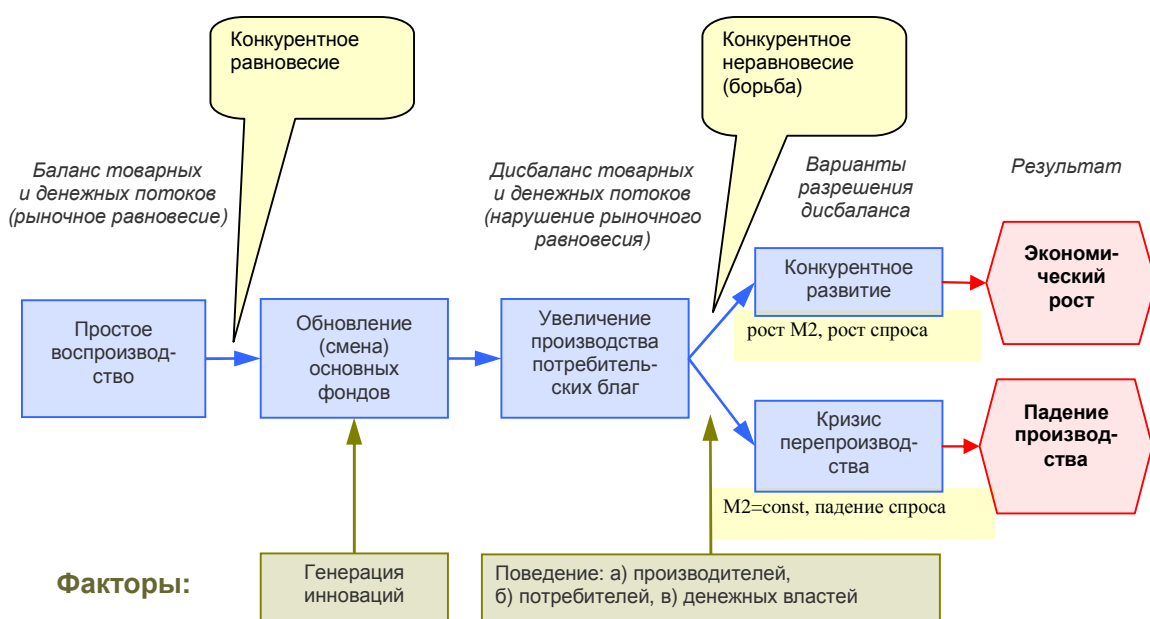


Рисунок 5 – Схема перехода от простого воспроизводства к экономическому росту

<sup>3</sup> Исторически третий вариант неоднократно проявлял себя в форме социальных взрывов (например, восстания луддитов в начале XIX века). Позднее сформировалась практика переквалификации высвобождаемых работников на другие виды деятельности (например, в сферу услуг). Именно сфера услуг стала в XX веке той макроэкономической подсистемой, которая впитывала в себя высвобождающуюся в результате инноваций рабочую силу.

Переход от конкурентного равновесия (в условиях простого воспроизводства) к обострению конкурентной борьбы (в условиях разбалансировки экономической системы), способной привести и к экономическому росту, и экономическому кризису (см. рис. 5), может быть проиллюстрирован моделью роста двух конкурирующих макроэкономических подсистем. Допустим, что динамику производства продукции каждой из этих подсистем отражает следующая логическая схема: *изменение выпуска продукции равно приросту выпуска в условиях отсутствия ресурсных<sup>4</sup> ограничений* минус поправка, учитывающая наличие ресурсных ограничений, минус поправка, учитывающая влияние подсистемы-конкурента.

Математически эта логическая схема сводится к базовой модели конкуренции, широко используемой в исследованиях социальных систем [8], [9]:

$$dx_1/dt = a_1x_1 - b_1x_1^2 - c_1x_1x_2, \quad (1)$$

$$dx_2/dt = a_2x_2 - b_2x_2^2 - c_2x_1x_2, \quad (2)$$

где  $x_i$  - выпуск  $i$ -й подсистемы ( $i = 1, 2$ ).

