

## **Исследование зависимости макроэкономических показателей от структуры рыночной экономики**

Ю. Н. Магницкий

В работе исследуется динамика макропоказателей рыночной экономики в зависимости от изменения структурных экономических параметров, характеризующих платежеспособный спрос трудящихся, подвижность капитала, инертность населения по отношению к покупке потребительских товаров и органическое строение капитала.

### **Введение**

В естественных науках, главным образом, в физике, математические модели давно служат надежным инструментом исследования. основополагающие принципы физики настолько глубоки и всеобщы, что позволяют описывать качественные свойства широких классов физических явлений в виде дифференциальных уравнений. Дополнительные гипотезы используются для того, чтобы замкнуть описание.

Напротив, современное состояние экономических теорий чем-то напоминает положение, в котором находилась физика, главным образом, механика до XVIII в. — пока не были четко определены основные понятия и законы механики. В современной экономике существует огромное количество теорий, имеются прекрасные разработанные математические методы для решения отдельных задач, но пока не найдено таких основополагающих принципов, как в физике. Не известен даже общий вид уравнений, описывающих эволюцию экономической системы, так как экономические модели являются трудноформализуемыми объектами, действие экономических законов в которых осуществляется посредством человеческой деятельности, а сами уравнения имеют характер гипотетический и каждый раз нуждаются в эмпирической проверке. Среди экономистов нет единого мнения о том, способна ли экономическая теория, описывающая долговременную эволюцию, адекватно отражать и быстрые кратковременные экономические явления. Поэтому важнейшей проблемой математического описания экономических систем пока еще является поиск общих элементарных принципов и закономерностей взаимодействия их отдельных элементов.

В связи с этим актуальной задачей представляется исследование математической модели саморазвивающейся рыночной экономики, предложенной в [1] и описывающей как равновесные экономические состояния, так и динамику экономической системы с учетом циклов различного периода и различной длительности, в том числе и хаотические состояния (в частности, кризисы, застой) и определять условия, обеспечивающие устойчивый экономический рост. Такой анализ, безусловно, важен для понимания экономических процессов, происходящих в настоящее время, и, в частности, в России.

В работе [1] проведено исследование поведения решений системы макроэкономических показателей

$$\begin{aligned} \dot{x}(t) &= bx((1 - \sigma)z - \delta y), \\ \dot{y}(t) &= x(1 - (1 - \delta)y + \sigma z), \\ \dot{z}(t) &= a(y - dx), \end{aligned} \quad (1)$$

где

$$b = \frac{\omega\theta}{(1 + \theta + \eta)(1 + \gamma)}, \quad a = \frac{\lambda\theta}{\eta}, \quad \lambda = \frac{\alpha}{\beta}, \quad d = \frac{\theta + (\eta - 1)(1 + \gamma)}{\omega\theta},$$

$$x = \frac{\beta\eta\tilde{K}}{1 + \theta + \eta}, \quad y = \frac{\beta\eta(1 + \gamma)D}{\omega\theta}, \quad z = \frac{(1 + \gamma)u}{\omega},$$

$\tilde{K}(t)$  — суммарная стоимость производительного, товарного и денежного капитала, задействованного предпринимателями в момент  $t$ ;  $D(t)$  — суммарный платежеспособный спрос предпринимателей, трудящихся и государства на произведенные потребительские продукты;  $u(t)$  — средняя норма прибыли в момент  $t$ ; при изменении параметров  $\sigma$  и  $\delta$ , характеризующих роль предпринимателей и государства в развитии экономической системы.

Целью настоящей работы является исследование поведения решений системы макроэкономических показателей (1) при изменении таких структурных экономических параметров, как  $\omega, \alpha, \beta$  и  $\gamma$ , характеризующих платежеспособный спрос (зарплату) трудящихся, подвижность капитала, инертность населения по отношению к покупке потребительских товаров и органическое строение капитала, т. е. отношение долей постоянного и переменного капитала в его производительной части.

## Результаты исследования

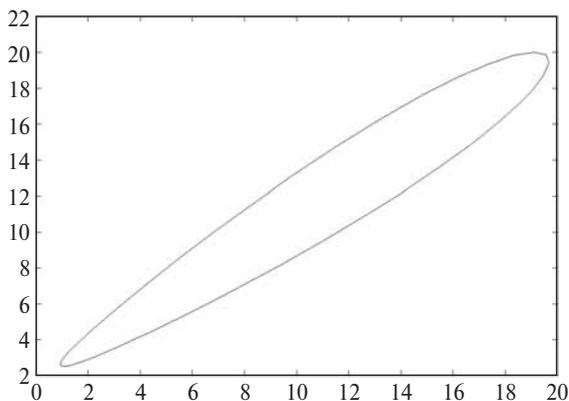
Согласно [1], зафиксируем параметры  $\gamma, \theta, \eta$ , определяющие соответственно органическое, производительное и товарное строение капитала, а также параметры  $\alpha, \beta, \omega, \delta, \sigma$ . Положим  $\gamma = 1, \theta = 12, \eta = 2, \alpha/\beta = \lambda = 7/6, \omega = 1, \delta = 0,662, \sigma = 0,284$ .

