

Чернавский Д.С., Старков Н.И., Малков С.Ю., Коссе Ю.В., Щербаков А.В. Модель современной макроэкономики России // Сценарий и перспектива развития России / Под ред. В.А.Садовниченко, А.А.Акаева, А.В.Коротаева, Г.Г.Малинецкого. – М.: ЛЕНАНД, 2011, с.126-159.

2.1. Модель современной макроэкономики России

Д.С.Чернавский, Н.И.Старков, С.Ю.Малков, Ю.В.Коссе, А.В.Щербаков

Введение

В настоящее время в мире сложилась особая ситуация. Во-первых, закончилась стадия плавного развития и начался этап бурных событий, который воспринимается как кризис.

Такое поведение характерно для всех развивающихся систем: стадии спокойного развития («русла») чередуются со стадиями бурного, квазихаотического («джокер» или «перемешивающийся слой» [1,2,3]).

В этой стадии система приобретает новые качества – возникает новая информация. Каждый кризис чем-то похож на предыдущие, но и в чём-то существенно отличается (поскольку появляется новая информация).

Во-вторых, экономическая наука, включая теоретическую (математическую экономику) также находится в кризисном состоянии. Этот вопрос мы обсудим позже.

В-третьих, изменились цели и задачи теоретической макроэкономики. В течение плавной стадии основная цель – прогноз развития событий, по возможности на длительный срок. В стадии перемешивающегося слоя (кризис) горизонт прогнозирования сокращается. В частности, из-за того, что на правительственном уровне принимаются решения, последствия которых руководству не всегда известны.

Актуальной становится другая задача – построить модель, которая является инструментом поддержки принятия решения на уровне руководства. Иными словами, цель такой модели не долгосрочный прогноз при квазипостоянных условиях, а ответы на вопросы, что произойдет в обозримое время, если будет принято такое-то решение.

Именно такая модель была построена более 10 лет тому назад и апробирована на событиях 90-х годов (т.е. в условиях кризиса с учетом меняющихся параметров) [4-7]. В этом разделе представлено современное состояние модели и приведены некоторые примеры откликов экономической системы России на возможные решения на государственном уровне (как до кризиса, т.е. 2007-2008 гг., так и в настоящее время).

1 Основные положения модели

Предлагаемая модель построена на основе принципов моделирования развивающихся систем. Один из этих принципов заключается в том, что вначале строится т.н. базовая модель явления. Она должна описывать суть явления (например, колебания, наличие нескольких стационарных состояний и переходы между ними и т.д.). В то же время базовая модель должна быть проста, содержать небольшое число переменных (как правило, не больше двух) и допускать полный бифуркационный анализ. Базовая модель не должна описывать детали явления. Для описания деталей (а именно, они важны в практических приложениях), строится т.н. имитационная модель, которая содержит все бифуркации базовой и вместе с тем описывает необходимые детали процесса. Разумеется,

имитационная модель содержит большое число переменных и её бифуркационный анализ затруднен, но он и не всегда нужен, если имитационная модель построена на основе базовой.

Рассматриваемая здесь модель является имитационной, но построена она на основе базовой. В качестве таковой использована модель [4-7], построенная и исследованная ранее. Напомним её свойства.

Модель содержит две динамические переменные и допускает исследование на фазовой плоскости. В модели имеются три устойчивых состояния и два неустойчивых состояния равновесия, расположенных между ними на балансовой диаграмме (см. ниже). Каждое устойчивое состояние (аттрактор) имеет свою область притяжения, отделенную от другой области притяжения сепаратрисой.

Устойчивые состояния имеют разные свойства.

1. *Высокопроизводительное состояние* (далее ВП). В нем все имеющиеся производственные мощности задействованы (точнее, имеется небольшой резерв, который и обеспечивает его устойчивость).

2. *Низкопроизводительное состояние* (далее НП), в котором значительная часть производственных мощностей не задействована.

3. *Натуральное хозяйство*, в котором обрабатывающая промышленность и вообще массовое производство отсутствует.

При определенных значениях параметров (как внутренних, так и внешних) могут существовать все три устойчивых состояния. При этом вся система (страна) может находиться в каком-либо из них, в зависимости от величин динамических переменных. Каждое из состояний может потерять устойчивость при изменении параметров. Тогда система достаточно быстро переходит в то устойчивое состояние из оставшихся, в области притяжения которого она оказалась. Это явление – резкий переход в другое состояние – в математике носит название *жесткой бифуркации*, или *катастрофы*.

Потеря устойчивости ВП состояния и переход в НП воспринимается как кризис. Так же воспринимается и переход НП состояния в натуральное хозяйство. Обратные переходы воспринимаются как «экономическое чудо».

В [4-7] исследовались как бифуркационные переходы, вызванные изменением параметров, так и переходы без изменения параметров, вызванные резким изменением динамических переменных (например, оборотных средств предприятий), когда система "перебрасывается" в область притяжения другого устойчивого состояния. Такие переходы тоже могут вызвать как «кризис», так и «экономическое чудо».

Эти процессы напоминают фазовые переходы в физике конденсированных сред (включая такие свойства, как гистерезис). Однако, эта аналогия отнюдь не оправдывает простое и бездумное перенесение физически теорий в экономику, поскольку сама по себе природа объектов может быть совершенно различной. Для построения экономической модели необходим детальный анализ процессов с учетом экономической специфики.

Аналогия с фазовыми переходами приведена здесь, чтобы подчеркнуть, что такие фундаментальные свойства, как переходы между состояниями, имеют место во многих науках и описываются сходными (но не тождественными) базовыми моделями.

Рассматриваемая в данном разделе модель, по существу, является имитационной, но в ней сохранены основные свойства базовой модели [4]. Это значит, что для нее характерны те же бифуркации с теми же свойствами и используются те же динамические переменные. В то же время в ней увеличено число групп населения и, соответственно, число переменных. Фазовое пространство многомерно и его наглядное представление на плоскости невозможно. Таким образом, предлагаемая модель ближе к реальности и вместе с тем в ней сохранены преимущества базовой модели – известен характер основных бифуркаций.

В модели использовано так называемое *однопродуктовое приближение*, как и в базовой модели. Это значит, что рассматривается единый агрегат продуктов, которые производятся и потребляются внутри страны – России.

В этот агрегат *входят*: продукция сельского хозяйства, продукция обрабатывающей промышленности и услуги. К последним традиционно относятся услуги посредников (торговля) и финансовые услуги (банки).

В агрегат (продукт) *не входят*: сырье и продукты его первичной переработки, энергоносители, транспортные услуги. Основания для такого выделения состоят в следующем.

Цена продукта p в модели является динамической переменной и определяется из условия баланса спроса и предложения на внутреннем рынке России. Она играет важную роль как индикатор состояния экономики.

Цены сырья, энергоносителей и транспортные тарифы определяются не на внутреннем рынке. Частично они диктуются мировым рынком, частично контролируются государством (транспортные тарифы и электроэнергия). Причина в том, что упомянутые товары являются продукцией естественных монополий, поэтому их цена не может регулироваться свободным рынком. Сырьевые монополии работают преимущественно на экспорт и продают свою продукцию по мировым ценам. Цены металлов "назначаются" по воле владельцев монополий либо определяются внешним рынком. Цены энергоносителей изменяются пропорционально внутренним ценам, т.е. они либо отслеживают инфляцию, либо сами вызывают её.

Товары, входящие в единый «продукт», можно классифицировать по характеру их использования. Традиционно выделяют следующие классы: товары первой необходимости (жизненно важные, такие как пища и одежда), товары длительного пользования (автомобили, бытовая техника и т.д.) и элитные товары. Эта классификация важна при формировании функции спроса продукции (см. ниже)

1.1 Функция спроса

Важную роль в модели играет функция спроса $Q(U, p)$. При моделировании живых развивающихся систем необходимо учитывать поведенческие реакции агентов. Так, в экологических задачах необходимо учесть, чем питаются различные участники экосистемы и в каком количестве.

В моделях социальных процессов поведенческие реакции часто называют «человеческим фактором». В экономике поведенческие реакции описываются, в частности, функциями спроса. Они представляют собой количество продукта, приобретаемого потребителем в единицу времени при наличии у него средств, – U и цене продукта p . Условимся единицу продукта в натуральном измерении называть термином «штука».

При пропорциональном изменении величин U и p (например, при деноминации денег) величина Q не должна меняться. Поэтому функция спроса Q зависит от одной переменной $U/p = r$, которую мы будем называть *покупательной способностью потребителя*. Размерности функции спроса и покупательной способности совпадают и составляют количество «штук» продукта в единицу времени.

Отметим, что в экономической литературе чаще используются функции спроса, зависящие не от накоплений, а от доходов, точнее от отношения доходов P в единицу

времени к цене: $Q_j \left(\frac{P}{p_j} \right)$, где p_j – цена товара j -ого типа, Q_j – количество этого товара.

Эта функция спроса актуальна, когда имеется несколько продуктов и потребитель решает какую часть дохода истратить на приобретение каждого из них.

Функции $Q_j\left(\frac{U}{p_j}\right)$ и $Q_j\left(\frac{P}{p_j}\right)$ вообще говоря, различны, хотя и сходны по поведению

в зависимости от соответствующего аргумента. Какая из них более адекватна поведению потребителя – вопрос спорный. При малых накоплениях U (или отсутствии их) потребитель чаще ориентируется на доходы. При приобретении дорогих товаров долговременного пользования потребитель ориентируется на имеющиеся у него накопления (для чего значительная часть накоплений и делается). При развитии системы кредитования населения возможны оба типа поведения.

В однопродуктовом приближении использовать функцию $Q\left(\frac{P}{p}\right)$ невозможно.

Действительно в стационарных условиях весь доход P должен быть истрачен на приобретение одного продукта. Следовательно, количество его Q должно быть равно

$Q\left(\frac{P}{p}\right) \equiv \frac{P}{p}$. Функция $Q\left(\frac{U}{p}\right)$ сохраняет смысл, поскольку не все накопления тратятся на приобретение продукта.

Форма функции спроса $Q\left(\frac{U}{p}\right)$ приведена на [рисунке 1](#) и может быть представлена в аналитическом виде

$$Q(r) = Q_1 \cdot \frac{r}{r + r_1} + \Theta(r - r_{\min}) \cdot \left[Q_2 \cdot \frac{r - r_{\min}}{r - r_{\min} + r_{02}} + e \cdot (r - r_{\min}) \right], \quad (1)$$

где $\Theta(x) = \begin{cases} 0, & \text{при } x < 0 \\ 1, & \text{при } x > 0 \end{cases}$.