Первые два члена в правых частях уравнений (1) и (2) характеризуют процесс автономного развития подсистем при ресурсных ограничениях, но без учета конкуренции. Третьи члены в правых частях уравнений (1) и (2) учитывают наличие конкуренции. Они входят в уравнения со знаком «минус», отражая тот факт, что наличие конкурентов ухудшает экономическое положение рассматриваемой подсистемы и может угрожать самому ее существованию. Угроза существованию вынуждает конкурирующие подсистемы активизировать свою деятельность (в терминах модели - увеличивать  $a_i$ ), причем, чем выше уровень угрозы со стороны конкурентов, тем активнее должны быть усилия по наращиванию собственных возможностей. С учетом этого можно записать:

$$dx_1/dt = a_1(1+h_1x_2)x_1 - b_1x_1^2 - c_1x_1x_2 = a_1x_1 - b_1x_1^2 + (h_1a_1 - c_1)x_1x_2, \quad (3)$$

$$dx_2/dt = a_2(1+h_2x_1)x_2 - b_2x_2^2 - c_2x_1x_2 = a_2x_2 - b_2x_2^2 + (h_2a_2 - c_2)x_1x_2. \quad (4)$$

Видно, что в отличие от (1) и (2) уравнения (3) и (4) могут описывать как экономический спад (при  $h_1a_1 - c_1 < 0$ ), так и экономический рост (при  $h_1a_1 - c_1 > 0$ ). Величина  $(h_1a_1 - c_1)$  является бифуркационным параметром, определяющим характер динамики системы. В свою очередь, величина  $(h_1a_1 - c_1)$  зависит от параметра  $h_1$ , на значение которого влияет целый ряд факторов: доступность кредитных средств, дешевых сырьевых ресурсов, квалифицированной рабочей силы, передовых технологий, наличие спроса на выпускаемую продукцию. При различных сочетаниях указанных факторов бифуркационный параметр будет принимать различные значения, от которых в свою очередь будет зависеть характер динамики экономической системы (рост, падение или стагнация).

<sup>4</sup> Здесь «ресурсы» понимаются в широком смысле. К ним относятся сырье, рабочая сила, денежные ресурсы, платежеспособный спрос на выпускаемую продукцию и т.п.



Необходимо иметь в виду, что реально параметры  $a_i$ ,  $b_i$ ,  $c_i$ ,  $h_i$  системы (3)-(4) являются не постоянными величинами, а изменяются во времени. Во-первых, на их величину влияет внешняя конъюнктура, например, изменение стоимости ресурсов на рынках труда, сырья, капиталов. Во-вторых, они зависят от институциональных особенностей рассматриваемой экономической системы, от предыстории протекающих в ней процессов. В-третьих, конкурирующие подсистемы в какой-то степени могут влиять на значение данных параметров (например, наращивая инновационную активность или усиливая давление на конкурента). Поэтому ситуация является изменчивой, каждая разбалансировка экономической системы может породить целый «веер» возможных исходов.

Важно, что динамические модели конкуренции типа (3)-(4) позволяют учесть это многообразие и могут стать основой математического описания неравновесных ситуаций, возникающих в результате наличия переключающихся режимов в экономике.

#### 4. Заключение

В математических моделях *мэйнстрима*, как правило, исследуются либо «точечные» состояния рыночного равновесия, либо результирующие тренды устойчивого экономического роста. Эти модели *не решают* поставленную нами задачу перехода от простого воспроизводства к росту. Их сложно использовать как инструмент поддержки принятия экономических решений. Одна из причин подобного положения дел, на наш взгляд, заключается в том, что экономисты-теоретики до сих пор воспринимают макроэкономику исключительно как систему, которая осуществляет в режиме *совместного* производства воспроизводство самой себя и производство потребительских благ. Другой подход к макроэкономике как популяции макроэкономических подсистем, выполняющих те же самые функции, но в режиме *переключающегося* производства, экономисты-теоретики не рассматривают.