При таких значениях параметров решением системы является простой устойчивый предельный цикл (рис. 1).

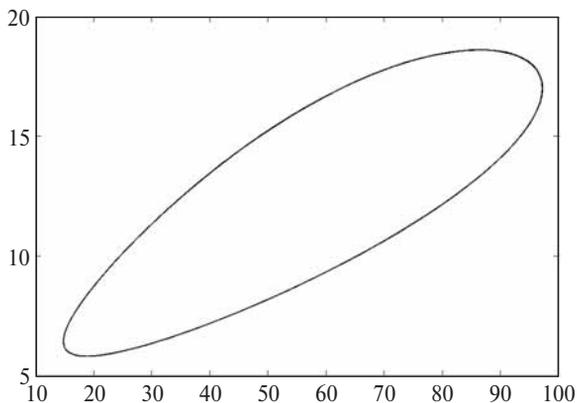
**Сценарий 1: изменение параметра  $\omega$** 

При увеличении значений  $\omega$  не происходит никаких качественных изменений решений системы (1). Цикл, изображенный на рис. 1, увеличивается в размерах и округляется, что соответствует увеличению периода и плавности колебаний макроэкономических показателей (рис. 2).

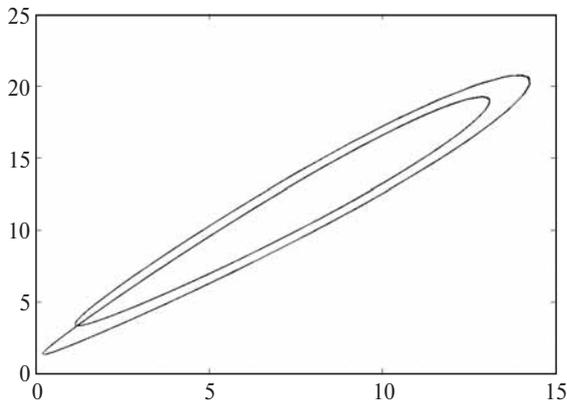
При уменьшении значений параметра  $\omega$  наблюдается каскад бифуркаций Фейгенбаума удвоения периодов цикла, изображенного на рис. 1. Циклы удвоенного и учетверенного периодов каскада изображены соответственно на рис. 3 и рис. 4. Каскад завершается аттрактором Фейгенбаума (рис. 5). При дальнейшем уменьшении значений параметра  $\omega$  про-



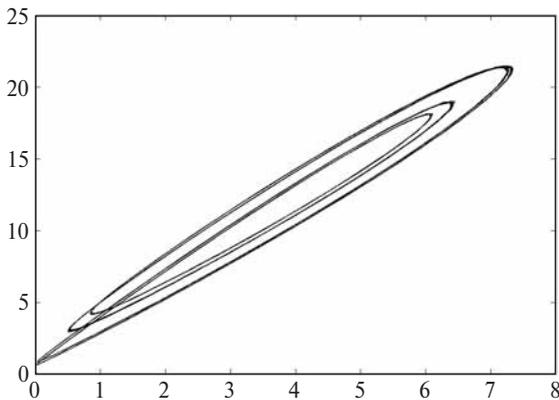
**Рис. 1.** Проекция на плоскость «Капитал — Платежеспособный спрос» простого предельного цикла при  $\omega = 1$



**Рис. 2.** Проекция на плоскость «Капитал — Платежеспособный спрос» простого предельного цикла при  $\omega = 5$



**Рис. 3.** Проекция на плоскость «Капитал — Платежеспособный спрос» предельного цикла удвоенного периода при  $w = 0,7$



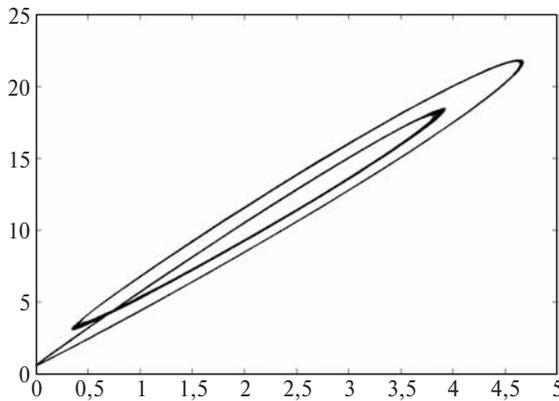
**Рис. 4.** Проекция на плоскость «Капитал — Платежеспособный спрос» предельного цикла периода 4 при  $w = 0,35$

исходит разрушение экономической системы путем уменьшения до нуля капитала и платежеспособного спроса населения.

