

**ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР  
«ИНФОРМАТИКА И УПРАВЛЕНИЕ»  
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК**

**МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ  
(ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ)**

**МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
им. М.В. ЛОМОНОСОВА**

## **Всероссийская научная конференция**

**МОДЕЛИРОВАНИЕ КОЭВОЛЮЦИИ ПРИРОДЫ  
И ОБЩЕСТВА: ПРОБЛЕМЫ И ОПЫТ.  
К 100-ЛЕТИЮ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ  
АКАДЕМИКА Н.Н. МОИСЕЕВА  
(МОИСЕЕВ – 100)**

**г. Москва, 7-10 ноября 2017**

**ТРУДЫ**

**Москва – 2017**

**УДК 519.8; 504.03; 330.4  
ББК 22.18**

**Моделирование коэволюции природы и общества: проблемы и опыт.  
К 100-летию со дня рождения академика Н.Н. Моисеева (МОИСЕЕВ-100).  
Москва, 7-10 ноября 2017. Труды Всероссийской научной конференции /  
Отв. редактор И.Г. Поступов. М.: ФИЦ ИУ РАН, 2017. 448 с.**

Настоящий сборник включает доклады, представленные на Всероссийской научной конференции с международным участием «Моделирование коэволюции природы и общества: проблемы и опыт. К 100-летию со дня рождения академика Н.Н. Моисеева» и отобранные Программным комитетом конференции. Доклады отражают последние достижения в области моделирования эколого-экономических систем, управления и оптимизации, механики, теории принятия решений, автоматизации проектирования. Конференция проводится Вычислительным центром им. А.А. Дородницына ФИЦ ИУ РАН при участии МГУ им. М.В. Ломоносова и МФТИ (ГУ). К работе конференции привлечены ведущие ученые в соответствующих областях.

Издание осуществлено при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований по проекту 17-07-20553 и Федерального агентства научных организаций.

Ответственный редактор: член-корр. РАН И.Г. Поступов.

Научные редакторы и составители: А.В. Шатров, Н.Н. Оленёв.

Редактор Н.П. Петрова.

Технические редакторы Ф.В. Костюк, Т.В. Сидорова.

**Co-Evolution of Nature and Society Modelling, Problems & Experience. Devoted to Academician Nikita Moiseev centenary (Moiseev-100). Moscow, 7-10 November 2017. Proceedings of All-Russia scientific conference / Ed. Igor Pospelov. Moscow, FRC CSC RAS, 2017. 448 p.**

Conference is organized by Dorodnicyn Computing Centre of Federal Research Centre “Computer Science and Control” of Russian Academy of Sciences (FRC CSC RAS), Lomonosov Moscow State University (MSU) and Moscow Institute of Physics and Technology (MIPT) and devoted to memory of academician Nikita Moiseev. The conference brings together leading scientists to discuss modeling of ecology-economics systems, control, optimization, mechanics, decision making and machine-aided design. Reports selected by Conference Program Committee are included into this volume.

Supported by Russian Foundation for Basic Research (project №17-07-20553) and by Federal Agency of Scientific Organizations.

Editor-in-Chief Corresponding member of RAS Igor Pospelov.

Originator and Scientific Editors: Anatoly Shatrov, Nikolay Olenev.

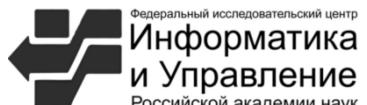
Editor: Nataly Petrova.

Technical Editors: Felix Kostyuk, Tatiana Sidorova.

**ISBN 978-5-91993-073-0**

Научное издание

© Федеральный исследовательский центр «Информатика и управление»  
Российской академии наук, 2017



# **МОДЕЛЬНОЕ ОПИСАНИЕ ПОВЕДЕНИЯ АГРЕГИРОВАННОГО ДОМОХОЗЯЙСТВА В ЭКОНОМИКЕ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**И.П. Станкевич, \*А.А. Ужегов**

Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики»,  
факультет экономических наук, научно-учебная лаборатория  
макроструктурного моделирования экономики России,  
Россия, 119049, г. Москва, улица Шаболовка, дом 26,  
тел.: (929)995-03-45,  
e-mail: ujegov@gmail.com