Именно этот подход, по нашему мнению, открывает серьезные перспективы в деле создания принципиально новых экономических моделей, описывающих:

- конкурентные отношения на макроуровне,
- макроэкономические бифуркационные состояния,
- состояния динамического неравновесия денежных и товарных потоков при внедрении инноваций и последующем изменении поведения производителей, потребителей и денежных властей.

Особенность предлагаемого подхода в том, что он не настроен на поиск тренда устойчивого роста. Напротив, он показывает, каким образом в результате систематических переходов от одних бифуркационных состояний к другим экономика то выходит на траекторию экономического роста, то впадает в рецессию, то стагнирует, то вновь возвращается к росту (см. рис. 6).

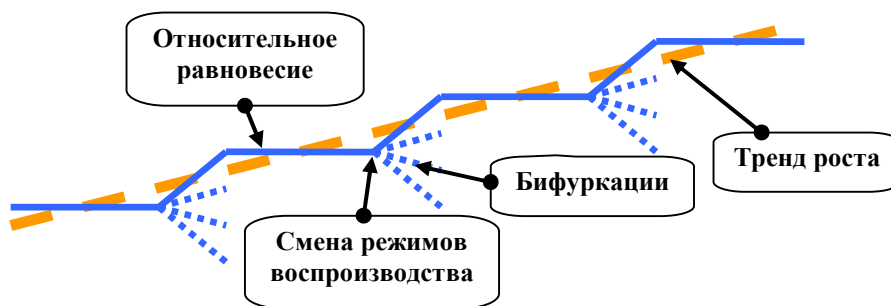


Рисунок 6 – Моделирование экономического роста через последовательность бифуркаций

При таком понимании макроэкономики центр тяжести научных исследований в области экономической теории смещается в сторону анализа конфликта интересов, всякий раз обостряющегося при внедрении радикальных инноваций. Что же касается исследований в области математического моделирования, то в данном случае актуализируются следующие направления развития математических методов:

- моделирование нестационарных и несинхронных режимов функционирования экономических систем;
- моделирование взаимодействия товарных и денежных потоков в нестационарных условиях;
- моделирование влияния обратных положительных связей (эффектов положительной отдачи) в экономических системах;
- моделирование бифуркаций в экономических системах и определение критических значений экономических параметров, определяющих переход от одного режима функционирования к другому.

#### Список литературы

- [1] Ланкастер К *Математическая экономика* (М.: Советское радио, 1972)
- [2] Шараев Ю В *Теория экономического роста* (М.: Изд. дом ГУ ВШЭ, 2006)
- [3] Глазьев С Ю *Теория долгосрочного технико-экономического развития* (М.: ВладДар, 1993)
- [4] Кенэ Ф *Физиократы. Избранные экономические произведения* (Под ред. П.Н. Клюкина) (М.: Эксмо, 2008) с. 279-287
- [5] Маркс К Энгельс Ф *Избранные произведения. В 9 т. Т. 8* (М.: Политиздат, 1987)
- [6] Маевский В И *Известия Академии наук СССР Серия экономическая* 6 71-81 (1980)
- [7] Шумпетер Й А *Теория экономического развития* (М.: Прогресс, 1982)
- [8] Чернавский Д С *Синергетика и информация (динамическая теория информации)* (М.: Едиториал УРСС, 2004)

[9] Малков С Ю *Социальная самоорганизация и исторический процесс: Возможности математического моделирования* (М.: Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2009)

## Transition from the simple reproduction to the economic growth

V. Mayevsky, S. Malkov

### SUMMARY

The economic macrolevel is considered in the form of the macroeconomic subsystems population, each of which reproduces the fixed capital and manufactures the consumer welfare, but it is been doing serially, in the switched mode. The innovations introduction in such population generates inevitably competitive relations between macroeconomic subsystems, as well as bifurcational conditions which lead either to increase, or to decline in output - subject to factors. Modeling of the given population behavior is possible by the computer realization of the algorithms reflecting non-stationary and non-synchronous modes of the macroeconomic subsystems functioning.