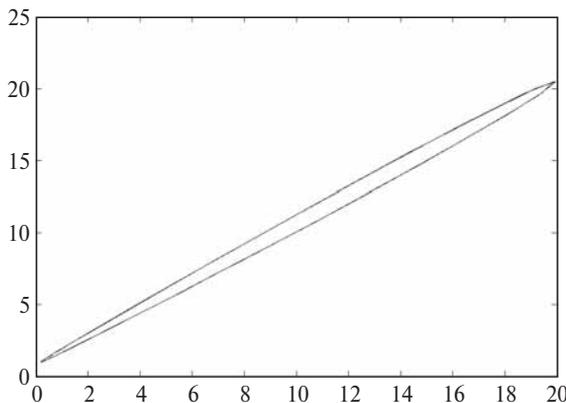
Результаты рассмотренного сценария свидетельствуют о том, что значительное уменьшение платежеспособного спроса трудящихся, состоящего в сокращении объема их заработной платы, неминуемо ведет к хаосу в экономике и в конечном итоге к ее разрушению.

### Сценарий 2: изменение параметра $\lambda$

Параметр  $\lambda$  определяется параметрами  $\alpha$  и  $\beta$ , характеризующими подвижность капитала и инертность населения по отношению к покупке потребительских товаров. Поэтому увеличение  $\lambda$  происходит при увели-



**Рис. 5.** Проекция на плоскость «Капитал — Платежеспособный спрос» аттрактора Фейгенбаума при  $w = 0,22$



**Рис. 6.** Проекция на плоскость «Капитал — Платежеспособный спрос» простого предельного цикла при  $\lambda = 20$

чении параметра  $\alpha$  и при уменьшении параметра  $\beta$ , что соответствует с одной стороны увеличению подвижности капитала — что является положительным фактором для развития рыночной экономики, а с другой стороны уменьшению спроса населения на потребительские товары — что, в свою очередь, является отрицательным фактором для развития рыночной экономики. Борьба этих двух тенденций приводит к тому, что при увеличении параметра  $\lambda$  происходит сначала усложнение решений системы (1) через каскад бифуркаций Фейгенбаума удвоения периодов цикла, изображенного на рис. 1, вплоть до образования аттрактора Фейгенбаума (аналогично первому сценарию). Затем при дальнейшем увеличении параметра  $\lambda$  происходит упрощение решений системы (1) в обратном кас-

каду бифуркаций Фейгенбаума порядке вплоть до образования простого предельного цикла (рис. 6).

Результаты данного сценария свидетельствуют о том, что малая подвижность капитала, а также большая инертность населения в покупке новых и модных потребительских товаров могут привести при некотором их соотношении к хаосу в экономике. Выйти из кризисного состояния рыночная экономика может путем увеличения подвижности капитала либо путем увеличения спроса населения на потребительские товары.

### Сценарий 3: изменение параметра $\gamma$ — органического строения капитала

Увеличение параметра  $\gamma$  соответствует уменьшению доли трудящихся, занятых в производстве товаров и услуг. При этом наблюдается

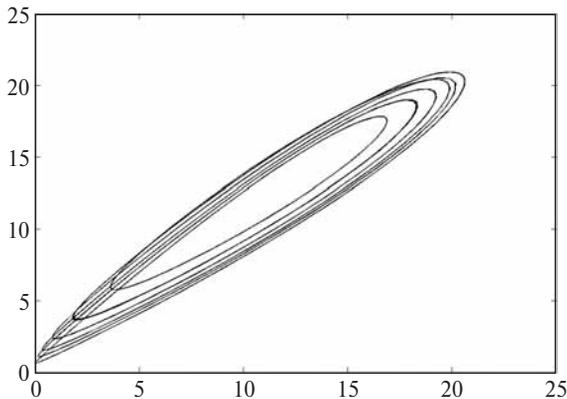


Рис. 7. Проекция на плоскость «Капитал — Платежеспособный спрос» предельного цикла периода 6 при  $\gamma = 1,047$