**Аннотация.** При создании прикладных макроэкономических моделей российской экономики оказывается, что привычные теоретические конструкции неприемлемы для описания переходных процессов последних полутора десятилетий, а действительно работающие прикладные конструкции требуют значительного числа переменных, что не годится для использования в макроэкономической модели, содержащей описание и всей прочей экономики. Данная работа решает эту проблему представлением динамической модели рационального поведения агрегированного домохозяйства. В модели домохозяйство предъявляет спрос на продукт и предлагает труд в рамках финансовых ограничений с учетом финансовых и инвестиционных инструментов в предположении точного предвидения цен, процентов, курса валюты и довольно сложного ограничения ликвидности. Модель позволяет описать динамику потребления и занятости российских домохозяйств исходя из классических представлений о полезности потребления и отвращении к труду. Особенностью работы является неожиданно простой мультипликативный вид функции полезности от потребления и труда. Задача рационального поведения домохозяйства ставится на конечном горизонте с терминальными условиями роста капитала и решается с помощью достаточных условий оптимальности в форме Лагранжа. Благодаря специфике функции полезности задачу удается решить до конца аналитически для произвольных траекторий цен, ставки заработной платы и процентов. Представленный в работе результат является существенным заделом как для более подробных моделей домашних хозяйств, так и в целом для моделей общего равновесия, описывающих развитие отечественной экономики.

Работа выполнена при поддержке Совета по грантам Президента РФ (грант Президента Российской Федерации для государственной поддержки).

**Ключевые слова:** домашнее хозяйство, занятость, динамическая нелинейная модель, баланс денежных доходов и расходов населения, макроэкономика.

## **1. Введение. Подходы к моделированию поведения домашних хозяйств**

Описать поведение домашних хозяйств можно различными методами: воспользовавшись индексной теорией [1, 2], микроэкономическим подходом [21] или при помощи сильного микроэконометрического аппарата, опираясь на данные обследований домашних хозяйств [22-24]. В данной работе делается акцент на

макроэкономическом подходе, потому как речь далее пойдет о поведении агрегированного домашнего хозяйства.

Макроэкономический подход к моделированию поведения домохозяйств с точки зрения потребления можно описать через известную учебную макроэкономическую модель, основанную на теории предложенной Фридманом [3] и Модильяни [4].

$$\sum_{t=0}^T \frac{1}{(1+\rho)^t} u(C_t) \rightarrow \max_{C_t}$$

$$\sum_{t=0}^T \frac{1}{(1+r)^t} C_t = A_0 + \sum_{t=0}^T \frac{1}{(1+r)^t} Y_t$$

$u(C_t)$ -функция полезности потребления;

$C_t$  - потребление в период  $t$ ;

$A_0$  - начальные активы;

$Y_t$  - доход домохозяйства в момент  $t$ ;

$\rho$  - дисконт фактор;

$r$  - ставка процента.

В моделях такого типа домохозяйство представлено единым агрегатом, максимизирующим свою полезность на временном интервале  $[0, T]$  при бюджетном ограничении: расходы на потребление равны доходам домохозяйства. Эти модели отличаются тем, что в них преимущественно рассматривается именно траектория потребления. Траекторию труда невсегда получается оптимизировать или оценить, если его включают. Однако существуют определенные проблемы, с которыми приходится сталкиваться при использовании подобного подхода. Важно учитывать структуру расходов домохозяйства, что делается не всегда, а значит, потребление не разделяется на текущее и потребление товаров и услуг длительного пользования. Необходимо включать в модель дефлятор, чтобы все величины были выражены в ценах одного года и сравнимы. В таких моделях в качестве дисконта часто берут процентную ставку, причем нередко предполагают ее постоянной. Согласно данным применительно к экономике России такую предпосылку применить нельзя.

Фундаментальным вопросом является выбор формы функции полезности для описания предпочтений потребителя. Один из самых распространенных в литературе вариантов – это CES-функции полезности (функции с постоянной эластичностью замещения). Они обладают целым рядом полезных свойств, в том числе связанных с возможностью их использования для описания иерархической полезности (про иерархическую полезность подробнее см. работы [8 -10]), а также содержат в качестве частных случаев ряд других функций полезности (линейную, леонтьевскую, Кобба-Дугласа). Это обусловило популярность CES-функций в многопродуктовых моделях, при этом при помощи таких функций описывается не только полезность потребителя, но и агрегирование промежуточных продуктов в финальные блага (т.е. CES-функции используются не только как функции полезности, но и как функции свертки; см., к примеру, [11,12]. Но CES-функции проявляют свои свойства именно в рамках многопродуктовых моделей, в случае одного продукта они сводятся к простым линейным функциям, которых явно недостаточно для корректного описания действительности. Одним из распространенных вариантов в этом случае является

степенная функция, она же CRRA-функция (функция с постоянной относительной несклонностью к риску). Она часто используется для описания поведения потребителя в разного рода макроэкономических моделях ([7,14]), в моделях динамического стохастического общего равновесия, к примеру, [13]. При этом в большинстве работ предполагается, что потребление и труд (в той или иной форме – рабочее время, свободное время, занятость) входят в функцию полезности аддитивно. Что интересно, если потребление обычно входит как CRRA-функция от объема потребления агентом, то труд может входить и как CRRA-функция ([14], в [15] потребление входит как CES, труд как CRRA), и как функция другого вида ([6, 7]). Следуя за сложившейся традицией, мы будем вводить полезность от потребления и труда как CRRA-функции, но откажемся от ограничительной предпосылки, что эти две компоненты входят в итоговую функцию полезности аддитивно.