Рисунок 1 – Функционирование подсистем 1,2,3 в режиме переключения в годы  $t$ ,  $t+1$ ,  $t+2$ .

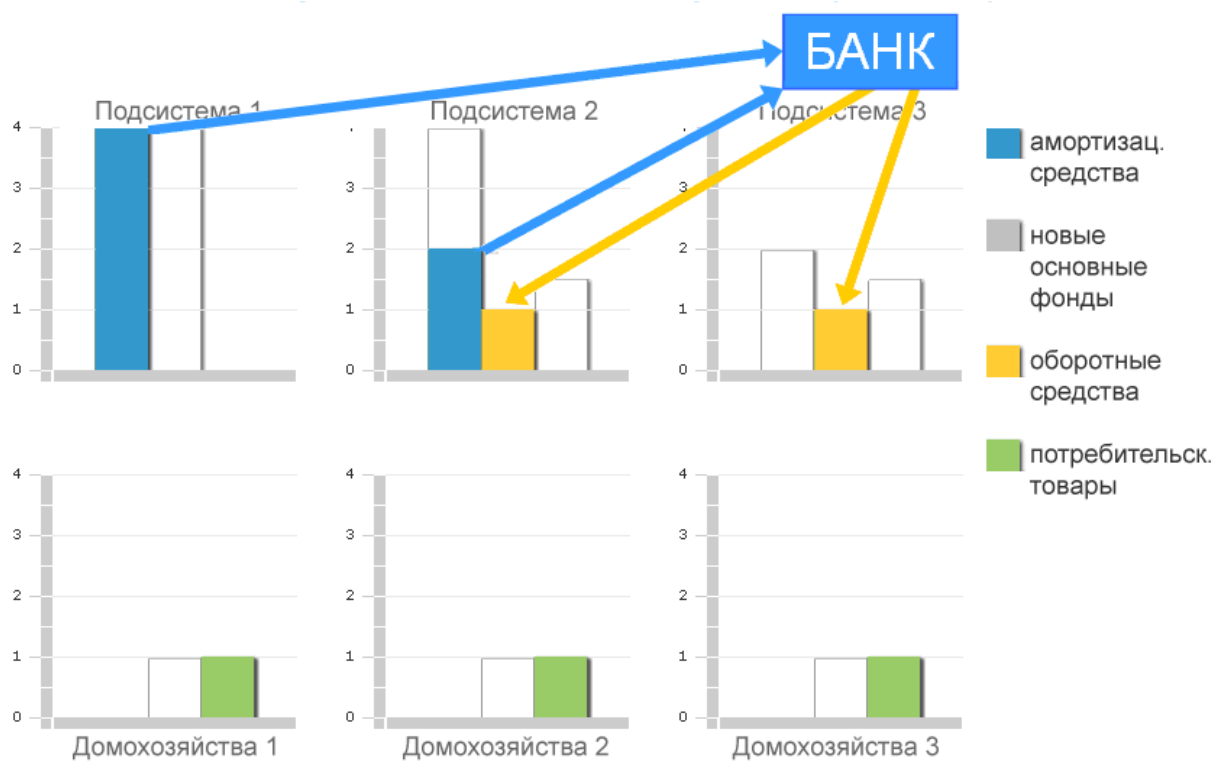