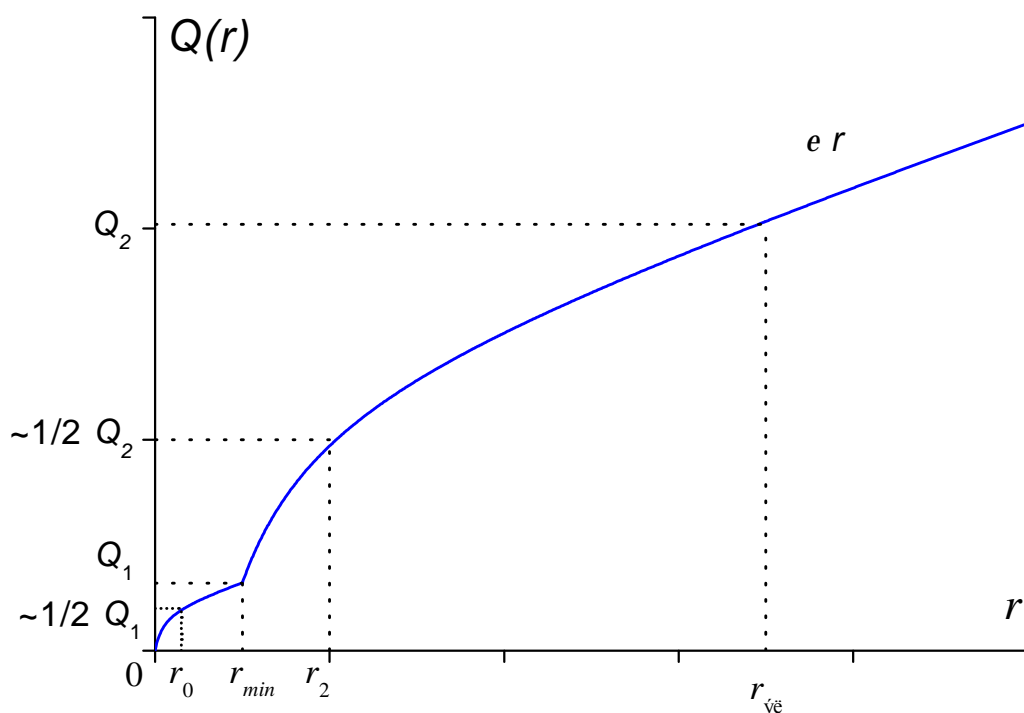


Рисунок 1 - Вид функции спроса

Смысл параметров Q_1 , Q_2 , r_1 , r_2 , r_{min} и e в следующем.

Параметр Q_1 соответствует полному удовлетворению жизненно необходимых потребностей, r_1 – значение покупательной способности, при которой эти потребности удовлетворяются наполовину.

Величина r_{min} – покупательная способность, ниже которой потребитель не приобретает товаров долговременного пользования. Она зависит от психологии потребителя. Так, большое значение r_{min} означает, что человек склонен полнее удовлетворить потребности первой необходимости, т.е. жить проще. Малое значение r_{min} означает, что потребитель склонен жить «по-современному», даже в ущерб питанию.

Параметр Q_2 соответствует полному удовлетворению товарами долговременного пользования, т.е. приобретению всего «джентльменского набора» товаров: комплект бытовой техники, автомобиль, дача и т.д.

Параметр r_2 характеризует стремление человека выглядеть достойным «джентльмена». При малом значении r_2 человек, едва накопивший средства в количестве $U \gg r_{min} \cdot p$ стремится тут же их потратить на приобретение «джентльменского набора». При большом значении r_2 , напротив, человек ведет себя скромно и бережливо даже при накоплениях $U > r_{min} \cdot p$.

Параметр e отражает наличие "всевозрастающих потребностей человека", т.е. неспособность многих остановиться в своих тратах на приобретение роскоши при наличии соответствующих средств.

Таким образом, параметры функции спроса отражают человеческий фактор, т.е. психологию потребителя.

Как упоминалось ранее, в модели важно поведение коллектива потребителей и, следовательно, параметры функции спроса имеют социально-психологический характер, учитывают обычаи и правила поведения, сложившиеся в данном обществе.

В разных странах эти параметры, вообще говоря, различны и функции спроса могут заметно отличаться. Сигмоидальный характер функции спроса играет в модели очень

важную роль. Его эффект зависит от параметров r_{min} и r_2 : при малых r_{min} и больших r_2 функция спроса практически становится плавной и всюду выпуклой: сигмоидность (т.е. «клюв» на рисунке 1) исчезает. Параметры функции спроса могут меняться с течением времени, но медленно (например, при смене поколений, о чем будет сказано далее).

Конкретные значения параметров функции спроса в современной России мы обсудим позже.

1.2 Производственная функция

Уровень технологии производства отражается так называемой производственной функцией $F(r')$. Она представляет собой количество продукции в штуках, производимое за единицу времени при вложении средств в размере r' (здесь удобнее средства измерять тоже в штуках продукта r). Зависимость $F(r')$ в общем случае представлена на [рисунке 2](#), она имеет пороговый характер.

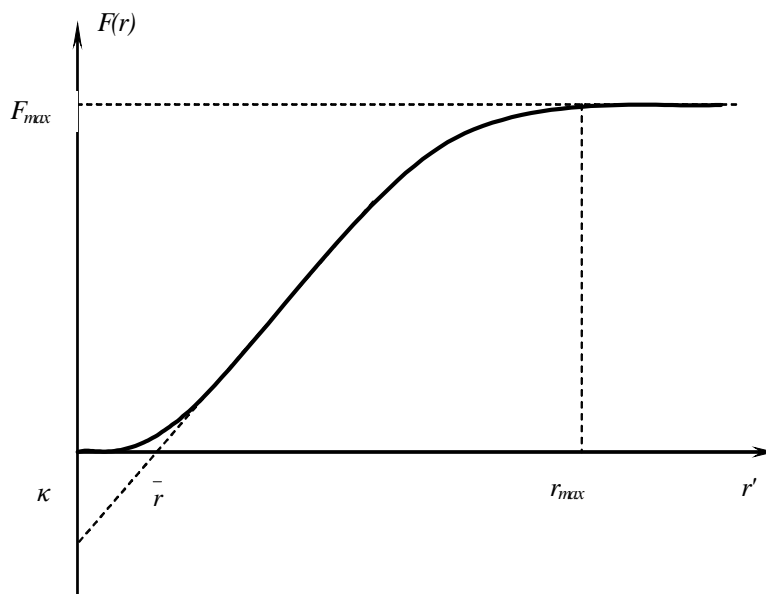


Рисунок 2 – Вид производственной функции

Можно выделить три области:

1. При малых r' ($r' < \bar{r}$) продукция практически отсутствует, но средства необходимо вкладывать для покрытия так называемых постоянных издержек. В них входят:
 - а) затраты на содержание предприятия κ , даже если оно не работает;
 - б) затраты на совершенствование технологий, т.е. создание инноваций (НИР, НИОКР).

Далее мы будем аппроксимировать функцию $F(r')$ кусочно-линейной функцией.

Как правило, величины $\kappa \ll F_{max}$ и $\bar{r} \ll r_{max}$, и в первом приближении ими можно пренебречь.

2. Область, в которой производственные фонды загружены не полностью и при изменении объема оборотных средств r' пропорционально изменяется объем произведенной продукции

$$F = c \cdot h \cdot r' \cdot \frac{1}{t}, \quad (2)$$

где h – доля оборотных средств, идущая на оплату рабочих,

χ – характеризует прибавочный продукт: $\chi-1$ – это число штук продукта, переданного рабочими владельцу в обмен на одну штуку продукта, полученного ими в форме зарплаты,
 τ – время производственного цикла.

Уместно сделать замечания:

- 1) фактически здесь принято, что имеет место сделная оплата труда. Это оправдано в случае серийного производства, когда предприятие может временно прекращать работу (простаивать). В современной России ситуация близка к таковой. Повременная оплата труда более эффективна в случае непрерывного поточного производства.
 - 2) оборотные средства r' составляют основную часть полных накоплений владельцев r . Другая (меньшая) часть r'' не используется в производстве, а идет на покрытие личных нужд владельца. Далее для удобства мы примем:

$$r'=(1-g)\cdot r; \quad r''=g\cdot r, \quad (3)$$
 где $g \ll 1$ – доля накоплений владельцев, используемая ими для приобретения продуктов для личных нужд в соответствии с функцией спроса;
 - 3) коэффициент χ зависит от уровня технологии, определяющего производительность труда, и от психологии рабочих и владельцев. Величина χ кроме того определяется в результате договора между владельцами и рабочими и, следовательно, тоже отражает «человеческий фактор». В разных странах величина χ может быть различной.
3. Область $r' > r_{min}$ соответствует ситуации, в которой все производственные мощности загружены максимально. Тогда количество продукции, производимой в единицу времени, зависит только от количества и качества (т.е. производительности) оборудования и равно F_{max} . Увеличение оборотных средств в этом случае не ведет к увеличению производства продукта, т.е. $F(r')=F_{max}$ и не зависит от r' . (Реально величина F_{max} изменяется со временем под воздействием инвестиций в основные средства, а также из-за естественного выбытия основных средств вследствие их физического и морального устаревания. Однако здесь для упрощения изложения F_{max} считается неизменной, то есть, по существу, рассматриваются производственные процессы в краткосрочном периоде. Соответственно, денежные балансы в излагаемой версии модели не учитывают динамику долгосрочных инвестиций.)

В кусочно-линейном представлении производственную функцию можно записать в виде

$$F(r) = \begin{cases} \frac{c \cdot h \cdot (1-g)}{t} \cdot r, & \text{при } r < r_{max} \\ F_{max}, & \text{при } r > r_{max} \end{cases}, \quad (4)$$

где $F_{max} = \frac{c \cdot h \cdot (1-g)}{t} \cdot r_{max}$.

Область, где $F = \frac{c \cdot h \cdot (1-g)}{t} \cdot r$, соответствует низкопродуктивному состоянию, а

область, где $F = F_{max}$, – высокопродуктивному состоянию.

В модели особую роль играют переменные издержки, пропорциональные объему производства. К ним относятся: налоги, издержки на сырье, энергию, транспорт и

зарплата рабочим. Отметим, что важную роль оплата играет труда. С одной стороны она определяет объем производства, с другой стороны она входит в число издержек.

С учетом этого издержки можно представить в виде:

$$F \cdot (k_2 + I) + F \cdot (1 + k_1) \cdot \frac{1}{c} \quad (5)$$

В НП состоянии, где $F = \frac{c \cdot h \cdot (1 - g)}{t} \cdot r$ сумма издержек равна

$$\begin{aligned} & \frac{c \cdot h \cdot (1 - g)}{t} \cdot r \cdot (k_2 + I) + \frac{h \cdot (1 - g)}{t} \cdot r \cdot (1 + k_1) = \\ & = \frac{c \cdot h \cdot (1 - g)}{t} \cdot r \cdot \left[k_2 + I + \frac{1}{c} \cdot (1 + k_1) \right] = \frac{c \cdot h \cdot (1 - g)}{t} \cdot r \cdot (1 - m), \end{aligned} \quad (6)$$

где $m = 1 - \left[k_2 + I + \frac{1}{c} \cdot (1 + k_1) \right]$.

Здесь k_2 – доля произведенного продукта, выплачиваемого в форме налогов;

λ – доля произведенного продукта, выплачиваемая за сырье, энергию и транспорт, т.е. товары и услуги сырьевых компаний и естественных монополий;

k_1 – социальный налог, начисляемый на фонд оплаты труда.