В отечественной практике DSGE-моделирования дублируются описанные выше подходы. В [16] используется стандартная конструкция с суммой CRRA-функций от потребления (агрегированного) и труда, с поправкой на то, что потребление рассматривается не в исходном виде, а как превышение над неким «привычным» уровнем. В точности так же описывается потребитель и в [17], и в [20], в конечном итоге повторяя конструкцию из [18]. Труд, как правило, входит в итоговую полезность аддитивно как некая функция общего вида от объема отработанных часов или объема свободного времени. В [19] потребление в функцию полезности вводится при помощи CES-свертки из потребления агрегированного импортного промышленного продукта и агрегированных услуг, труд входит аддитивно.

Довольно важно учитывать в модели показатели рынка труда, а именно занятость и заработную плату. Применительно к экономике России, которая рассматривается в данной работе, существует дискуссия между макроэкономическим подходом, основанным на макромоделях рынка труда и подходом на микроуровне, который представлен «российской моделью рынка труда». Ввиду того, что в работе делается упор на макроуровень, то на нем и остановимся. Как показывают многочисленные исследования, проведенные Экономической экспертной группой во главе с Е.Т. Гурвичем, российский рынок труда эффективен с макроэкономической точки зрения: на основе результатов работ было показано, что он характеризуется отсутствием искажений рыночных механизмов. Подробные исследования были проведены для оценки эластичности реальной заработной платы по безработице, оценки предложения труда, связи заработной платы с инфляцией. Также были изучены структурные свойства российского рынка труда. Все эти результаты представлены в соответствующей монографии [5]. Таким образом, включение рынка труда в модель – необходимое условие для понимания поведения потребителя и механизмов работы экономики.

## 2. Описание базы данных

В работе используется гармонизированная таблица данных: квартальный баланс денежных доходов и расходов населения за период с 2000 г. по 2015 г. Баланс был получен по результатам объемной статистической работы по обработке и сопоставлению таблиц, публикуемых Росстатом и Банком России. Все статистические ряды были очищены от фактора сезонности при помощи специальной процедуры, представленной в [25]. Временные ряды, которые используются в модели, представлены в табл. 1.

*Таблица 1. Описание статистической базы*

Переменная	Статистические таблицы
Покупка товаров и услуг	Баланс денежных доходов и расходов населения Российской Федерации. ( <b>Росстат</b> )
Оплата труда	Баланс денежных доходов и расходов населения Российской Федерации. ( <b>Росстат</b> )
Занятость	Доклад "Социально-экономическое положение России". ( <b>Росстат</b> )
Валютный курс	Обменный курс рубля. ( <b>ЦБ РФ</b> )
Кредиты и депозиты д/х и процентные платежи по ним	Баланс денежных доходов и расходов населения Российской Федерации. ( <b>Росстат</b> )
Приобретение и доход от иностранной валюты	Объем операций с наличной иностранной валютой между уполномоченными банками и физическими лицами. ( <b>ЦБ РФ</b> )
Дефлятор потребления	ВВП и его элементы ( <b>Росстат</b> )
Приобретение и доход от ценных бумаг и недвижимости	Баланс денежных доходов и расходов населения Российской Федерации. ( <b>Росстат</b> )
Налоговые платежи и социальные трансферты	Баланс денежных доходов и расходов населения Российской Федерации. ( <b>Росстат</b> )

### **3. Модель агрегированного потребителя. Задача агрегированного потребителя**

Экономическая динамика описывается при помощи непрерывного времени. Временным множеством является отрезок  $[0, T]$ . Агрегированный потребитель максимизирует полезность потребления

$$\int_0^T u(C(t), R(t)) \exp\{-\delta t\} dt \rightarrow \max_{C(t), R(t)}, \quad (1)$$

выбирая траектории потребления  $C(t)$ , занятости  $R(t)$ , динамики наличных денег  $A(t)$ , кредитных займов  $L(t) \geq 0$ , депозитных вкладов  $S(t) \geq 0$ , объема ценных бумаг  $B(t) \geq 0$ , сальдо покупки-продажи иностранной валюты  $Q(t) \geq 0$  и сальдо покупки-продажи недвижимости  $E(t) \geq 0$  в рамках финансового баланса

$$\begin{aligned} \frac{d}{dt} A(t) = & (1-n(t))\omega(t)R(t) - p_C(t)C(t) + Tr(t) - r_L(t)L(t) + \frac{d}{dt}L(t) + \\ & + r_S S(t) - \frac{d}{dt}S(t) + r_B(t)B(t) - \frac{d}{dt}B(t) - w(t)\frac{d}{dt}Q(t) - p_E(t)\frac{d}{dt}E(t) - OC(t), \end{aligned} \quad (2)$$