Рисунок 2 – Состояние экономической системы в начале года  $t$

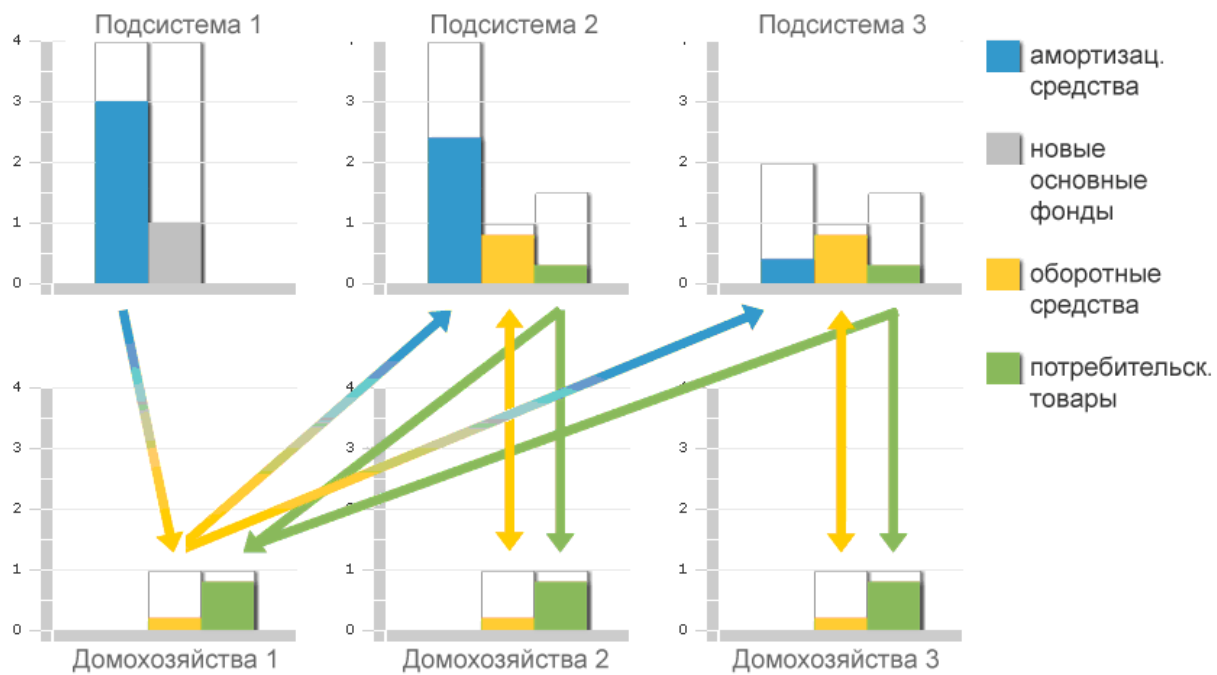


Рисунок 3 – Функционирование экономической системы в 1 квартале года  $t$ .