Здесь уместно сделать ряд замечаний.

- 1) Налоговая система в современной России достаточно сложна (как, впрочем, и в других странах). В данном случае речь идет о налогах на юридические лица. Мы используем один коэффициент k_2 , включающий налоги на прибыль, НДС и т.д., поскольку все они пропорциональны объему производства.
- 2) Известно, что в современной России заметную роль играют нелегальные поборы (так называемые «откаты», взятки и т.п.). Они тоже пропорциональны объему производства и могут быть учтены как дополнительное увеличение коэффициента k_2 , по сравнению с официальными налоговыми ставками.
- 3) Параметр $(1 - \mu)$ имеет простой смысл. Это отношение издержек к валовой продукции. Иными словами, рентабельность производства равна μ .
- 4) Величина λ фигурирует в (5) и (6) как внешний параметр. В действительности величина λ зависит от отношения цен сырья и товаров естественных монополий (далее СТЕМ) к цене внутреннего продукта p . Как упоминалось, цена части СТЕМ (например, отдельных видов сырья) пропорциональна цене p . В этом случае величина λ постоянна. Цены другой части СТЕМ (транспорт, энергия) фиксируются на определенное время, в течение которого относительные издержки обратно пропорциональны p . В целом можно положить

$$I = I_0 \left(1 - a + a \frac{p_0}{p} \right), \quad (7)$$

где a – доля издержек на СТЕМ, цены которых фиксированы; λ_0 и p_0 – значения соответствующих величин в момент фиксации.

1.3 Учет импорта

В настоящее время на внутреннем рынке России существенную роль играют импортные товары. В последние годы величина импорта Q_{imp} непрерывно возрастала и достигла уровня порядка 30% от величины отечественного производства. Разумеется, импортируются не все товары, а лишь те, цена которых p_{ex} (в свободно конвертируемой валюте (СКВ) существенно ниже цен на внутреннем рынке (с учетом курса рубля к СКВ). Поэтому рентабельность импортных операций достаточно высока и по порядку величины равна:

$$rent_{imp} \approx \left(\frac{p}{cp_{ex}} - 1 \right), \quad (7a)$$

где c – курс рубля к СКВ (здесь мы не учитываем издержки на транспорт и хранение импортных товаров, которые относительно малы). В настоящее время рентабельность импорта товаров обрабатывающих отраслей сильно превышает рентабельность отечественных предприятий. Величина импорта Q_{imp} определяется не только рентабельностью, но и другими факторами. Тем не менее, и она возрастает с ростом цены p . В модели мы учтем Q_{imp} как внешний параметр.

1.4 Основные экономические агенты

Население страны в модели разделено на 7 групп, представленных в [таблице 1](#). В ней же приведены численности групп n_i (в млн. человек).

[Таблица 1](#) – Группы населения и их численность

№ п/п	Группа	Численность n_i , млн.
1	Пенсионеры	31
2	Работники промышленности	24
3	Бюджетники	23
4	Работники сферы услуг	12
5	Работники сырьевой промышленности	3
6	Владельцы	5
7	Элита	0,3

В таблице представлены те группы, которые имеют доходы и тратят их на приобретение продукта, а также участвуют в производстве. Полное число таких людей принято равным $N = 100$ млн. В таблице не приведены несовершеннолетние, поскольку они не имеют доходов и не участвуют лично в приобретении товаров.

Основной признак деления на группы – характер экономической деятельности (или, что то же самое, способ получения дохода).

Группа 1 – пенсионеры. Их доходы номинированы в рублях и постоянны в соответствии с законом. Часть из пенсионеров продолжают работать (или подрабатывать) и по этому принципу они должны быть отнесены к группе 2 или 4. Однако, информация о том, какова эта часть, не достоверна.

Группа 2 – рабочие и служащие промышленных предприятий. Их доходы в рамках модели составляют определенную часть оборотных средств и номинированы в штуках продукта. В стабильных условиях, когда цена продукта p постоянна (ценовая инфляция отсутствует) номинация дохода в штуках и рублях не имеет разницы. При изменении цены p то, в каких единицах номинированы доходы рабочих, становится существенным.

Модель допускает вариант, в котором зарплаты номинируются в рублях и при инфляции реальные доходы (покупательные способности) падают.

Группа 3 – бюджетники. Их доходы номинированы в рублях, они определяются штатным расписанием и постоянны. В эту группу входят: чиновники, военнослужащие, работники в сферах образования, науки и медицины. Их доходы выше, чем у пенсионеров, но дисперсии доходов подгрупп очень велики.

Группа 4 – работники в сфере услуг. Их доходы, так же как и в группе 2, зависят от оборотных средств соответствующих предприятий и номинированы в штуках. В среднем (в пределах погрешности оценки) их доходы равны доходам второй группы. В рамках модели важна суммарная численность работников 2 и 4 групп.

Группа 5 – работники сырьевых предприятий. Их зарплата выплачивается в рублях (в соответствии с запретом использования иной валюты как платежного средства внутри России). Величина ее зависит от состояния предприятий. Как упоминалось ранее, сырьевые отрасли в модели не рассматриваются. Однако, их работники потребляют продукцию на внутреннем рынке России, что необходимо учесть в модели.

Группа 6 – условно именуется «владельцы». В нее входят владельцы предприятий всех масштабов (мелких, средних, крупных), как обрабатывающей промышленности, так и сферы услуг. Также в нее включены топ-менеджеры средних и крупных предприятий. Как правило, они являются совладельцами предприятий, т.е. имеют весомый пакет акций. Они объединены в одну группу по принципу получения доходов. Их доходы напрямую связаны с прибыльностью предприятий. Эти доходы могут быть оформлены по-разному: как «зарплата», как выплата дивидендов по акциям, как «премии» и т.п. Важно, что в стационарных условиях, когда накопления участников всех групп не изменяются во времени, вся прибыль должна быть распределена между «владельцами», как их доходы, и истрачена на их личные нужды.

Группа 7 – «элита». Эта группа выделена по признаку величины личных доходов и накоплений. В нее входят высшие чиновники, владельцы крупных предприятий (в т.ч. сырьевых), банков и «олигархи». Накопления в этой группе находятся в интервале от десятков миллионов до миллиардов рублей (накопления в других валютах выше, но мы их сейчас не обсуждаем). В столь же широком диапазоне распределены и их доходы.

В экономике (и в других развивающихся системах) существует правило: плотность распределения в столь широком диапазоне подчиняется закону Парето, т.е. имеет степенной вид:

$$r(u) = N_7 \cdot \frac{U_{\min}}{U^2}; \quad (7в)$$

где N_7 – численность группы.

Отсюда можно оценить сумму рублевых накоплений элиты:

$$U_7^{Total} = \int dU N_7 \frac{U_{\min}}{U^2} U = N_7 U_{\min} \ln \left(\frac{U_{\max}}{U_{\min}} \right) \approx 2 \div 3 \text{ трлн. руб.}$$

Число людей в этой группе мало (~ 0,3%), тем не менее, именно в ней сосредоточена значительная часть средств.

Поведенческие реакции элиты отличаются от других групп. На потребительском рынке России элита практически не участвует. Даже товары первой необходимости и долговременного пользования элита приобретает за счет импорта или за рубежом.

Потребление ее сосредоточено в элитной части функции спроса.

В целом эта группа играет особую роль в экономике России, что мы обсудим позже.

2 Структура модели

Динамическими переменными являются накопления членов каждой группы: U_i , $i=1, \dots, 7$ и цена продукта p .

Уравнения для U_i представляют собой баланс доходов и расходов каждого из агрегатов.

Цена продукта p определяется из условия баланса спроса и предложения на рынке. Суммарный спрос определяется накоплениями всех групп и функцией спроса. Предложение равно сумме произведенного и импортного продуктов.

Для построения модели использованы методы теории динамических систем. Этот метод опробован на примере моделирования развивающихся систем (в частности, биологических).

1. Уравнение для U_1 (накопления пенсионеров) имеет вид:

$$\frac{dU_1}{dt} = \bar{P}_1 - p \cdot Q\left(\frac{U_1}{p}\right) = \bar{P}_1 - p \cdot Q(r_1) \quad (8)$$

где \bar{P}_1 - размер пенсии (в рублях в месяц). В модели эта величина является внешним параметром;

$Q\left(\frac{U_1}{p}\right)$ - потребление продукта (в штуках в месяц);

p - цена продукта (в рублях за штуку);

$r_1 = \frac{U_1}{p}$ - покупательная способность (в штуках).

Характерное время изменения переменных для этого уравнения равно одному месяцу, поскольку именно с такой периодичностью выдается пенсия. Далее мы примем эту величину за единицу измерения времени.

2. Уравнение для работников предприятий имеет вид

$$\frac{dU_2}{dt} = (1 - k_0) \cdot P_2 \cdot p - p \cdot Q\left(\frac{U_2}{p}\right), \quad (9)$$

где P_2 - зарплата (в штуках в месяц);

$k_0 = 0,13$ - подоходный налог, который взимается со всех физических лиц, исключая пенсионеров.

Как упоминалось ранее, владельцы промышленных предприятий и сферы услуг объединены в одну группу N_6 . Соответственно, в рамках модели работники этих предприятий получают одинаковую зарплату.

Суммарная зарплата всех работников сферы услуг и предприятий промышленности равна

$$(n_2 + n_4) \cdot P_2 = n_6 \cdot \frac{1}{t} \cdot h \cdot (1 - g) \cdot r_6. \quad (10)$$

Отсюда зарплата каждого работника составляет

$$P_2 = \frac{n_6}{n_2 + n_4} \cdot \frac{1}{t} \cdot h \cdot (1 - g) \cdot r_6. \quad (11)$$

Эта величина зависит от динамических переменных U_6 и p и определяется в результате решения системы уравнений.

3. Уравнение для накоплений бюджетников U_3 имеет вид:

$$\frac{dU_3}{dt} = (1 - k_0) \cdot \bar{P}_3 - p \cdot Q\left(\frac{U_3}{p}\right) = (1 - k_0) \cdot \bar{P}_3 - p \cdot Q(r_3); \quad (12)$$

где \bar{P}_3 - зарплата в рублях, которая также как и \bar{P}_1 является внешним параметром.

4. Уравнение для накоплений работников сферы услуг U_4 имеет тот же вид, что и уравнение для U_2

$$\frac{dU_4}{dt} = (1 - k_0) \cdot \bar{P}_4 \cdot p - p \cdot Q\left(\frac{U_2}{p}\right)$$

5. Уравнение для накоплений работников сырьевой промышленности U_5

$$\frac{dU_5}{dt} = (1 - k_0) \cdot \bar{P}_5 - p \cdot Q\left(\frac{U_5}{p}\right) = (1 - k_0) \cdot \bar{P}_5 - p \cdot Q(r_5), \quad (12a)$$

где \bar{P}_5 - зарплата, которая, как упоминалось выше, выплачивается в рублях и в модели фигурирует как внешний параметр.