где  $OC(t)$  - чистые прочие доходы, при ограничении ликвидности

$$\begin{aligned} A(t) \geq & k_R(1-n(t))\omega(t)R(t) + k_C p_C(t)C(t) + k_L L(t) + \\ & + k_S S(t) + k_B B(t) + k_Q w(t)Q(t) + k_E p_E(t)E(t) , \end{aligned} \quad (3)$$

где  $k_R, k_C, k_L, k_S, k_B, k_Q, k_E$  - константы, при известных на отрезке  $[0, T]$  переменных: оплата труда  $\omega(t)$ , дефлятор потребления  $p_C(t)$ , процентная ставка по кредитам  $r_L(t)$ , процентная ставка по депозитам  $r_S(t)$ , доходность ценных бумаг  $r_B(t)$ , курс доллара США к рублю  $w(t)$ , индекс цен на недвижимость  $p_E(t)$ . Переменные социальные трансферты  $Tr(t)$  и прочие денежные остатки  $OC(t)$  являются экзогенно заданными.

Функцией полезности агрегированного потребителя является модифицированная функция CRRA вида

$$u(C(t), R(t)) = \frac{C(t)^{1-\beta}}{1-\beta} \frac{R(t)^{1-\alpha}}{1-\alpha} \quad (4)$$

при ограничениях на параметры  $\alpha < 0, \beta > 1, \alpha + \beta < 1$ .

#### 4. Решение задачи агрегированного потребителя

Траектории величин  $C(t), R(t), L(t), S(t), B(t), Q(t), E(t), A(t)$  будут оптимальными в случае, если они максимизируют функционал Лагранжа

$$\begin{aligned} \int_0^T \{ & u(C(t), R(t)) \exp(-\delta t) + \xi(t) [(1-n(t))\omega(t)R(t) - p_C(t)C(t) + Tr(t) - \\ & - r_L(t)L(t) + \frac{d}{dt}L(t) + r_S(t)S(t) - \frac{d}{dt}S(t) + r_B(t)B(t) - \frac{d}{dt}B(t) - \\ & - w(t)\frac{d}{dt}Q(t) - p_E(t)\frac{d}{dt}E(t) - \frac{d}{dt}A(t) - OC(t)] + \\ & + \varphi(t)[k_R(1-n(t))\omega(t)R(t) + k_C p_C(t)C(t) + k_L L(t) + \\ & + k_S S(t) + k_B B(t) + k_Q w(t)Q(t) + k_E p_E(t)E(t) - A(t)] + \\ & + \lambda_L(t)L(t) + \lambda_S(t)S(t) + \lambda_B(t)B(t) + \lambda_Q(t)Q(t) + \lambda_E(t)E(t) \} dt, \end{aligned} \quad (5)$$

при некотором наборе двойственных переменных  $\xi(t), \varphi(t), \lambda_L, \lambda_S, \lambda_B, \lambda_Q, \lambda_E$  и при условиях дополняющей нежесткости

$[a][b]$  обозначает  $ab = 0, a \geq 0, b \geq 0$ ,

$$[\lambda_L(t)][L(t)], \quad (6)$$

$$[\lambda_S(t)][S(t)], \quad (7)$$

$$[\lambda_B(t)][B(t)], \quad (8)$$

$$[\lambda_Q(t)][Q(t)], \quad (9)$$

$$[\lambda_E(t)][E(t)], \quad (10)$$

$$\begin{aligned} & [\varphi(t)][A(t) - (k_R(1-n(t))\omega(t)R(t) + k_C p_C(t)C(t) + \\ & + k_L L(t) + k_S S(t) + k_B B(t) + k_Q w(t)Q(t) + k_E p_E E(t))] \end{aligned} \quad (11)$$

Проинтегрировав ряд выражений, входящих линейно в функционал Лагранжа, получаем, что (5) достигает максимума  $C(.), R(.), L(.), S(.), B(.), Q(.), E(.), A(.)$  тогда и только тогда, когда почти всюду на отрезке  $[0, T]$  обращаются в 0 производные по  $C(t), R(t), L(t), S(t), B(t), Q(t), E(t), A(t)$  подынтегрального выражения

$$0 = [D(u)(C(t), R(t))\exp(-\delta t) - \xi(t)p_C(t) + \varphi(t)k_C p_C(t)]dC(t), \quad (12)$$

$$0 = [D(u)(C(t), R(t))\exp(-\delta t) + \xi(t)(1-n(t))\omega(t) + \varphi(t)k_R \omega(t)]dR(t). \quad (13)$$

