УДК 330.4 – 330.8

НЕРАЗРЕШЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ В «НЕОКЛАССИЧЕСКОМ» МОДЕЛИРОВАНИИ ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКОЙ МАКРОСИСТЕМЫ [i]

Александр Владимирович Рыженков
Институт экономики и организации промышленного производства СО РАН, 630090, Россия, г. Новосибирск, пр. Академика Лаврентьева, 17, доктор экономических наук, доцент, ведущий научный сотрудник, тел. (383)330-25-46; Новосибирский государственный университет, 630090, Россия, г. Новосибирск, ул. Пирогова, 2, профессор кафедры политической экономии, e-mail: ryzhenko@ieie.nsc.ru

Вскрыты противоречия “неоклассической” модели капиталистического эколого-экономического воспроизводства в учебнике “Высшая макроэкономика” Д. Ромера. Показана практическая невыполнимость неявных посылок о бесконечном росте отдачи природных ресурсов и снижении их удельного расхода почти до нуля. Раскрыта несостоятельность рекомендуемых учебником вариантов природопользования. Предложены модификации модели, проливающие свет, как на сбалансированный рост, так и на режим с обострением.

Ключевые слова: капиталистическое накопление, стационарный рост, режим с обострением

UNRESOLVED ISSUES IN THE "NEO-CLASSICAL" MODELING OF THE ECOLOGICAL-ECONOMIC MACROSYSTEM

Alexander V. Ryzhenkov
Institute of Economics and Industrial Engineering, Siberian Branch of RAS, 630090, Russia, Novosibirsk, 17 Acad. Lavrentiev Avenue, Dr. of Ec. Sciences, leading researcher, tel. (383)330-25-46; Novosibirsk State University, 630090, Russia, Novosibirsk, 2 Pirogov St., associate professor, Chair of Political Economy, the Faculty of Economics, tel. (383)363-42-14, e-mail: ryzhenko@ieie.nsc.ru

Revealed are contradictions of “neo-classical” model of capitalist ecology-economic reproduction, in D. Romer’s textbook “Advanced Macroeconomics”. Its premises on infinite growth of output-natural resources ratio and on reducing unit resources consumption almost to zero are not practically feasible. The long-term environmental policies recommended by this textbook are damaging. The proposed modifications of the model shed light on balanced and aggravated regimes of capital accumulation.

Keywords: capitalist accumulation, balanced growth, mode with aggravation

1. Неравновесная «неоклассическая» модель (НМ-1)

1.1. Экстенсивная детерминистская форма НМ-1

Объект исследования – капиталистическая экономика, рассматриваемая на довольно высоком уровне абстракции [1, 2].

Первая (вторая) производная переменной по времени $t \geq 0$ обозначена точкой (двумя точками) над символом, темп прироста переменной – знаком циркумфлекс ^ непосредственно над ней. Нижний индекс 0 относится к значению переменной в $t = 0$.

Пусть P – чистый продукт, K – основной капитал, R – природные ресурсы, используемые в общественном воспроизводстве (включая землю), L – занятость, N – рабочая сила, A – индекс эффективности труда, $a = P/L$ – выработка, $m = P/K$ – фондоотдача. На рынках произведенных товаров и рабочей силы поддерживается равновесие спроса и предложения при полной занятости.

Основной капитал рассчитывается с учетом износа. Предполагается, что общество инвестируют долю чистого продукта в основной капитал без запаздывания $\dot{K} = sP$, $0 < s < 1$, соответственно, темп прироста основного капитала

$$\hat{K} = sm. \tag{1.1}$$

Приняты предположения об экспоненциальном росте рабочей силы и эффективности труда, с одной стороны, и экспоненциальном сокращении наличных природных ресурсов – с другой:

$$\hat{L} = n \geq 0, \tag{1.2}$$

$$\hat{A} = g > 0, \tag{1.3}$$

$$\hat{R} = -b < 0. \tag{1.4}$$

Функция типа Кобба – Дугласа определяет объем производства

$$P = MK^{\alpha}R^{\beta}(AL)^{1-\alpha-\beta}, \tag{1.5}$$

где M – множитель, добавленный нами для согласования единиц измерения переменных, $\alpha > 0$, $\beta > 0$, $\alpha + \beta < 1$. Этой функции присуща постоянная отдача от масштаба (по аргументам K, R и L для заданного значения A). “Неоклассическая” модель с экономией от масштаба (без природного капитала) проанализирована в [3].