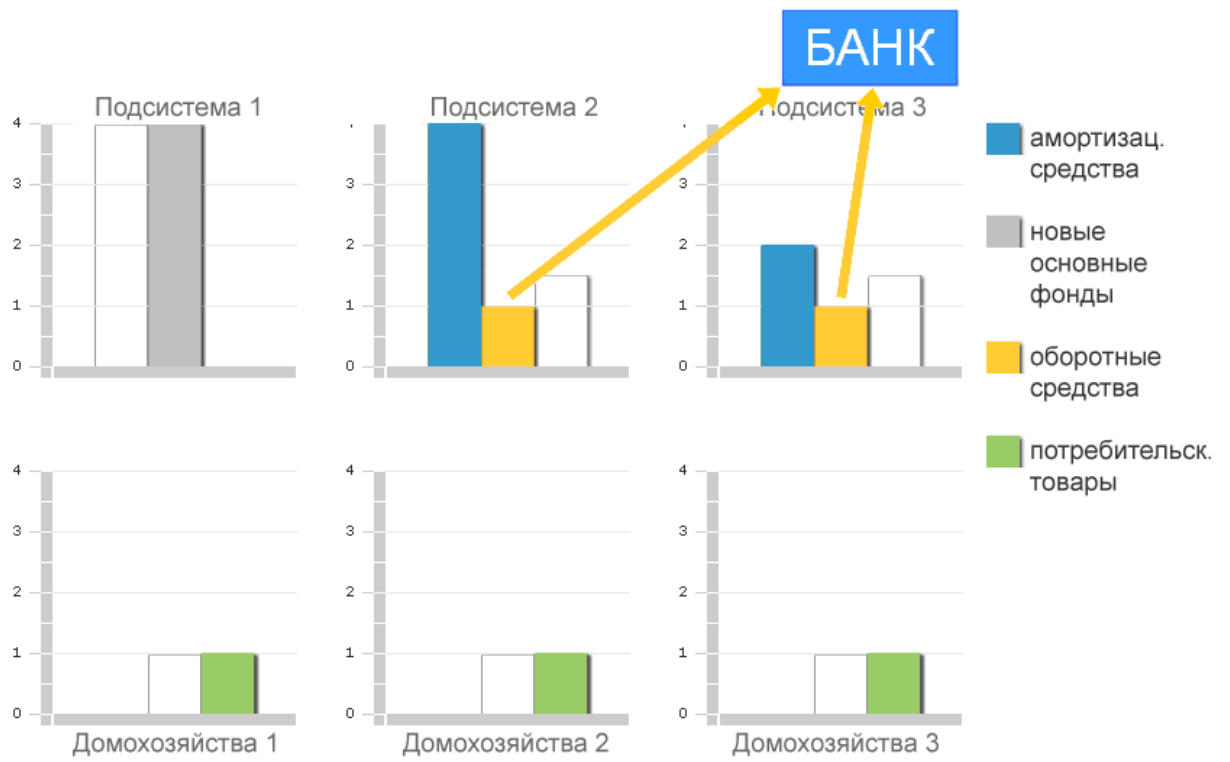


Рисунок 4 – Состояние экономической системы в конце года  $t$ .