Производные по финансовым и инвестиционным инструментам выражаются очевидным образом, в результате чего получается система уравнений, разрешив которую в предположении  $k_C = -k_R$  (это возможно благодаря специфике ограничения ликвидности), получим, что для поставленной задачи выполняется следующее наблюдаемое в статистике эмпирическое соотношение

$$\frac{C(t)p_C(t)}{(1-n(t))\omega(t)R(t)} = \frac{1-\beta}{\alpha-1}, \quad (14)$$



Рис. 1. Соотношение между расходами на потребление и суммарной заработной платой

Решением задачи являются уравнения для траекторий  $C(t), R(t)$ :

$$C(t) = C(0) \left[ \left( \frac{p_C(t)}{p_C(0)} \right)^\alpha \left( \frac{(1-n(t))\omega(t)}{(1-n(0))\omega(0)} \right)^{1-\alpha} \exp \left\{ - \int_0^t \rho(u) du \right\} \exp \{\delta t\} \right]^{\frac{1}{1-\alpha-\beta}} \quad (15)$$

$$R(t) = R(0) \left[ \left( \frac{p_C(t)}{p_C(0)} \right)^{1-\beta} \left( \frac{(1-n(t))\omega(t)}{(1-n(0))\omega(0)} \right)^\beta \exp \left\{ - \int_0^t \rho(u) du \right\} \exp \{\delta t\} \right]^{\frac{1}{1-\alpha-\beta}} \quad (16)$$

$$\rho(t) = - \frac{d}{dt} \frac{\xi(t)}{\xi(t)} \quad (17)$$

$\rho(t)$  интерпретируется как доходность домашнего хозяйства.

Траектории для финансовых и инвестиционных инструментов получены путем смягчения соответствующих условий дополняющей нежесткости:

$$L(t) = [a_L + b_L(\rho(t)(k_L - 1) + r_L(t))]L(t-1), \quad (18)$$

$$S(t) = [a_S + b_S(\rho(t)(k_S + 1) - r_S(t))]S(t-1), \quad (19)$$

$$Q(t) = [a_Q + b_Q(\rho(t)w(t)(k_Q + 1) - \frac{d}{dt}w(t))]Q(t-1), \quad (20)$$

$$B(t) = [a_B + b_B(\rho(t)(k_B + 1) - r_B(t))]B(t-1), \quad (21)$$

$$E(t) = [a_E + b_E(\rho(t)p_E(t)(k_E + 1) - \frac{d}{dt}p_E(t))]E(t-1). \quad (22)$$

Домножение на  $L(t-1), S(t-1), Q(t-1), B(t-1), E(t-1)$  необходимо для выполнения условия стационарности для левой и правой частей уравнений (18) - (22).

## 5. Результат агрегированной модели

Далее на графиках приводятся результаты модели в сравнении со статистическими данными (рис.1-6).

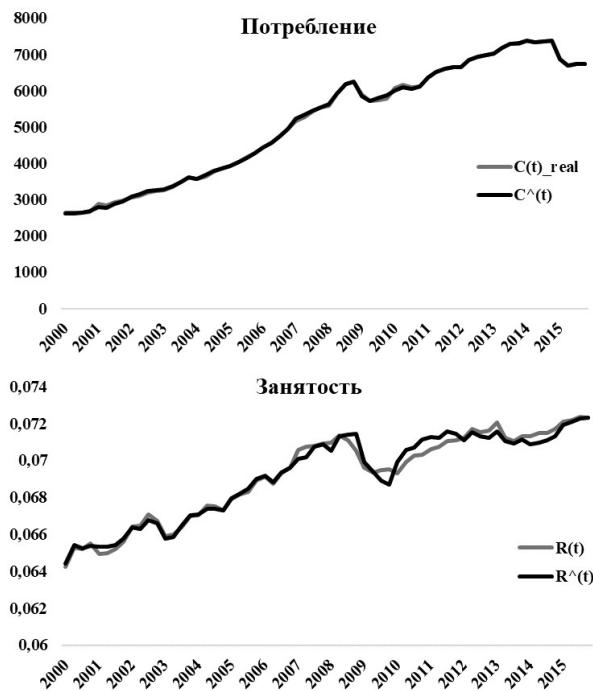


Рис. 2. Реальное потребление домашних хозяйств, млрд, руб. Уровень занятости, млн, чел. Статистические данные и модельная оценка<sup>^</sup>.