На базе [4–6] введем дополнительные переменные и уравнения, предполагаемые, однако не присутствующие в НМ-1 явно, а именно: абсолютный Z и удельный e расход природных ресурсов

$$Z = eP, \tag{1.6}$$

а также ресурсную отдачу

$$q = P/R. \tag{1.7}$$

Валовые $C \geq 0$ и удельные c инвестиции в природный капитал зададим как

$$C = cP. \tag{1.8}$$

Тогда чистый темп прироста экономически используемых природных ресурсов определен уравнением при отвлечении от запаздываний

$$\hat{R} = (C - Z)/R = (c - e)q. \qquad (1.9)$$

1.2. Интенсивная детерминистская форма НМ-1

Выведем самостоятельно интенсивную форму НМ-1. Она представлена нами первоначально как система из двух нелинейных ОДУ

$$\dot{m} = [-(1-\alpha)sm - \beta b + (1-\alpha-\beta)(n+g)]m, \qquad (1.10)$$

$$\dot{q} = [\alpha sm - \beta b + (1-\alpha-\beta)(n+g) + b]q. \qquad (1.11)$$

Утверждение 1.1. Данная система обладает нетривиальным квазистационарным состоянием (при отсутствии стационарного). Аттракторами переменных выступают выражения, приведенные в табл. 1.

Таблица 1

Аттракторы в НМ-1

	Выражение	
Показатель (переменная)	общее	частное ($b = -n$)
Фондоотдача	$m_b = \dfrac{-\beta b + (1-\alpha-\beta)d}{s(1-\alpha)}$, где $d = g + n$, $0 < b < b_c = (1-\alpha-\beta)d/\beta$	$m_n = \dfrac{\beta n + (1-\alpha-\beta)d}{s(1-\alpha)} > m_b$
Темп прироста чистого продукта	$\hat{P}_b = d - \dfrac{\beta}{1-\alpha}(d+b) < d$	$d > \hat{P}_n = d - \dfrac{\beta}{1-\alpha}g > \hat{P}_b$
Темп прироста выработки	$\hat{a}_b = \hat{P}_b - n$	$\hat{a}_n = \hat{P}_n - n > \hat{a}_b$
Темп прироста ресурсной отдачи	$d + b > \hat{q}_b = \hat{P}_b + b > \hat{P}_b$	$0 < \hat{q}_n = \hat{a}_n < \hat{q}_b$

Доказательство Утверждения 1.1 подробно излагать не будем. Оно сводится к тождественному представлению уравнений (1.10) и (1.11) как

$$\dot{m} = (1-\alpha)s(m_b - m)\,m, \qquad (1.12)$$

$$\dot{q} = [\hat{q}_b - \alpha s(m_b - m)]q. \qquad (1.13)$$

Заметим, что (1.12) – логистическое уравнение, которое может быть проинтегрировано по известной формуле. Из совместного рассмотрения уравнений (1.12) и (1.13) следует $\hat{q} \to \hat{q}_b$ для $t \to \infty$.

Темп прироста чистого продукта $\hat{P}_b$ может быть отрицательным для значений b, превышающих пороговое значение b_c. Ограничение $\alpha + \beta < 1$ исключает выполнение $\hat{P}_b \leq \hat{R}_b$. Вопреки заверению Ромера о наличии в его модели "траектории сбалансированного роста", таковая отсутствует в силу $\hat{P}_b > \hat{R}_b$.

Утверждение 1.2. Для $t \to +\infty$ удельный расход природных ресурсов $e \to 0$, тогда как ресурсная отдача $q \to +\infty$. Доказательство: $e = -\dot{R}/P$ и $\hat{P}_b > \hat{R}_b$; для $t \to +\infty$, $\hat{e} \to -\hat{q}_b < 0$, $q \to +\infty$.