6. В уравнении для накоплений владельцев U_6 учтем, что на рынок поступает не только «своя» продукция (величина которой равна $N_6 F$), но и импортные товары в объеме Q_{imp} . Доходы от продажи этих товаров поступают к импортёрам. В модели принято, что доход от продажи распределяется между владельцами и импортёрами пропорционально объёмам продукта, предлагаемого ими на рынке. С учетом этого можно положить

$$\frac{dU_6}{dt} = \frac{p}{N_0} \left\{ \frac{FN_6}{FN_6 + Q_{imp}} \frac{1}{N_6} \cdot \sum_{i=1}^5 N_i \cdot Q(r_i) - (1 - m)F - \frac{Q_{imp}}{N_6 F + Q_{imp}} Q(gr_6) \right\}; \quad (13)$$

Здесь первый член – доходы от реализации своей продукции. Отношение $\frac{FN_6}{FN_6 + Q_{imp}}$

- доля отечественной продукции на рынке. Отношение $\frac{Q_{imp}}{FN_6 + Q_{imp}}$ - доля личных затрат владельцев на импортную продукцию. В уравнении (13) отсутствуют доходы от продажи своей продукции самим себе и расходы по их приобретению, поскольку они компенсируются. В многопродуктовой модели владельцы производят и потребляют разные товары. Однако, в денежном выражении эти доходы и расходы тоже должны компенсироваться.

Уравнение для цены p имеет вид:

$$\frac{dp}{dt} = g \left\{ \sum_{i=1}^5 N_i \cdot Q(r_i) + N_6 \cdot Q(g \cdot r_6) - Q_{imp} - N_6 \cdot F \right\}; \quad (14)$$

Оно означает, что изменения цены определяются динамикой спроса и предложения. Равновесная рыночная цена соответствует случаю, когда спрос равен предложению. Первые два члена выражены в «штуках» в месяц и обсуждались выше. Последние два члена соответствуют предложению. Из них величина Q_{imp} представляет собой количество импортного товара, поступающее на внутренний рынок («штуки» в месяц). Последний член – поступление товаров отечественного производства.

Параметр γ определяет скорость установления равновесной цены. Размерность этого параметра - руб./шт. (на сколько изменится цена при изменении предложения на

одну штуку) и он может быть представлен как $g = \frac{\hat{p}}{\hat{q}} \frac{t_0}{t_p}$; где: \hat{p} - параметр порядка

равновесной цены одной штуки, $\hat{q} = 1$ – одна «штука» (физическая единица измерения количества продукта); $t_0 = 1$ месяц (принятая в модели единица измерения времени); t_p - время установления равновесной цены. Известно, что цена на рынке устанавливается быстро, т.е. $t_p \ll t_0$.

Уравнения (8) – (14) составляют полную систему. В ней имеет место временная иерархия, т.е. имеются: быстрый процесс (14) (установление рыночной цены с характерным временем τ_p), промежуточные процессы с характерным временем $\tau_0 = 1$ месяц (уравнения 8 -12) и «медленный» процесс (уравнение 13) с характерным временем $\tau \approx 3$ мес. (В экономике существует также еще более медленный процесс – инвестиционный, приводящий к изменению F_{max} , но, как уже отмечалось выше, в данной версии модели он не рассматривается.)

Модель можно упростить (редуцировать), исключив «быстрый» процесс в соответствии с теоремой Тихонова. При этом уравнение (14) заменяется алгебраическим соотношением

$$\left\{ \sum_{i=1}^5 N_i \cdot Q(r_i) + N_6 \cdot Q(g \cdot r_6) - Q_{imp} - N_6 \cdot F \right\} = 0; \quad (15)$$

из которого определяется значение цены p . Отметим, что по условиям теоремы Тихонова, редукция возможна только, если уравнение (14) устойчиво. Если это условие выполнено, то с учётом (15) уравнение (13) тоже упрощается и принимает вид

$$\frac{dU_6}{dt} = (m \cdot F - Q(g \cdot r_6)) p; \quad (16)$$

Если условие устойчивости соблюдено, модель можно представить в виде системы дифференциальных уравнений

$$\frac{dU_1}{dt} = \bar{P}_1 - p \cdot Q(r_1) \quad (17.1)$$

$$\frac{dU_2}{dt} = p \cdot [(1 - k_0) \cdot P_2 - Q(r_2)] \quad (17.2)$$

$$\frac{dU_3}{dt} = (1 - k_0) \cdot \bar{P}_3 - p \cdot Q(r_3) \quad (17.3)$$

$$\frac{dU_4}{dt} = p \cdot [(1 - k_0) \cdot P_4 - Q(r_4)] \quad (17.4)$$

$$\frac{dU_5}{dt} = (1 - k_0) \cdot \bar{P}_5 - p \cdot Q(r_5) \quad (17.5)$$

$$\frac{dU_6}{dt} = (m \cdot F - Q(g \cdot r_6)) p; \quad (17.6)$$

и двух алгебраических соотношений:

$$\sum_{i=1}^5 N_i \cdot Q(r_i) + N_6 \cdot Q(g \cdot r_6) - N_6 \cdot F = 0 \quad (18)$$

$$P_2 = P_4 = \frac{n_6}{n_2 + n_4} \cdot \frac{1}{t} \cdot h \cdot (1 - g) \cdot r_6 \quad (19)$$

Забегая вперед, отметим, что устойчивость решений уравнения (14) действительно может нарушаться в специальных, но важных случаях.

Исследуем этот вопрос, используя метод Ляпунова.

Пусть p_0 – равновесное значение цены. Рассмотрим динамику малых отклонений от него, т.е. положим $p = p_0 + x$. Уравнение для отклонений имеет вид

$$\frac{dx}{dt} = \frac{g}{t_p} \cdot \left\{ \sum_{i=1}^5 N_i \frac{\partial Q(r_i)}{\partial r_i} \frac{dr_i}{dp} \Big|_{p=p_0} x + N_6 \frac{\partial Q(g \cdot r_6)}{\partial (g \cdot r_6)} \frac{d(g \cdot r_6)}{dp} \Big|_{p=p_0} x - \right. \\ \left. - N_6 \frac{\partial F}{\partial r_6} \frac{dr_6}{dp} \Big|_{p=p_0} x - \frac{dQ_{imp}}{dp} \right\} = \Lambda x \quad (21)$$

Здесь в правой части сохранены только линейные члены и Λ - число Ляпунова. Равновесное состояние устойчиво, если число Ляпунова отрицательно ($\Lambda < 0$).

Величина $\frac{\partial Q(r_i)}{\partial r_i}$ зависит от эластичности функции спроса по покупательной

способности и заданном ее значении r_i . Они всегда положительны, но могут резко изменяться при изменении r_i .

Величина $\frac{dr_i}{dp} = -U \cdot \frac{1}{p^2}$.

Отсюда число Ляпунова Λ равно

$$\Lambda = \frac{g}{p^2} \cdot \left\{ - \sum_{i=1}^5 N_i \cdot U_i \cdot \frac{\partial Q(r_i)}{\partial r_i} - N_6 \cdot U_6 \cdot \frac{\partial Q(g \cdot r_6)}{\partial (g \cdot r_6)} + N_6 \cdot U_6 \cdot \frac{\partial F}{\partial r_6} - \frac{dQ_{imp}}{dp} \right\}. \quad (22)$$

Эластичности функций спроса зависят от величин покупательной способности r_i . При значениях $r_i < r_{min}$ эластичность мала, но при $r_i > r_{min}$ резко возрастает. Величина $\frac{dQ_{imp}}{dp}$

всегда положительна. Величина $\frac{dF}{dp}$ зависит только от параметров функции производства и, следовательно, одинакова при всех значениях $r < r_{max}$; при $r > r_{max}$ она равна нулю.

Можно сделать следующие выводы:

1. В благополучном состоянии общества, когда у большинства населения $r_i > r_{min}$, первый член в (22) велик и цена p устойчива.
2. В случае, когда покупательная способность большинства населения низка: $r_i < r_{min}$ первый член мал. В отсутствие импорта условие устойчивости нарушается, но может восстановиться, если эластичность импорта по цене достаточно велика.

Из изложенного следует, что потеря устойчивости может иметь место в области значений r_i , близкой к r_{min} . В этой области редуция не корректна и необходимо использовать полную систему уравнений (8 -14).

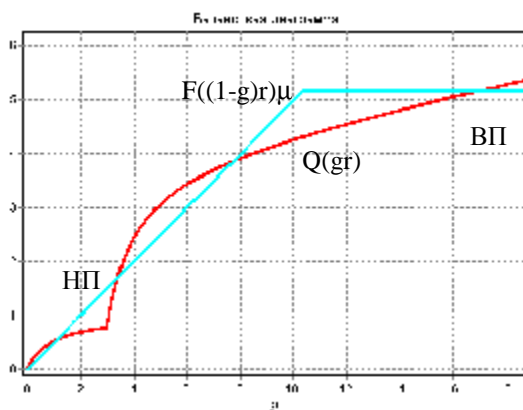
3 Исследование стационарных состояний

По определению в стационарных состояниях изменения динамических переменных равны нулю. В этом случае модель (17) переходит в систему алгебраических уравнений. Из них наиболее важно уравнение баланса доходов и расходов владельцев. Оно имеет вид

$$m \cdot F = Q(g \cdot r_6) \quad (23)$$

и позволяет определить стационарное значение переменной r_6 .

Графическое решение уравнения (23) может быть проведено с помощью балансовой диаграммы (приведенной на рисунке 3 и 4). По оси абсцисс отложена величина gr . По оси



ординат отложены две функции $Q(g \cdot r_6)$ и $F((1-g) \cdot r_6) \cdot m$ - расходы и доходы владельцев (постоянные расходы не учтены ввиду их относительной малости).

Возможны следующие варианты:

- 1) Имеется пять точек пересечения (см. рис.3). Из них верхняя соответствует ВП-состоянию, средняя – НП-состоянию. Нижняя (нулевая) соответствует "натуральному"

Рисунок 3 - Балансовая диаграмма

хозяйству. Промежуточные точки соответствуют неустойчивым состояниям. Напомним, аналогичная ситуация имеет место и в базовой модели.

В 2007 экономика находилась в НП состоянии. Этот вариант мы считаем наиболее реалистичным. При этом сохраняется возможность перехода как в ВП состояние, так и в «натуральное хозяйство». При других значениях параметров производственной функции возможны другие варианты.

2) Вариант, при котором имеется только ВП состояние (см. [рис.4](#)). При этом параметры m и k должны быть выше.

3) При более низких значениях параметров m и k возможно только НП состояние (см. [рис.5](#)).

4) При изменении m до очень низких значений происходит кризис и остается только состояние натурального хозяйства $F=0$.