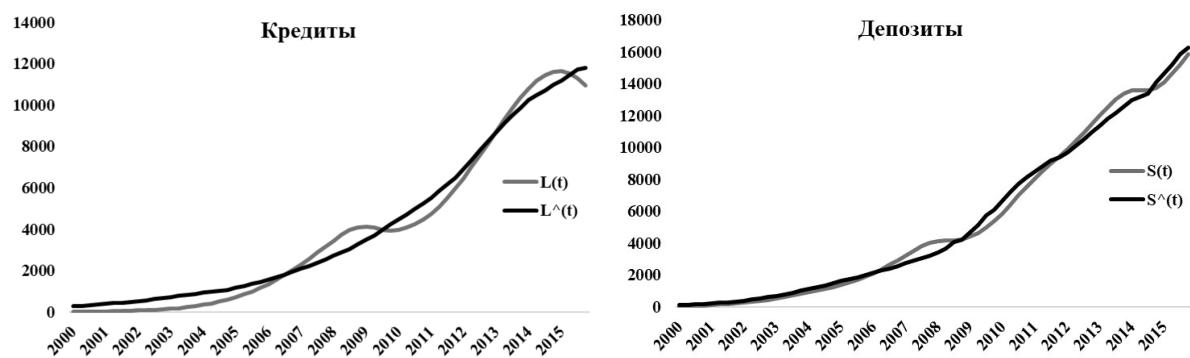


Рис.3. Объем кредитов, полученных домашними хозяйствами, млрд, руб. Объем депозитов домашних хозяйств, млрд, руб. Статистические данные и модельная оценка<sup>^</sup>.

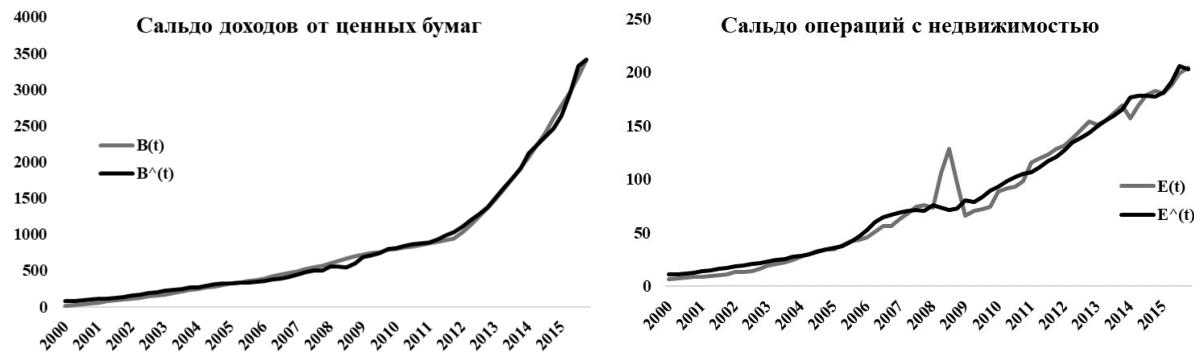


Рис. 4. Объем ценных бумаг на руках у домашних хозяйств, млрд, руб. Сальдо покупки-продажи недвижимости домашними хозяйствами, млрд, руб. Статистические данные и модельная оценка<sup>^</sup>.

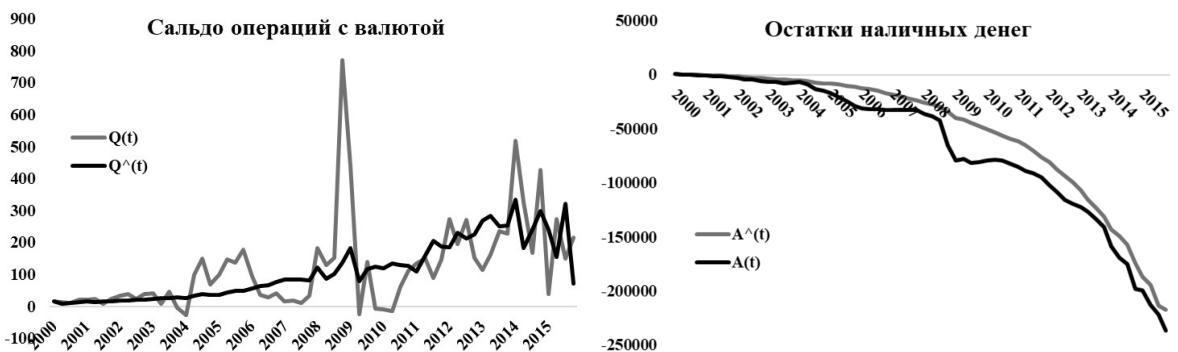


Рис. 5. Сальдо покупки-продажи валюты домашними хозяйствами, млрд, руб. Финансовый баланс агрегированного домашнего хозяйства, млрд, руб. Статистические данные и модельная оценка<sup>4</sup>.