Ромер выявил некоторые особенности НМ-1 для $b = -n$. Табл. 1 демонстрирует, что в этом случае показатели эффективности капиталистического производства возрастают по отношению к случаю отсутствия инвестиций в природный капитал ($c = 0$ и $b = eq > 0$). Однако он оставил без внимания, что это улучшение связано с тем, что инвестиции в природные ресурсы стали положительными:

$$c = e + n/q > 0. \tag{1.14}$$

Вопрос о практической реализуемости такой политики в [1, 2] не исследован.

2. Переход к сбалансированному росту в НМ-2

2.1. Общая интенсивная форма НМ-2

Сохраним в силе уравнения (1.1)–(1.9). Предположим, что приросты расхода природных ресурсов и чистого продукта связаны линейным соотношением (2.1) с выполнением $e_0 \geq e_1 > 0$, из которого следует уравнение (2.2) для темпа прироста удельного расхода природных ресурсов:

$$\dot{Z} = e_1 \dot{P}, \tag{2.1}$$

$$\hat{e} = \hat{P}(e_1/e - 1). \tag{2.2}$$

Интенсивная форма модели НМ-2 выражена тремя нелинейными ОДУ

$$\dot{e} = [\alpha sm + \beta(c - e)q + (1 - \alpha - \beta)d]\,(e_1 - e), \tag{2.3}$$

$$\dot{m} = [-(1 - \alpha)sm + \beta(c - e)q + (1 - \alpha - \beta)d]m, \tag{2.4}$$

$$\dot{q} = [\alpha sm + \beta(c - e)q + (1 - \alpha - \beta)d - (c - e)q]\,q. \tag{2.5}$$

Нетривиальным стационарным состоянием для $c = const > e_1$ выступает

$$E_2 = (e_e,\ m_e,\ q_e), \tag{2.6}$$

в котором $e_e = e_1, m_e = d/s > m_n$ и $q_e = d/(c - e_1)$.

Более эффективный, чем в НМ-1, рост является, в отличие от нее, сбалансированным, т.к. теперь $\hat{a}_e = g > \hat{a}_n$, $\hat{P}_e = \hat{K}_e = \hat{R}_e = d > \hat{P}_n$.

Утверждение 2.1. Стационарное состояние E_2 является локально асимптотически устойчивым узлом в линеаризованной системе.

Доказательство. Выведем матрицу Якоби J_c для E_2:

$$J_c = \begin{array}{|c|c|c|} \hline -d & 0 & 0 \\ \hline -\beta q_e m_e & -(1-\alpha)d & \beta d^2/(sq_e) \\ \hline (1-\beta)q_e^2 & \alpha s q_e & (\beta-1)d \\ \hline \end{array} \tag{2.7}$$

Параметры соответствующего характеристического уравнения удовлетворяют критерию Рауса – Гурвица. Нахождение его корней завершает доказательство:

$$\lambda_1 = -d(1-\alpha-\beta) < 0, \tag{2.8}$$

$$\lambda_3 = \lambda_2 = -d < 0. \tag{2.9}$$

Утверждение 2.2. Свойство локальной асимптотической устойчивости рассмотренного стационарного состояния E_2 в линеаризованной системе также присуще исходной нелинейной системе. Доказательство сводится к применению теоремы Хартмана – Гробмана.

2.2. Частная интенсивная форма НМ-2 для C > 0

Замена уравнения (1.9) на уравнение (1.14) затрагивает интенсивную форму модифицированной модели НМ-2, как системы из трех нелинейных ОДУ:

$$\dot{e} = [\alpha sm + \beta n + (1-\alpha-\beta)d]\,(e_1 - e), \tag{2.3'}$$

$$\dot{m} = [-(1-\alpha)sm + \beta n + (1-\alpha-\beta)d]m, \tag{2.4'}$$

$$\dot{q} = \{[\alpha sm + \beta n + (1-\alpha-\beta)d] - n\}q. \tag{2.5'}$$

Утверждение 2.3. Система (2.3’)–(2.5’) не имеет нетривиального стационарного состояния. Очевидное доказательство опускаем.