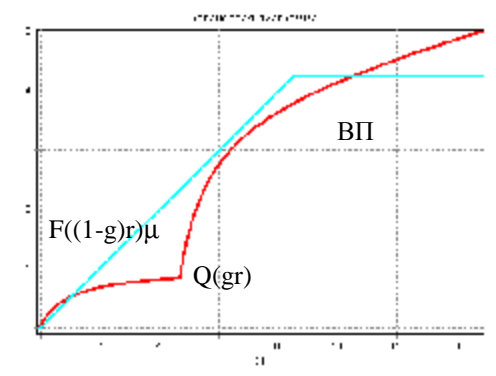


Рисунок 4 - Балансовая диаграмма (вариант 2)

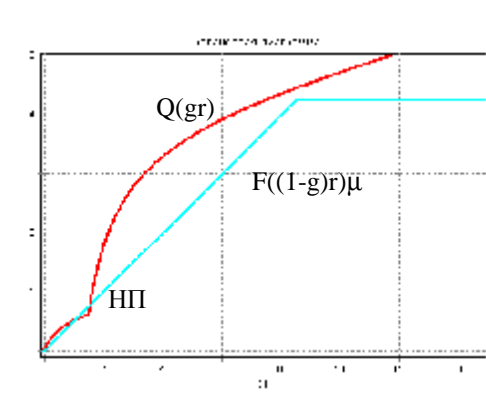


Рисунок 5 - Балансовая диаграмма (вариант 3)

Функция спроса может меняться при смене поколений в обществе. При этом возможно появление циклов типа Кондратьева. Для иллюстрации этого обсудим сценарий.

Имеются два состояния ВП и НП, общество находится в благополучном ВП-состоянии (см. [рис.3](#)). В этих условиях вырастает «расточительное» поколение, которое привыкло к благополучию, бережливость для него «не в моде». Параметр r_{min} постепенно уменьшается, и ВП-состояние исчезает, происходит кризис (см. [рис.5](#)). Общество переходит в НП-состояние, соответствующее депрессии. В период депрессии формируется поколение «бережливых», r_{min} возрастает до прежнего уровня, появляется ВП-состояние, но общество еще остается в НП-состоянии (см. [рис.3](#)). Для возврата в ВП-состояние необходимо: либо дополнительно увеличить r_{min} , либо создать новые более производительные технологии (увеличение m), либо субсидировать производство (см. [рис.4](#)). Последнее означает увеличение оборотных средств за счет государственного долговременного кредитования. Это соответствует силовому переключению в ВП состояние в базовой модели [4], т.е. перебросу системы в область притяжения ВП. После перехода в ВП-состояние все повторяется снова, возникает циклический процесс.

Отметим, что модель не описывает рассмотренный выше процесс (поскольку параметры r_{min} и μ приняты постоянными) и не претендует на это (поскольку временной масштаб колебаний – десятилетия), тем не менее, модель допускает их описание, для этого ее нужно дополнить уравнениями для r_{min} и μ .

4 Выбор параметров модели и единиц их измерения

Значения отдельных параметров модели (таких как численность групп населения и постоянные доходы в некоторых из них) известны из официальных источников (Госкомстат). Они приведены в [таблице 1](#).

Параметры налоговых сборов также известны: $k_0 = 0,13$, $k_1 = 0,26$, коэффициент k_2 - совокупные налоги на объем производства, мы приняли равным $k_2 = 0,2$, полагая, что в него включены и издержки нелегального характера.

Параметры производственной функции известны не все. Такие параметры как χ , g , k не входят в перечень величин, определяемых по статистическим данным. Мы использовали здесь *метод экспертных оценок* и *метод коррекции моделью*. Последний заключается в следующем.

По совокупности всех данных, прямых и косвенных, мы полагаем, что экономика России находится в НП состоянии. Из балансовой диаграммы следует, что это условие накладывает ограничения на наклон функции доходов $F((1-g) \cdot r_c) \cdot m$, который должен находиться в сравнительно узком интервале. Эти ограничения налагаются на совокупность параметров, часть которых известна, а часть не известна, и позволяют определить значения неизвестных параметров достаточно точно. Т.е. модель здесь играет роль не только инструмента прогноза, но и выступают как инструмент, помогающий оценить неизвестные параметры.

Используя эти методы, мы приняли: $g = 0,05$; $\chi = 2,4$.

Некоторые параметры производственной функции известны из официальных источников.

Рентабельность производства m различна в разных отраслях, ее средневзвешенное значение определяется не очень точно, и мы приняли: $m=0,116$.

Величина параметра h также известна и равна $h=0,3$, хотя в разных отраслях она различна.

Длительность производственного цикла t - величина измеряемая и известно, что она порядка нескольких месяцев. В сфере услуг она меньше, в производственной сфере - больше. Мы приняли $t = 3$ месяца.

Параметры F_{max} и r_{max} определяют свойства ВП состояния. В рамках модели в ВП состоянии все имеющиеся производственные мощности загружены.

В 1991 г. экономика находилась в ВП состоянии. Существовавшие тогда мощности были достаточно велики и загружены практически полностью. Объемы производства в сельскохозяйственной отрасли и промышленности были примерно вдвое выше, чем в настоящее время. За прошедшие годы оборудование изнашивается и резервы его остались лишь в некоторых отраслях (в частности, в ОПК). Кроме того, значительная часть фондов (в частности, кадровых) перешли в сферу услуг. Поэтому даже при полной их загрузке объем производства будет ниже, чем в 1991 г. Иными словами, НП и ВП состояния сблизились.

Исходя из этих соображений и, также их экспертных оценок, мы приняли $F_{max} = 45$, и, соответственно, $gr_{max} = 10$ ($r_{max} = 200$).

Для определения параметров функции спроса важно выбрать единицы измерения величин Q_1 и Q_2 , т.е. условиться, что мы будем считать одной штукой продукта. Удобно принять $Q_1 = 1$. Это означает, что одна штука продукта в месяц соответствует полному удовлетворению жизненно важных потребностей. Имеются оценки так называемой «продовольственной корзины» и «прожиточного минимума». Эти величины меньше «полного удовлетворения», но дают приближенное представление о цене одной штуки товара. При этом оценивается набор конкретных товаров, входящих в «агрегат» товаров жизнеобеспечения.

Аналогичным способом можно оценить комплект товаров долговременного пользования, соответствующий «джентльменскому набору», т.е. полному удовлетворению этих потребностей.

Учитывая цены этих товаров и их срок службы, можно оценить стоимость «джентльменского набора» в месяц. Сравнивая ее с «потребительской корзиной», можно оценить отношение Q_2 / Q_1 . Используя этот, подход приняли $Q_2 = 3$. Величину r_1 мы приняли равной единице $r_1 = 1$. Это означает, что, имея накопления равные 1 шт., человек в месяц приобретает половину штуки продукта, что согласуется с экспертными оценками.

Величины $r_{min} = 3$ и $r_2 = 1$ были определены только на основании экспертных оценок, поскольку статистические исследования зависимости спроса от накоплений не проводились.

Из рис. 1 видно, что при выбранных параметрах функция спроса имеет ярко выраженный «клюв», т.е. в области $r \sim r_{min}$ функция спроса резко меняется. В какой мере это соответствует реальности, можно судить по косвенным данным. На рисунке 6 приведена функция спроса на продукты питания (в зависимости от дохода). Эта функция не должна совпадать $Q(r)$, однако, качественное свойство – наличие резкого излома, свидетельствует в пользу использованной формы функции спроса и выбранных значений r_{min} и r_1 .

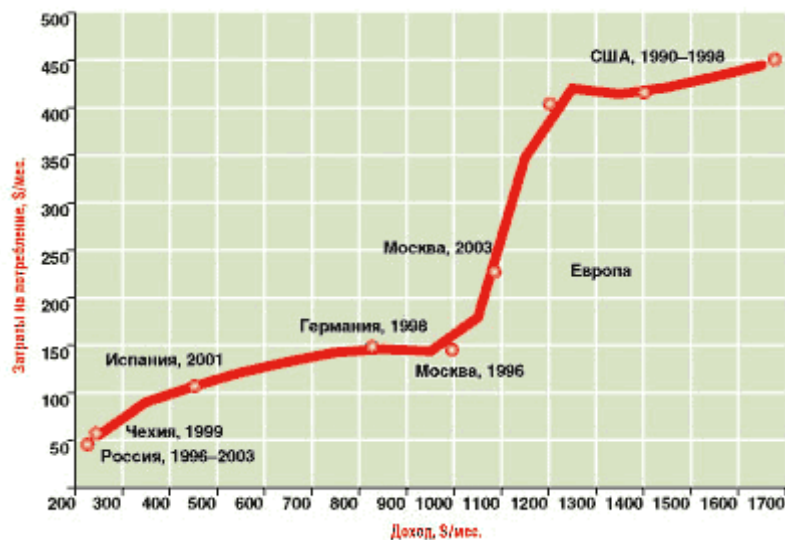


Рисунок 6 – Потребление продуктов в некоторых странах (в долларах в месяц) как функция среднедушевого дохода

В результате для описания экономики России в 2007 г. был принят следующий набор параметров:

$$t=3; \chi=2,4; h=0,3; m=0,116; \lambda=0,16; k=0;$$

$$g=0,05; F_{max}=45 (r_{max} = 200);$$

$$Q_1=1; Q_2=3; r_1=1; r_{min}=3; e=0,1.$$

Балансовая диаграмма на рис.3. построена с использованием именно этих параметров.

Как упоминалось выше, при приведенных выше значениях параметров система может находиться в двух (кроме натурального хозяйства) устойчивых состояниях: НП и ВП.

5 Состояние экономики России в 2007 г.

Рассмотрим свойства НП состояния. Для этого нужно принять, что все производные в (17) равны нулю и решить систему алгебраических уравнений (19) и (20).

Результаты решения приведены в [таблице 2](#).

Отметим, что уравнение для цены при этом существенно упрощается и его решение имеет вид.

$$p = \frac{\bar{P}_1 \cdot N_1 + \bar{P}_3 \cdot N_3 + \bar{P}_5 \cdot N_5}{N_6 \cdot c \cdot h \cdot \frac{1}{t} \cdot (1-g) \cdot r_6 - (P_2 \cdot N_2 + P_4 \cdot N_4 + P_6 \cdot N_6)}. \quad (24)$$

Здесь доходы \bar{P}_1 , \bar{P}_3 и \bar{P}_5 выражены в рублях, P_2 , P_4 и P_6 – в штуках.

[Таблица 2](#) – Результаты решения системы уравнений (19)-(20) для НП состояния

№	Группа	Численн., млн. чел.	Доходы в месяц				Накопления			
			Индивидуальные, 10^3 руб./мес	Группы, 10^9 руб./мес	Индивидуальные шт./мес.	Группы, 10^6 шт./мес.	Индивидуальные 10^3 руб.	Группы, 10^9 руб.	Индивидуальные шт.	Группы 10^6 шт.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Пенсионеры	31	2,5	77,5	0,2	6,2	4,06	124	0,338	10.4
2	Работники промышленности	24	10	240	0,8	19,2	36,1	864	3,01	72
3	Бюджетники	23	12	276	1,0	23	37,2	655	3,1	71.3
4	Работники сферы услуг	12	10	120	0,8	8,6	36,1	432	3,01	36
5	Работники сырьевой сферы	3	20	60	1,7	5,1	41,4	124	3,45	10.35
6	Владельцы	5	21,6	65	1,8	9	840 <i>gr=42</i>	4200	70 <i>gr=3.5</i>	350

Используя значения переменных и параметров (23) и таблицы 2, получаем $p = 12000$ руб./шт.