Легко заметить высокую точность воспроизведения показателей потребления и занятости агрегированного домашнего хозяйства для всего рассматриваемого периода. Важно отметить, что модель описывает кризисные периоды 2008-2009 гг. и 2014-2015 гг. Достаточно точно воспроизводятся траектории финансовых и инвестиционных инструментов, особенно хорошо – кредиты, выданные домашним хозяйствам, депозиты домашних хозяйств, объем ценных бумаг у домашних хозяйств. Сальдируемые показатели валюты и недвижимости не воспроизводят пик, характерный для кризиса 2008-2009 гг. Показатель, характеризующий сальдо покупки-продажи валюты домашними хозяйствами, отличается низкой точностью, но, что важно, модель способна воспроизводить динамику этого показателя в соответствии со статистическими значениями. Также следует отметить наблюдаемое расхождение статистического и модельного финансового балансов. Такой результат модели объясним тем фактом, что основным параметром, отвечающим за воспроизведение рассматриваемых показателей, является  $\rho(t)$  (доходность домохозяйства), который определяется из условий первого порядка для переменных потребления и занятости. Отметим, что плохо воспроизводимые показатели (а именно сальдо валюты и недвижимости), наглядно отличаются по своему поведению от остальных показателей, особенно наличием пика в 2008-2009 гг. Из этого следует вывод, что доходность домохозяйства не улавливает ряд эффектов, характерных для сальдируемых показателей. Смягчение соответствующих условий дополняющей нежесткости позволяет описать динамику (в случае с валютным показателем) и достаточно точно воспроизвести траекторию для некризисных периодов (в случае показателя недвижимости). Опираясь на сказанное выше, вполне справедлива гипотеза о том, что параметра  $\rho(t)$ , экзогенных цен и процентных ставок недостаточно для описания сальдируемых показателей, а значит, необходимо подробнее изучить эффекты, свойственные им и, возможно, ввести дополнительные инструменты, позволяющие эти эффекты учесть.

Важно обратить внимание на то, что если в итоговом результате модели приравнять модельный показатель валюты к статистическому, то финансовый баланс агрегированного домашнего хозяйства сойдется с крайне высокой точностью, о чем говорят следующие графики. Это значит, что на текущий момент не до конца понятно, каким образом следует описывать покупку-продажу валюты домашними хозяйствами в рамках поставленной задачи, так как именно этот показатель является основной причиной расхождения баланса.

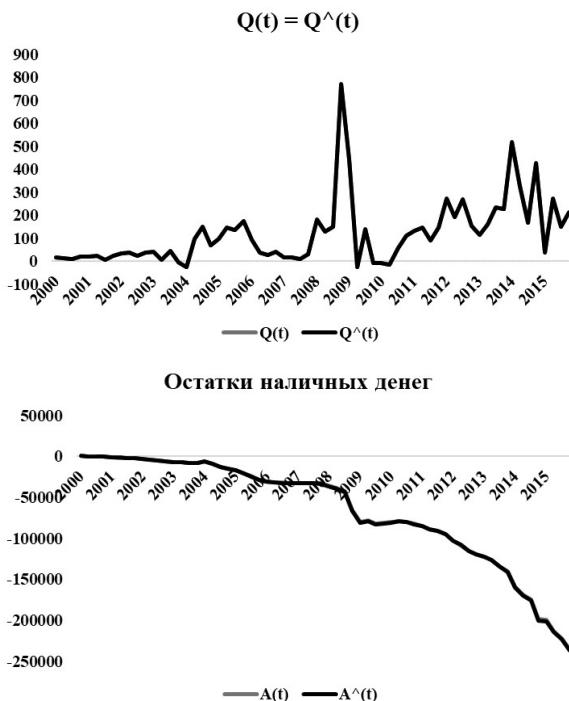


Рис. 6. Случай, если модельная оценка валютного сальдо совпадает со статистическими значениями, млрд, руб. Финансовый баланс агрегированного домашнего хозяйства в случае, если оценка валютного сальдо совпадает со статистическими данными, млрд, руб. Статистические данные и модельная оценка<sup>^</sup>.

В результате удалось построить динамическую нелинейную модель поведения агрегированного домохозяйства в экономике Российской Федерации, включающую описание потребления, занятости, изменения финансовых и инвестиционных инструментов. Найдено аналитическое решение задачи агрегированного домохозяйства, подготовленное для использования на статистических данных. Воспроизведена на модельном уровне траектория занятости, чего пока не удавалось получить в моделях подобного типа применительно к экономике России. Это стало возможным благодаря специфике предложенной в работе функции полезности. Исходя из классического представления о рациональном поведении агрегированного потребителя, с достаточно высокой точностью воспроизведены характеризующие его показатели.