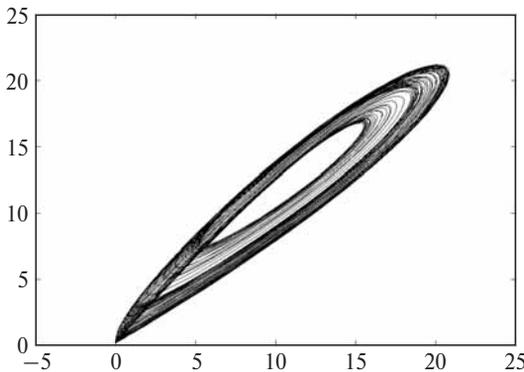
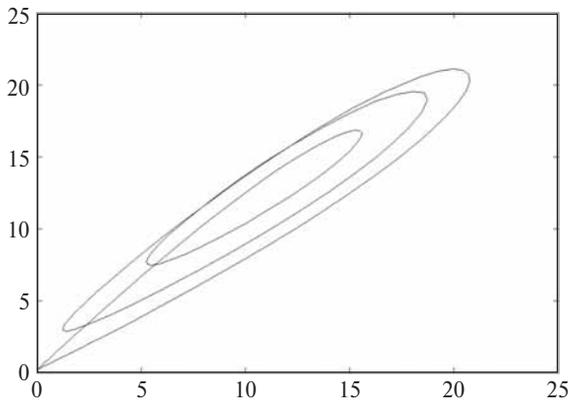


Рис. 8. Проекция на плоскость «Капитал — Платежеспособный спрос» аттрактора Фейгенбаума при  $\gamma = 1,068$



**Рис. 9.** Проекция на плоскость «Капитал — Платежеспособный спрос» предельного цикла периода 3 при  $\gamma = 1,071$

усложнение решений системы рыночных макропоказателей (1) через каскад бифуркаций Фейгенбаума удвоения периодов цикла, изображенного на рис. 1, вплоть до образования аттрактора Фейгенбаума (аналогично сценарию 1), затем через субгармонический каскад бифуркаций Шарковского образования устойчивых циклов любого периода вплоть до цикла периода 3 и различных аттракторов Шарковского (рис. 7–9). При дальнейшем увеличении параметра  $\gamma$  происходит разрушение циклического поведения в экономической системе и ее распад путем обнуления капитала и платежеспособного спроса населения.

Уменьшение параметра  $\gamma$  ведет к уменьшению размеров и периода простого устойчивого цикла вплоть до его стягивания в устойчивую особую точку и исчезновения в результате бифуркации Андронова—Хопфа. При дальнейшем уменьшении параметра  $\gamma$  в системе (1) наблюдается единственное устойчивое стационарное состояние.

Результаты данного сценария свидетельствуют о том, что уменьшение доли занятого в производстве товаров и услуг населения неминуемо ведет к хаосу в экономике и в конечном итоге к ее разрушению. Напротив, увеличение доли занятого в производстве товаров и услуг населения ведет к стабилизации рыночной экономики и к уменьшению периодичности колебаний ее рыночных макропоказателей.

## Выводы

В настоящей работе проанализировано несколько интересных сценариев экономического развития, связанных с изменением структурных параметров  $\omega$ ,  $\alpha$ ,  $\beta$  и  $\gamma$ , характеризующих платежеспособный спрос (зарплату) трудящихся, подвижность капитала, инертность населения по отношению к покупке потребительских товаров и органическое строение

капитала, т. е. отношение долей постоянного и переменного капитала в его производительной части. Из проведенных исследований можно сделать следующие важные выводы о том, что:

1. Значительное уменьшение платежеспособного спроса трудящихся, состоящего в сокращении объема их заработной платы, неминуемо ведет к хаосу в экономике и в конечном итоге к ее разрушению.
2. Малая подвижность капитала, а также большая инертность населения в покупке новых и модных потребительских товаров также могут привести при некотором их соотношении к хаосу в экономике.
3. Уменьшение доли занятого в производстве товаров и услуг населения также неминуемо ведет к хаосу в экономике и в конечном итоге к ее разрушению. Напротив, увеличение доли занятого в производстве товаров и услуг населения ведет к стабилизации рыночной экономики и к уменьшению периодичности колебаний ее рыночных макропоказателей.

## Литература

1. *Магницкий Н. А., Сидоров С. В.* Распределенная модель саморазвивающейся рыночной экономики // *Нелинейная динамика и управление.* Вып. 2. М.: Физматлит, 2002. С. 235–254.