В таблице приведена сумма накоплений и оборотных средств $M_2' = \sum_{i=1}^6 u_i N_i = 6,6$ трлн. руб. В нее не включены накопления элиты и оборотные средства (в рублях) сырьевых предприятий, поскольку в модели эти величины не рассматриваются.

Согласно официальным данным, в середине 2007 г. величина $M_2 \approx 9$ трлн.руб. Эта сумма больше величины M_2' и разница 2,3 трлн.руб. может быть отнесена к накоплениям элиты, что согласуется с оценками по формуле (7).

Из модели следует, что основная часть M_2' (~ 4,2 трлн.руб.) вращается в промышленности и сфере услуг и примерно треть M_2' (~ 2,4 трлн.руб.) – на потребительском рынке. Последнее примерно совпадает с объемом наличных средств (~ 2,7 трлн. руб.). Величина ВВП' в модели представляет собой сумму потребленных за год товаров и услуг. $ВВП' = \sum_{i=1}^6 P_i \cdot N_i \approx 10$ трлн. руб./год. В нее не входит сырье, произведенное в России и проданное за рубеж, и потребление элиты. Также в нее не входят межбанковские финансовые операции.

В результате величина ВВП' существенно меньше официального ВВП (~ 26 трлн.руб.). Эта разница связана с различными методами определения самого понятия ВВП и способом его расчета.

Аналогичные расчеты были проведены для нескольких предыдущих лет (2004-2006 гг.) При этом было учтено, что некоторые параметры год от года менялись:

- 1) была повышена пенсия (в рублях);
- 2) была увеличена зарплата бюджетников;
- 3) ежегодно происходила значительная эмиссия рублевых средств (агрегат M_2);
- 4) существенно возрастал объем импорта.

Эти параметры зависят от правительства, руководителей естественных монополий и импортеров (как отечественных, так и иностранных). Поэтому они могут меняться достаточно быстро. В модели они рассматриваются как внешние параметры, задаваемые извне.

Параметры функции спроса и состав групп мы считали неизменными, поскольку поведенческие реакции меняются медленно.

Результаты моделирования прошлых лет (с учетом изменения параметров) удовлетворительно согласуются с реальными данными (мы их здесь не приводим, во избежание громоздкости).

Вместе с тем, следует отметить некоторые тенденции развития экономики России за последние годы.

1) Продолжалась инфляция (рост цены p). По официальным данным она составляла около 6% в год. По некоторым товарам (например, продуктам питания) она была существенно выше.

2) Рентабельность обрабатывающей промышленности падала. Основной причиной этого было повышение цен на товары и услуги ЕМ. Эти цены в упомянутые годы не регулировались (ни государством, ни обществом), не фиксировались и не индексировались пропорционально инфляции. Они просто назначались владельцами ЕМ, исходя из их корпоративных интересов. Темпы роста этих цен были существенно выше темпов инфляции. В модели это значит, что возрастал параметр λ , падал параметр μ и наклон прямого участка производственной функции приближался к бифуркационному значению («клюву» на рис. 3). Последнее означает приближение к области притяжения аттрактора, соответствующего натуральному хозяйству, т.е. к кризису.

3) За последнее время существенно возросла неоднородность российских предприятий. Речь идет о разбросе параметров, определяющих рентабельность. В модели используются средние значения параметров и их дисперсия в явном виде не фигурирует. Однако этот разброс явно виден при сборе информации о параметрах. Учитывая этот разброс, можно сказать, что линия производственной функции фактически представляет собой не линию, а «веер». Края его охватывают как излом функции спроса, так и излом производственной функции. Это значит, что часть предприятий развиваются и приближаются к режиму работы в высокопродуктивному состоянию, а часть предприятий приближаются к режиму скрытого банкротства.

Эффект быстрого развития некоторых фирм был обнаружен ранее и подробно описан в работах А.Ю. Юданова. Эти фирмы получили специальное названия – «газели». Механизм быстрого развития, на наш взгляд, состоит в следующем. По тем или иным причинам в обществе отрываются новые потребительские ниши. Под словом «ниша» (термин заимствован из экологии) мы понимаем группу людей, которая неожиданно получила дополнительные средства. Они нуждаются в новых товарах (или, хотя бы старых, но в новой упаковке). Газели – фирмы, которые первыми замечают новую нишу и заполняют её новыми товарами и услугами. По исчерпанию одной ниши, они ищут другие.

Фирмы, приближающиеся к банкротству, напротив, работают в традиционном режиме и ориентируются на основного (оптового) потребителя.

В целом, разброс параметров, наличие банкротств и газелей свидетельствует о том, что наша экономика работала очень нестабильно. Здесь уместна другая аналогия (предложенная А.Ю.Юдановым): наша экономика – кипящий котел, в котором одни части бурлящей жидкости поднимаются, а другие падают.

Отметим, что подобная ситуация имеет место не только в России, но и в мире в целом: мировую экономику тоже лихорадит.

4) По официальным данным в 2003 – 2007 гг. прирост ВВП в России составлял примерно 6% в год. Детальный анализ показал, что этот рост в основном связан со сферой услуг и с производством элитных товаров (дорогостоящего жилья в крупных городах и их окрестностях). Реальный сектор (машиностроение, производство сельскохозяйственной продукции) рос существенно меньше и рентабельность его падала.

На основании изложенного был сделан вывод: упомянутые тенденции ведут к кризису реального сектора экономики или значительной его части. Сказать определенно, когда именно он начнется, было трудно из-за хаотичности поведения экономики и непредсказуемости поведения правительства. Обсуждался период – 2008 – 2010 гг. Как сейчас известно, кризис начался в августе 2008 г.

6 Некоторые примеры ответов модели на вопросы: что будет если...

В стационарном режиме момент времени постановки вопроса и принятия решения не играет существенной роли. Ответ модели дается в простой форме: состояние сдвинется, но останется стационарным и результат сдвига будет таким-то.

В условиях начавшегося кризиса, когда все экономические показатели быстро и непредсказуемо меняются, очень важно выбрать момент, когда будут приняты те или иные меры. В зависимости от него реакция системы на управляющие воздействия может быть существенно различной. Можно упустить время и тогда никакие меры не помогут.

Поэтому мы вначале обсудим ответы модели в докризисной ситуации, а затем приведем примеры ответов в настоящее время.

А. Докризисная ситуация

До кризиса цены товаров естественных монополий практически не регулировались государством и не фиксировались. Поэтому в данном разделе мы будем использовать в модели формулу (6), полагая в ней, что параметр $a = 0$.

Первый вопрос: Как возрастет инфляция, если пенсионерам бюджетникам будет увеличено финансирование? Задача проста и ответ можно получить, используя формулу (22). Результат представлен на [рис.7](#).

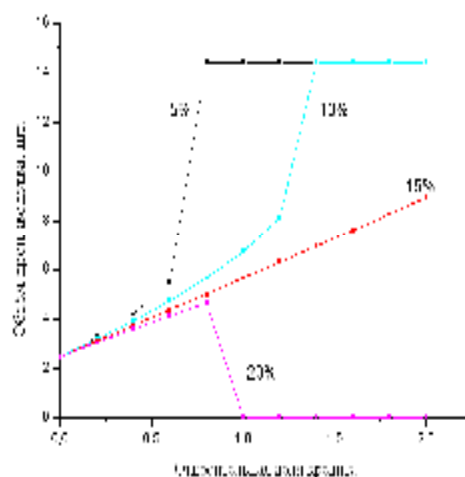


Рисунок 8
Реакция на предоставление
долговременных кредитов предприятиям

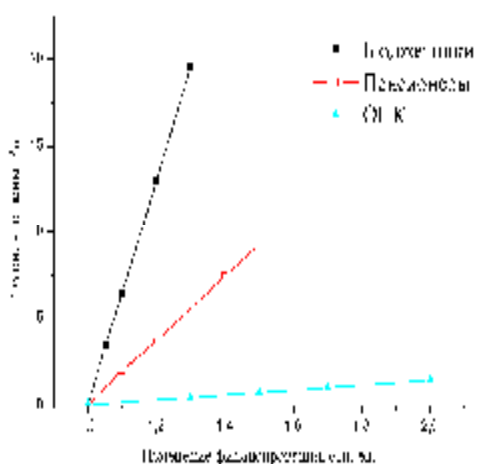


Рисунок 7.
Реакция системы на увеличение финансирования бюджетника, пенсионерам и ПК

расходов. Доходы этой группы зависят от объема госзаказа ОПК. Особенность этой группы в том, что их продукция не попадает на внутренний рынок России, т.е. в уравнение для цены.

В действительности, предприятия ОПК производят военную продукцию на экспорт (примерно одна треть), продукцию в соответствии с госзаказом ОПК (тоже одна треть) и мирную продукцию, поступающую на внутренний рынок (результат конверсии).

Расчет, проведенный с учетом приведенной выше структуры продукции ОПК, представлен нижней линией на [рис.7](#). Видно, что эффект инфляции здесь существенно ниже. Причины просты: Во-первых, средства, выделяемые ОПК, поступают на рынок не все и не сразу. Непосредственно на рынок поступает малая часть – зарплата сотрудникам. Во-вторых, прибыль, получаемая в результате выполнения госзаказа, стимулирует производство ТНП на тех же заводах. В-третьих, объем необходимых средств намного меньше, чем в случае прибавок зарплат и пенсий.

Мы не обсуждаем здесь эффект инноваций. Последние, как правило, возникают и разрабатываются на предприятиях ОПК и затем распространяются на все предприятия. Однако, этот эффект в модели пока не учитывается.

Третий вопрос: Каков эффект от предоставления предприятиям обрабатывающей промышленности довременных кредитов частными банками? Этот вопрос не требует вмешательства государства, тем не менее, мы его обсудим в рамках модели.

Результаты расчетов представлены на [рис.8](#). В качестве примера взято среднее предприятие. По оси абсцисс отложена величина кредита (в год, в долях от оборота). По оси ординат – объем производства. Принято, что кредит долговременный и в обозримом будущем его возврат не планируется, так, что предприятие выплачивает только проценты.

Из [рис.8](#) видно, что малые кредиты большой роли не играют и результаты практически не зависят ни от величины, ни от процента. Видно, что большие кредиты при малых процентах (меньше 10% годовых) влияют положительно и даже могут перевести предприятие в ВП состояние. Однако, кредиты под большие проценты (больше 15%) губительны и приводят к банкротству. В современной России частные банки кредитуют предприятия под 25% и выше, иначе им это не выгодно.

Некоторые предприятия, оказавшись в экстремальной ситуации, вынуждены брать такие кредиты, но, в основном, в последствии они банкротятся. Кратковременные кредиты

По оси абсцисс отложено изменение финансирования в долях от имеющегося (2007 г.). По оси ординат отложено изменение цены p в процентах. Видно, что увеличение зарплаты бюджетникам на 25 % вызывает инфляцию на 20 %, т.е. инфляция практически съедает всё прибавление зарплате.