Утверждение 2.4. Система (2.3’)–(2.5’) формально обладает квазистационарным состоянием, чуждым действительности.

Ограничимся пояснением. Для квазистационарного состояния и его локальной окрестности выполнены неравенства для $\hat{e} \to 0$: $\hat{P} > \hat{R}$, $\hat{q} > 0$, $\hat{Z} = \hat{e} + \hat{q} + \hat{R} > \hat{R}$ и $\hat{C} > \hat{R}$. После истечения ограниченного отрезка времени нарушаются объективно присущие реальному миру соотношения

$$Z \le \zeta_1 R, \tag{2.10}$$

$$C \leq \zeta_2 R, \tag{2.11}$$

чьи параметры $0 < \zeta_1 < 1$/г. и $0 < \zeta_2 < 1$/г. выражают максимально допустимые скорости трансформации запасов природных ресурсов в потоки и обратно.

2.3. Обостренный режим эколого-экономического воспроизводства

Утверждение 2.5. Пусть в НМ-2 выполнено $Z > C = 0$. Система (2.3)–(2.5) не имеет нетривиального стационарного состояния. Элементарное доказательство (от противного) не приводим.

Утверждение 2.6. Пусть $Z > C = 0$. Тогда в системе (2.3)–(2.5) со временем возникает режим капиталистического накопления с обострением, заканчивающийся полным исчерпанием природных ресурсов и прекращением производства.

Доказательство ограничим указанием на решающий момент. При $C = 0$ отдача природных ресурсов q со временем увеличивается, однако ускоряется падение чистого продукта P, когда с необходимостью выполнено $\dot{\hat{P}} < 0$ и $\ddot{\hat{P}} < 0$.

Выводы

Базовая «неоклассическая» модель, как и «неоклассическое» направление в целом, апологетически затушевывает противоречия капиталистического воспроизводства в угоду корыстным интересам плутократии. Для нашей страны некритическое обучение кадров на таком политико-экономическом эрзаце было бы непозволительной и губительной роскошью, граничащей с профанацией. В данном контексте отметим актуальную критику «неоклассики» в пособии [3], монографиях [4–6] и других оригинальных работах по системной динамике.

Для приближения базовой «неоклассической» модели (НМ-1) к реальности необходима ее коренная переработка. Эта последняя должна как минимум, во-первых, преодолеть посылки о бесконечном росте отдачи природных ресурсов и снижении их удельного расхода до почти нулевой отметки, во-вторых, реалистично описать принципы эффективной политики природопользования.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Romer D. Advanced Macroeconomics. Second edition. Boston, IL: McGraw–Hill, 2001. – 855 p.

2. Ромер Д. Высшая макроэкономика [Текст] : учебник / Дэвид Ромер ; пер. с англ. под науч. ред. В. М. Полтеровича ; Нац. исслед. ун–т «Высшая школа экономики». – М. : Изд. дом Высшей школы экономики, 2014. – 855, [1] с.

3. Модели экономического роста и циклов : учеб. пособие / Новосиб. гос. ун-т. – Новосибирск, 2013. – 125 с.

4. Рыженков А. В. Проблема земельной ренты в Российской экономике / под ред. С.Е. Ильюшонка; ИЭОПП СО РАН. – Новосибирск, 1997. – 172 с.

5. Рыженков А. В. Модели циклического роста / ИЭОПП СО РАН. – Новосибирск, 2003. – 240 с.

6. Ryzhenkov A. Unfolding the Eco–wave: Why Renewal is Pivotal. – Chichester: Wiley & Sons Ltd, 2000. – 140 p.

[i] Рыженков А.В. Неразрешенные проблемы в «неоклассическом» моделировании эколого-экономической макросистемы // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2015. XI Междунар. науч. конгр., 13–25 апреля 2015 г., Новосибирск: Междунар. науч. конф. «Экономическое развитие Сибири и Дальнего Востока. Экономика природопользования, землеустройство, лесоустройство, управление недвижимостью»: сб. материалов в 4 т. Т. 2. – Новосибирск: СГУГиТ, 2015. С. 79-84.