

УДК 330.46

ОДИССЕЯ ОТ МОДЕЛИ ПРОМЫШЛЕННОГО ЦИКЛА К ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫМ ОБОСТРЕННЫМ РЕЖИМАМ

А.В. Рыженков (Новосибирск)

Введение

В статье наряду с междисциплинарным имитационным моделированием и общенаучной системной динамикой используются понятия марксистской политической экономики [1], которая более объективно отражает реальность, чем «неоклассические» концепции, провозглашающие классовую нейтральность [2, 3]. Продемонстрированы социальные угрозы при практическом воплощении основополагающей из них, вплоть до *фашистской* диктатуры, пусть даже при благих субъективных намерениях зачинателя.

Совокупный капиталист и *совокупный наемный рабочий* выступают обобщенными субъектами исторически определенных классово-производственных отношений, в основе которых лежит противоречие между общественным характером производства и капиталистическими отношениями собственности на основные средства производства. Властным субъектом управления в условиях государственно-монополистического капитализма выступает финансовый капитал и сращенное с ним государство. Совокупный рабочий ведет как экономическую, так и политическую борьбу за сохранение или улучшение условий труда и продажи рабочей силы.

Мировая капиталистическая экономика развивается в рамках многостороннего кризиса, вовлеченные в него классы и другие субъекты неустанно ищут выход из клубка всё более запутанных (антагонистических и неантагонистических) противоречий. Одной из составляющих обширного кризиса капитализма выступает – уже наступивший в ряде стран или наступающий в других странах – экономический кризис, следующий за фазой подъема предыдущего промышленного цикла (преимущественно с началом в 2019–2020 гг.).

Растет актуальность исследования промышленного цикла, способов его регулирования аналитическими и имитационными методами системной динамики [4, 5]. Повышается значимость структурных тестов теоретических и прикладных моделей, особенно для экстремальных условий и обостренных режимов общественного воспроизводства [6]. Логично возникает вопрос о стабилизационной политике, призванной, по возможности, снизить остроту социально-экономических противоречий, порождающих кризисы.

Исследования в очерченном практически и теоретически важном направлении, в частности, создали учебную модель типа Маркса – Гудвина – Леонтьева L-2 (из четырех нелинейных обыкновенных дифференциальных уравнений – далее ОДУ), ухватывающую центральные межклассовые и внутриклассовые противоречия современного капитализма [1, 7–9].

Темпы прироста фондовооруженности и нормы занятости совместно детерминируют темп прироста выработки. Норма занятости нелинейно задает темп прироста реальной оплаты труда. Темп прироста фондовооруженности определен отклонениями темпа прироста основного капитала и фондоотдачи от своих стационарных значений. Инвестиционная функция выражает подчиненность темпа прироста нормы накопления отклонению этой нормы от целевого значения и темпу прироста нормы прибыли. Колебания, имитирующие промышленные циклы, носят эндогенный характер. Воспроизводится относительное и абсолютное перенакопление капитала, закономерно приводящее к циклическому кризису.

Пара сверхкритических бифуркаций Андронова – Хопфа [10] порождает два

предельных цикла в L-2. Второй (структурно неустойчивый) – отдаленный аналог цикла Кузнеця с периодом около 18 лет [11]; первый (структурно устойчивый) поддерживает промышленный цикл с периодом около 7 лет и падающим объемом производства в условиях кризиса промышленного цикла.

Уравнения «неоклассической» модели Р. Солоу [12], названной для краткости НМ-1, представляют интерес для политики стабилизации промышленного цикла и поддержания целевой нормы прибыли. Однако в силу посылки о полной занятости (или неизменной норме занятости), а также из-за постоянства нормы накопления и распределительных долей классов в чистом продукте НМ-1 не отражает наиболее существенные обратные связи капиталистического воспроизводства, особенно антагонистические положительные обратные связи стоимости рабочей силы и нормы накопления, а также фондоотдачи и нормы накопления. НМ-1 содержит известные ошибки спецификации в центральных уравнениях [13].

Изначально для проверки L-2 через доказательство от противного (*contradictio in contrarium* – proof by contradiction) построена гибридная модель L-2-S. Она – результат замены оригинального ОДУ для фондоотдачи в L-2 уравнением на базе НМ-1, претендующей на решение проблемы неустойчивости расширенного капиталистического воспроизводства. Ценность последней модели многократно превысила это первоначальное предназначение благодаря раскрытию не афишируемых «неоклассических» аспектов.

В новой триггерной системе из четырех ОДУ накопление капитала избирает один из двух основных режимов обострения. Каждый из них соответствует, во-первых, определенной общественной структуре накопления, во-вторых, исходному экономическому состоянию. В выборе одного из двух режимов обострения решающее значение принадлежит расположению исходного вектора по отношению к сепаратрисе (умозрительной траектории, проходящей через седловую точку в фазовом пространстве).

Первый обостренный режим для относительно большого основного капитала в исходный момент времени приводит примерно за 70 лет к простому воспроизводству, эвтаназии совокупного капиталиста по причине прекращения производства прибавочного продукта и прибавочной стоимости, когда стоимость рабочей силы достигает значения единицы. Второй обостренный режим не имеет явного временного предела. Для сравнительно малого отправного основного капитала подрывается воспроизводство, т.к. стоимость рабочей силы асимптотически падает в течение двух столетий практически до нуля при взлете нормы прибавочной стоимости до астрономических значений.