Средняя линия – увеличение пенсий. Инфляция при этом ниже, поскольку объем выделяемых средств намного меньше, но тоже достаточно велика.

Второй вопрос: Как возрастет инфляция при увеличении финансирования оборонно-промышленного комплекса (далее ОПК)? Для ответа на этот вопрос в модель была введена дополнительная группа – сотрудники ОПК и определена её численность. По аналогии с другими группами для неё было записано динамическое уравнение их доходов и

(с возвратом) тоже не выгодны предприятиям (кроме «газелей», и они ими часто пользуются).

Из изложенного следует, что система коммерческих банков в России не может справиться с задачей долговременного кредитования и, следовательно, не может вывести страну ни из наступившего кризиса, ни из НП состояния (стагнации).

Этот вывод не касается развитых стран (например, США). Дело в том, что банковская система любой страны должна быть согласована с работой других экономических институтов и с экономикой в целом. Процесс согласования длинный и трудный. В США, например, он длился более ста лет. Банковская система России построена по образу и подобию таковой в США (т.е. скопирована с неё). Дело не в том, что она «несовершенна» или «недоразвита», и т.д. Дело в том, что она не согласована с реалиями российской экономики, не адекватна ей. Это утверждение касается всех финансовых институтов. Бездумное перенесение их (успешно работающих в развитых странах) не приводит к положительным результатам в России. В результате экономика России может попасть в т.н. «институциональную ловушку» (этот вопрос исследован В.М.Полтеровичем, им же предложен термин). Об этом же говорила Екатерина Великая: «прежде чем ввести законы, нужно ввести обычаи».

Четвертый вопрос: К какому результату приведет государственное долговременное и беспроцентное кредитование? Результаты представлены на рис.9. Видно, что небольшой объем кредита (порядка 2-3% от оборотных средств в квартал) несколько оживляет производство, но через несколько лет система возвращается в НП состояние. При объеме кредита порядка 4-5% экономика переходит в ВП состояние. В ценах 2007 г. в масштабах страны этот кредит составляет порядка 1 трлн. руб. в год.

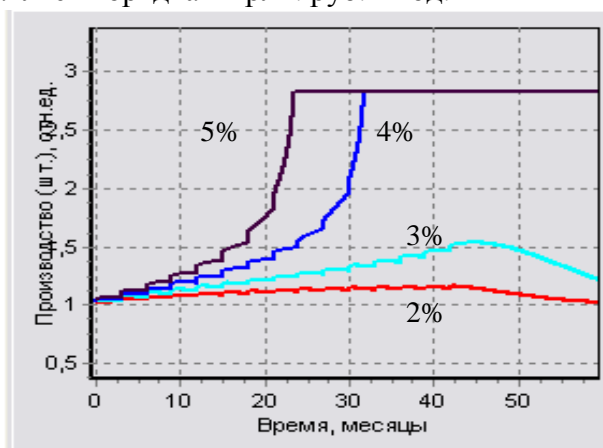


Рисунок 9
Реакция системы на долговременное
государственное кредитование

Б. Современная ситуация (в условиях кризиса)

Начало экономического кризиса в России датируется августом 2008 г. т.е. одновременно с мировым финансовым кризисом. Как упоминалось, эти кризисы имеют разную природу и российский кризис мог бы произойти позже. Однако, они произошли одновременно. Тому есть причины – финансовый кризис в США «подтолкнул» российский. Конкретно «толчок» заключался в следующем.

В начале финансового кризиса западные банки потребовали от российских банков и предприятий возврата кредитов, которые были взяты ранее из-за намного более низких ставок, чем в России. Министерство финансов России «спасая» банки, выделило им 1,5 трлн. рублей. Эти средства были фактически изъяты из бюджета и в результате российские предприятия, работающие по заказам государства, почти год не получали денег за уже выполненную работу. Это равносильно изъятию большого

объёма оборотных средств. Как упоминалось, это, в свою очередь, равносильно силовому перебросу в область притяжения более низкого состояния – начался кризис.

В начале кризиса была принята программа антикризисных мер. В частности, в ней декларировалась фиксация (и даже понижение) цен на некоторые товары и услуги естественных монополий. В модели фиксация цен описывается параметром a в формуле (7), который в докризисной ситуации был принят равным нулю. В кризисной ситуации мы приведем результаты модели с учетом отличия от нуля этого параметра.

Положим, что в момент времени $t = 0$ (реально, сентябрь 2008 г.), параметр затрат изменился и принял значение $\lambda = 0,25$ (вместо изначального 0,16), при котором система при тех же значениях динамических переменных находится не в стационарном состоянии, а в области притяжения т.н. «натурального хозяйства», но вблизи сепаратрисы. Остальные параметры (кроме a) оставим прежними.

Без внешних воздействий система сама пойдет по траектории, ведущей к «натуральному хозяйству». Задача правительства – принять меры, способствующие перебросу системы через сепаратрису обратно в область притяжения стационарного НП состояния.

Приведем некоторые примеры ответов модели на вопросы: «Какова будет динамика развития кризиса, если ...»

Первый вопрос: Какова роль частичной фиксации цен на продукцию естественных монополий?

На [рис. 10](#) приведены результаты расчетов при различных значениях параметра a . По оси абсцисс отложено время в месяцах. По оси ординат – объем обрабатывающей промышленности (в естественных единицах) в долях от начального. Кривая $a=1$ означает, что все цены СТЕМ фиксированы на уровне конца 2008 г. Кривая $a=0,5$ означает, что 50 % цен СТЕМ не фиксированы и изменяются пропорционально цене основного продукта. Видно, что в диапазоне $0,75 < a < 1$ положение стабилизируется на уровне, более низком чем исходный. Это означает, что экономика вернулась в НП состояние, кризис миновал, но исходное состояние не достигнуто.

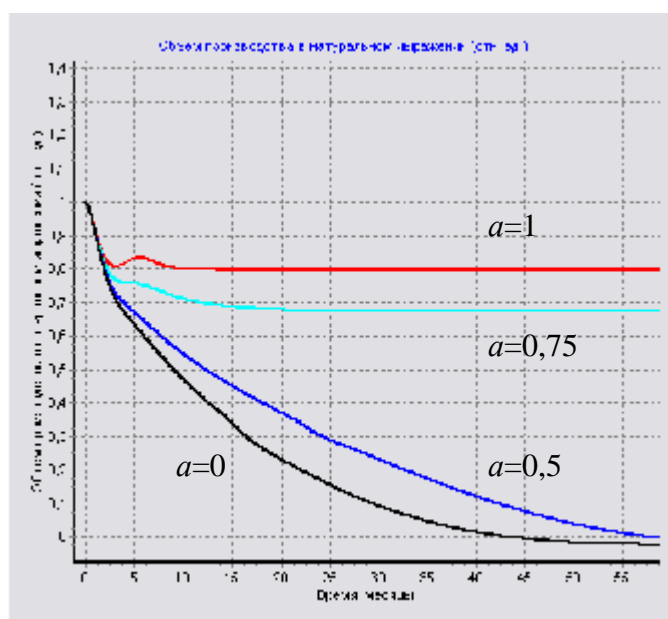


Рисунок 10.

Динамика развития экономики при различных вариантах государственного регулирования

При $a = 0,5$ кризис продолжает развиваться в неблагоприятном направлении. Кривая $a = 0$ означает, что цены на продукцию СТЕМ не фиксируются, не контролируются и государство никаких мер не предпринимает – кризис развивается.

Т.о. контроль за ценами продукции СТЕМ – очень важный фактор в управлении экономикой в кризисной ситуации.

Из [рис. 10](#) видно, что при $a > 0,75$ динамика развития не монотонна. Имеются намеки на затухающие колебания. Это неудивительно, поскольку именно вблизи «клюва» уравнение (14) может потерять устойчивость. Для того, чтобы исследовать этот эффект в более «чистых» условиях, мы провели аналогичные расчеты, положив $Q_{imp} = 0$.

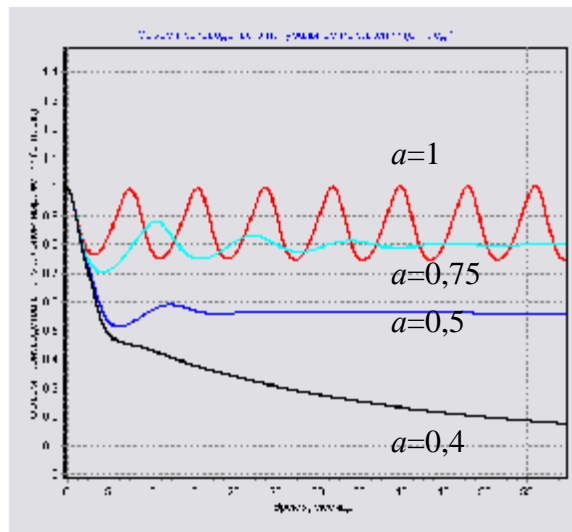


Рисунок 11

Динамика развития экономики и при разных вариантах государственного регулирования в отсутствие импорта

Результаты представлены на [рис.11](#) (обозначения по осям такие же, как на [рис.10](#)). Видно, что колебания проявляются весьма ярко при больших значениях параметра a . Смысл колебаний прост: увеличение цены p увеличивает рентабельность и, следовательно, выпуск продукции, что (с запаздыванием) ведет к понижению цены p . Импорт, как упоминалось, подавляет неустойчивость (и колебания).

Из сопоставления [рис.10](#) и [11](#) видно, что при малых значениях параметра a объем отечественного производства падает значительно медленнее, чем в присутствии импорта. И даже при $a = 0,5$ может стабилизироваться, правда, на низком уровне.

Отметим также, что при неблагоприятных условиях (кривые $a = 0$ и $a = 0,5$ на [рис.10](#) и кривая $a = 0,4$ на [рис.11](#)) объем производства падает до нуля, т.е. группы отечественных владельцев и работников «вымирают» ввиду отсутствия средств для существования. Тем не менее, оставшаяся часть общества благополучно существует за счет сырьевого сектора и импорта. Первый обеспечивает государство средствами на содержание бюджетников и пенсионеров, а второй снабжает население предметами потребления.

Второй вопрос: Как повлияет на развитие кризиса изменение налогов?

В модели налоги представлены тремя параметрами: подоходный налог k_0 , социальный налог k_1 и налог на предприятия k_2 . Последний представляет собой совокупность налогов, пропорциональных выручке. Параметр k_2 является долей от выручки и существенно влияет на рентабельность. В модели 2007 г. было принято: $k_2 = 0,2$.

На рис.12 представлена динамика производства при изменении параметра k_2 в момент времени $t_1 = 12$ мес. (через год после начала кризиса). По оси абсцисс отложено время (в месяцах). По оси ординат – производство в долях от исходного. Видно, что при сохранении налоговой ставки кризис продолжает развиваться. При снижении налоговой ставки система возвращается в исходное положение (кризис преодолевается). Однако время возврата зависит от ставки: отметим, что оно еще сильнее зависит от момента принятия решения о снижении ставки. Дело в том, что кризис со временем углубляется и для выхода из него требуется большее снижение налогов.