### Литература

1. Поспелов И. Г., Поспелова Л. Я. «ИНДЕКС». Система исчисления агрегированных показателей потребительского спроса. М.: ВЦ РАН, 1994.
2. Ершов Э. Б. Структурно-динамические индексы цен и количеств для агрегированных периодов и средние цены для однородных периодов // Экономический журнал Высшей школы экономики. 2010. Т. 14. № 4. С. 440-467.
3. Friedman M. A Theory of Consumption Function // Princeton University Press. 1957.
4. Modigliani F., Brumberg R. Utility Analysis and the Consumption Function: an Interpretation of Cross-Section Data // Rutgers University Press. 1954.
5. Гурвич Е.Т., Вакуленко Е.С. Механизмы российского рынка труда. М.: Изд-во «Дело», 2016.
6. Krause A. Optimal Savings Taxation when Individuals have Different CRRA Utility Functions // Annals of Economics and Statistics/Annales d'Économie et de Statistique. 2014. №. 113-114. С. 207-223.

7. Guo J. T., Krause A. Changing Social Preferences and Optimal Redistributive Taxation. 2017.
8. Gorman W. M. Separable Utility and Aggregation. // *Econometrica*. 1959. Vol. 27, No. 3. Pp. 469-481
9. Strotz R.H. The Empirical Implications of a Utility Tree // *Econometrica*. 1957. Vol. 25, No. 2. Pp. 269-280.
10. Strotz R.H. The Utility Tree-A Correction and Further Appraisal // *Econometrica*. 1959. Vol. 27, No. 3. Pp. 482-488.
11. Minniti A., Turino F. Multi-product firms and business cycle dynamics // *European Economic Review*, Elsevier. 2013. V. 57(C). P. 75-97.
12. Pavlov O., Weder M. Product scope and endogenous fluctuations // *Review of Economic Dynamics*. 2017. T. 24. C.175-191.
13. An S., Schorfheide F. Bayesian analysis of DSGE models // *Econometric reviews*. 2007. V. 26. №. 2-4. Pp. 113-172.
14. Soriano-Morales Y. V., Vallejo-Jiménez B., Venegas-Martínez F. Impact of the Degree of Relative Risk Aversion, the Interest Rate and the Exchange Rate Depreciation on Economic Welfare in a Small Open Economy. 2017.
15. Etro F., Rossi L. New-Keynesian Phillips curve with Bertrand competition and endogenous entry // *Journal of Economic Dynamics and Control*. 2015. V. 51. Pp. 318-340.
16. Malakhovskaya, Oxana, and Alexey Minabutdinov. "Are commodity price shocks important? A Bayesian estimation of a DSGE model for Russia." // *International Journal of Computational Economics and Econometrics*. 2014. V. 4.1-2. Pp.148-180.
17. Хвостова И., Новак А.Е. Особенности динамики потребления в моделях общего равновесия: роль привычек потребления.// *Финансовая аналитика: проблемы и решения*, 2016. Т. 3. С. 285.
18. Smets, Frank, and Raf Wouters. "An estimated dynamic stochastic general equilibrium model of the euro area." // *Journal of the European economic association*. 2003. V.1.5. Pp. 1123-1175.
19. Sosunov, Kirill, and Oleg Zamulin. "Monetary policy in an economy sick with Dutch disease." // CEFIR/NES Working Paper 101. 2007.
20. Шульгин А.Г. Оптимизация простых правил monetарной политики на базе оцененной DSGE-модели. // *JOURNAL OF THE NEW ECONOMIC ASSOCIATION*: 2015.V. 64.
21. Deaton A., Muellbauer J. *Economics and consumer behaviour*. Cambridge University Press. 1980.
22. Radchenko N. Welfare sharing within households: Identification from subjective well-being data and the collective model of labor supply. // *Journal of Family and Economic Issues*. 2016. V. 37.2. Pp. 254-271.
23. Murashov Y., Ratnikova T. . Under-reported income of Russian households. // *Russian Journal of Economics*, 2016. V. 2.1. Pp. 56-85.
24. Lukyanova A. Earnings inequality and informal employment in Russia.// *Economics of Transition*, 2015. V.23.2. Pp. 469-516.
25. Пильник Н. П., Поспелов И. Г., Станкевич И. П. Об использовании фиктивных переменных для решения проблемы сезонности в моделях общего экономического равновесия // *Экономический журнал Высшей школы экономики*, 2015. Т. 19. № 2. С. 249-270.