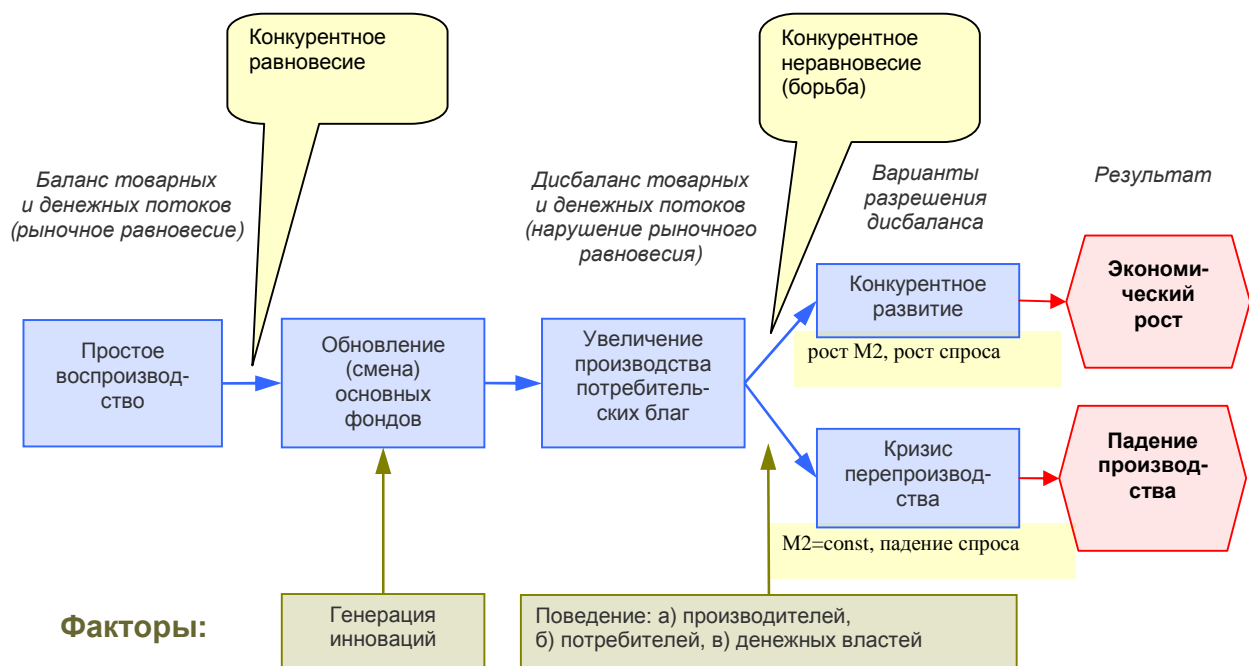


Рисунок 5 – Схема перехода от простого воспроизводства к экономическому росту

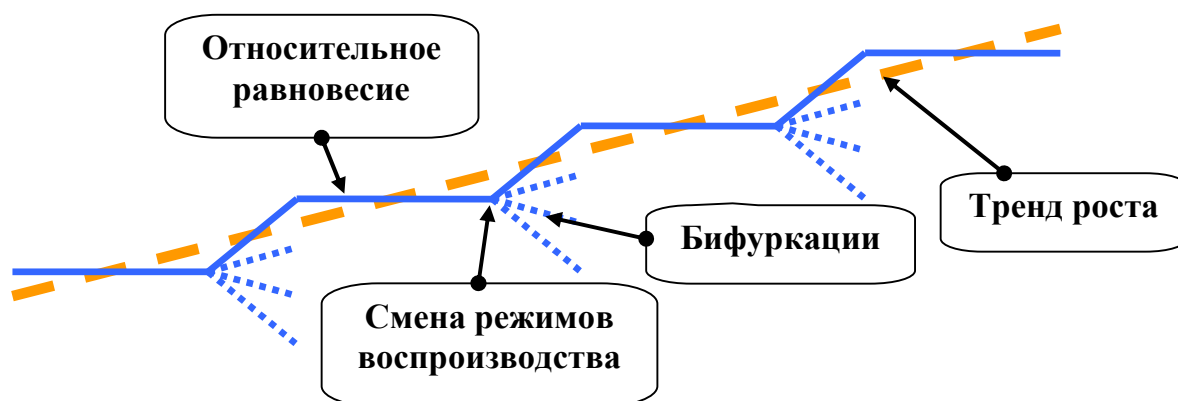


Рисунок 6 – Моделирование экономического роста через последовательность бифуркаций.

**ФИО**

Малков Сергей Юрьевич

**Адрес по прописке**

141090, г.Юбилейный Московской области, ул. Лесная , д.25, кв.70

**Дата рождения**

8 августа 1955 года

**Гражданство**

РФ

**Паспорт**

номер 46 01 297310 выдан ОВД г.Юбилейного Московской области  
22.05.2001 г.

**Контактные телефоны**

(945)543 36 77 (служебный)

(945)515 96 31 (домашний)

8-906-093 90 36 (мобильный)

**e-mail**

s@malkov.org

**ФИО**

Маевский Владимир Иванович

**Адрес по прописке**

117647, г. Москва, ул. Акад. Капицы, д. 26, корп. 1, кв. 48.

**Дата рождения**

1 июня 1941 года

**Гражданство**

РФ

**Паспорт**

4503 497181, выдан Паспортным Столом № 1 ОВД «Коньково» г. Москвы, дата выдачи 29.07.2002, код подразделения 772-027

**Контактные телефоны**

(499) 129 08 88 (служебный)

(495) 420 20 61 (домашний)

8 916 618 69 60

**E-mail**

[maev@orc.ru](mailto:maev@orc.ru)