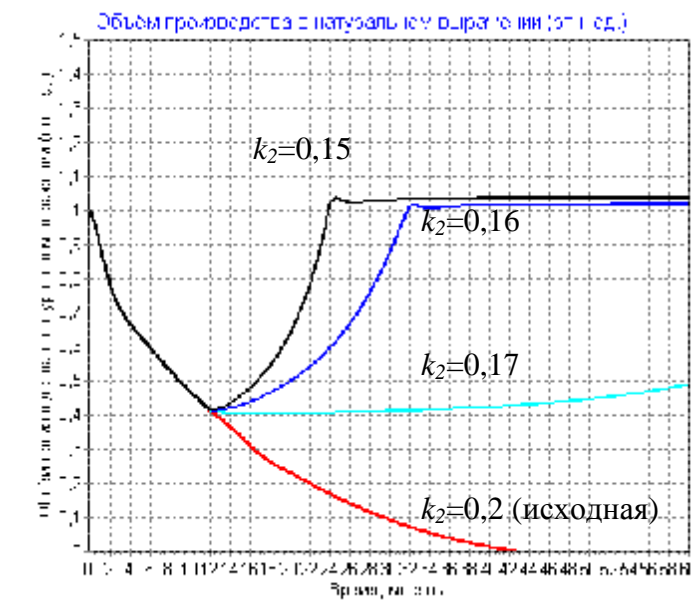


Рисунок 12.

Выход экономики из кризиса при различных ставках налога на предприятие

Третий вопрос: Каков эффект государственного кредитования в кризисных условиях?

Выше было показано, что кредитование предприятий частными банками в России неэффективно даже в обычных условиях – банкам это не выгодно. Тем более оно не эффективно в кризисе. Здесь мы рассмотрим вопрос о долгосрочном льготном кредитовании за счет государства (минуя частные банки).

На рис.13 приведены результаты расчётов при условии, что кредит (dU) выдаётся в определённый момент и весь "сразу". По оси абсцисс отложено время, по оси ординат – производство. Видно, что во всех случаях (кроме $a=1$) кредиты расходуются очень быстро и на последствия не влияют.

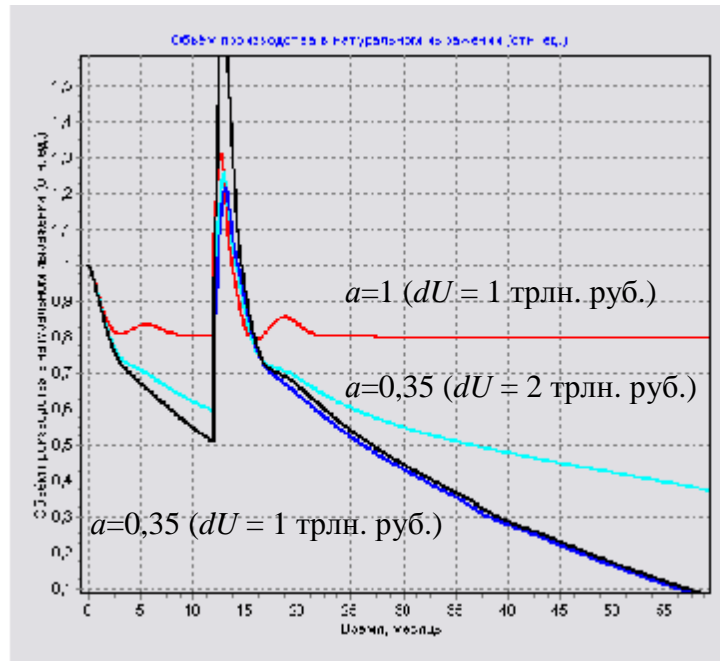


Рисунок 13
Выход из кризиса при разных уровнях кредитования

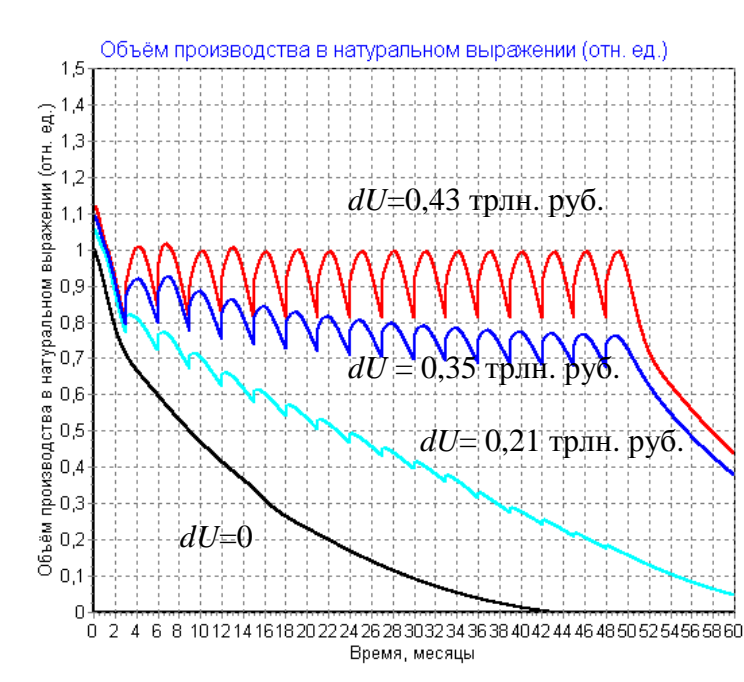


Рисунок 14
Выход из кризиса в случае, если кредит выдается ежеквартального

На рис.14 приведены результаты расчетов, когда кредит выдается поквартально ($I=0,25$; $a=0,4$) в течение 4 лет. Результат зависит от величины кредита dU . Видно, что при кредитах порядка 1,5–2,0 триллиона в год возможна стабилизация и даже возврат в исходное состояние. Однако, по истечении срока кредитования, система снова переходит в кризисный режим.

Заключение

Предлагаемая базовая модель экономики России предназначена для оценки и прогноза реакции экономической системы на изменяющиеся внешние условия и для анализа последствий различных мер государственного регулирования. Модель позволяет описать динамику системы при отсутствии экономического равновесия, что является необходимым условием моделирования в условиях кризиса.

Модель может быть использована как инструмент макроэкономического анализа и поддержки принятия решений.

Модель проста, прозрачна, ее результаты легко интерпретируются как в экономических понятиях, так и в физических (фазовый переход, гистерезис, и т.п.). Может возникнуть впечатление, что приведенные выше результаты расчетов можно получить и без модели, просто «крепко подумав». Это почти правильно. Качественные результаты действительно часто можно получить «крепко подумав». Однако при принятии решений требуются *количественные* оценки необходимых средств и ожидаемых последствий. Они могут быть получены *только в результате расчётов*. Если же система находится вблизи точки бифуркации, то прогнозы на основе интуиции очень часто обманывают, что подтверждается неожиданностью наступления почти всех кризисов.

Современная ситуация не проста. Чтобы разобраться в ней надо «очень крепко подумать». Математическая модель дисциплинирует мысли и помогает думать. Иными словами, модель выступает здесь как средство мышления (как, впрочем, и в других науках).

Уместно сделать несколько замечаний.

1. В данной работе приведены лишь некоторые результаты (в основном, объем производства и цена). В действительности, каждый расчет дает одновременно богатую информацию о доходах, накоплениях, распределениях доходов и накоплений и т.д. Мы не приводили эту информацию вследствие ее большого объема.

2. Модель может быть расширена за счет включения других групп населения. Частично это уже сделано (для решения отдельных вопросов в модель была включена группа работников оборонно-промышленного комплекса (ОПК). При необходимости можно включить и другие. Важно, что при этом в модели сохраняются основные бифуркационные свойства.

3. В модели не обсуждается финансовая сфера российской экономики. Точнее, обсуждается лишь та её часть, которая пересекается с реальным сектором. Есть, однако, другая часть, которая не пересекается с реальным сектором, но играет в экономике важную роль. Она является предметом специальных исследований, но в предлагаемой модели не рассматривается.

4. Из приведенных примеров следует, что более эффективны не дотационные меры, например, субсидии или кредитование реального сектора (с точки зрения модели – скачкообразное изменение значения переменных), а меры, увеличивающие рентабельность (фиксация цен продукции СТЕМ, снижение налогов и т.п. – параметрическое воздействие). Кроме того, наиболее эффективны не отдельные меры, а комплекс мер, согласованных друг с другом во времени. Подобный комплекс может быть исследован в рамках модели, но для этого нужно четко поставить вопрос и перечислить доступные меры. Эта задача уже выходит за рамки модели.

5. Из модели следует, что для выхода из кризиса необходимы меры, каждая из которых требует крупных государственных (бюджетных) затрат (порядка 1 – 2 триллиона руб.). В модели не обсуждается вопрос: откуда их взять. Тому есть причины. Разумеется, во время кризиса бюджет будет дефицитным. Восполняться он может только за счет эмиссии рублевых средств. Эмиссия порядка двух – трех триллионов вполне реальна (в

докризисные времена она была больше). Важно потратить их с пользой для экономики – в решении этого вопроса модель может быть полезной.

В целом, преодолеть кризис можно и даже сравнительно быстро. Однако для этого необходима смена не только финансово-экономической стратегии, но и самой концепции развития России.

До сих пор главенствовала концепция: Россия должна войти в мировую экономику как развитая и конкурентоспособная страна. Сейчас уже ясно, что эта концепция не реалистична.

Другая концепция может быть сформулирована в форме: *Россия должна стать экономически суверенной, самодостаточной страной с развитым реальным сектором.* Это не значит, что внешние связи должны отсутствовать. Это значит, что они должны быть подчинены не самим себе, а главной цели – развитию самодостаточной экономики страны в целом.

Литература.

1. Сорос Дж. Открытое общество. - М., 2001.
2. Капица С.П., Курдюмов С.П., Малинецкий Г.Г. Синергетика и прогнозы будущего. - М.: Наука, 1997.
3. Чернавский Д.С. Синергетика и информация. - М.: УРСС, 2004.
4. Чернавский Д.С., Старков Н.И., Щербаков А.В. Базовая динамическая модель экономики России (Инструмент поддержки принятия решений) // Препринт ФИАН № 1, 2001.
5. Чернавский Д.С., Старков Н.И., Щербаков А.В. Динамическая модель поведения общества. Синергетический подход к экономике // Новое в синергетике: Взгляд в третье тысячелетие. – М.: Наука, 2002. – с.239-291.
6. Чернавский Д.С., Старков Н.И., Щербаков А.В. О проблемах физической экономики // Успехи физических наук, 2002, т.172, с.1045-1066.
7. Чернавский Д.С., Малков С.Ю., Старков Н.И., Коссе Ю.В. Оборонно-промышленный комплекс и развитие экономики России // Стратегическая стабильность, 2004, №1, с.37-47.