Уважаемому читателю предоставлена полная информация для воспроизведения, а, следовательно, и проверки приведенных результатов. Она включает систему уравнений и неравенств с тонкими подробностями, численные значения параметров и исходных условий, диаграммы запасов и потоков, характеристики имитационных расчетов.

Методология «Капитала» К. Маркса стала незаменимым инструментом имитационного моделирования и системной динамики в «добыче редкоземельного элемента». Миллиграммы рения аналогично извлекаются из тонн медно-молибденовой руды.

Первый раздел текста доклада представляет L-2 и раскрывает данные для экспериментальных расчетов. Второй раздел обнажает системно-динамические причины обостренных режимов в L-2-S. Заключение и список источников следуют, ожидаемо, за вторым разделом.

1. Модель эндогенных промышленных циклов L-2

На избранном уровне абстрагирования и идеализации в имитационном и системно-динамическом моделировании международные экономические отношения, природные ресурсы и экономическая деятельность государства не отражены явно. Социальная структура капиталистического общества упрощена до своей двух классовой основы.

Фундаментальное значение имеет открытый Марксом двойственный характер капиталистического производства, предполагающий создание и увеличение стоимости товаров абстрактным трудом, тогда как их потребительная стоимость – результат конкретного труда. Соответственно, капиталистическое управление также двойственно. Этим определяется, в частности, двойственность функций технического прогресса и автоматизации, как структурных элементов L-2.

Темп прироста переменной обозначается циркумфлексом прямо над ней, а производная переменной по времени – аналогично верхней точкой. В таблице 1 перечислены переменные L-2 и последующей L-2-S (с приведением единиц измерения).

Таблица 1. Основные переменные в L-2-и L-2-S

Переменная	Обозначение или выражение	Единица измерения в статистических расчетах
Реальный чистый внутренний продукт (ЧВП, далее ЧП)	P	млрд. долл. 2009 г./г.
Номинальный ЧВП	$P \times 1 = P$	млрд. долл./г.
Занятость	L	тыс. раб.
Рабочая сила	N	тыс. раб.
Выработка	$a = P/L$	млн. долл. 2009 г./г.*раб.)
Норма занятости	$v = L/N$	в долях единицы
Чистый основной капитал	K	млн. долл. 2009 г.
Реальная оплата труда рабочего	w	млн. долл. 2009 г./г.*раб.)
Относительная оплата труда (единичная стоимость рабочей силы)	u	в долях единицы
Фондоотдача	$x = P/K$	1/г.
Прибавочный продукт	$(1 - u)P$	млрд. долл. 2009 г./г.
Прибыль	$M = P - wL$	млрд. долл. 2009 г./г.
Прибавочная стоимость	$S = (1 - u)L$	тыс. раб.
Норма накопления	z	в долях единицы
Чистый прирост основного капитала	$\dot{K} = zM$	млрд. долл. 2009 г./г.
Фондовооруженность (аналог технического строения капитала)	K/L	млрд. долл. 2009 г./тыс. раб.
Норма прибыли (рентабельность)	$M/K = (1 - u)x$	1/г.
Норма прибавочной стоимости	$S/(L - S) = (1 - u)/u$	в долях единицы

Для замкнутой экономики с обобщенной технологией Леонтьева (в том смысле, что она допускает переменные коэффициенты затрат – выпуска), чистый продукт (ЧП) P эквивалентным образом определяется либо как произведение выработки a и занятости L , либо как произведение фондоотдачи x и основного капитала K :

$$P = aL = xK. \quad (1)$$

Норма накопления z измеряется как инвестиционная доля прибавочного продукта, или как отношение инвестиций к прибыли. Инвестиционные запаздывания (лаги), а также расхождения между заказами и запасами не принимаются во внимание. В результате чистое накопление основного капитала равно чистым инвестициям.

Балансовое уравнение (2) показывает конечное использование ЧП P , где C – непроизводственное потребление, $\dot{K}$ – чистое накопление основного капитала, определенное в (3):

$$P = C + \dot{K} = wL + (1 - z)M + \dot{K}, \quad (2)$$

$$\dot{K} = zM = z(1 - u)P. \quad (3)$$

Совокупный рабочий производит, присваивает и потребляет необходимый продукт uP , воплощающий в себе необходимый труд uL . Совокупный капиталист присваивает прибавочный труд $(1-u)L$, воплощенный в прибавочном продукте. Цена производимого товара идентична единице. Соответственно, прибавочный продукт $(1-u)P$, созданный совокупным рабочим и присвоенный совокупным капиталистом, равен общей прибыли M , которую можно не только инвестировать, но и использовать для покрытия личных расходов совокупного капиталиста, а также посредством неясных налогов направлять на общественное потребление (в том числе военного назначения).

Темп прироста рабочей силы задан экзогенным параметром β . Упрощенное уравнение Филиппса задает темп прироста реальной оплаты труда:

$$\hat{w} = f(v), \quad (4)$$

где $f'(v) > 0$, для $v \rightarrow 1$ $f(v) \rightarrow \infty$.

В моделях применена спецификация, удовлетворяющая этим требованиям:

$$f(v) = -g + \frac{r}{(1-v)^2} \quad (5)$$

для $g > 0$ и $r > 0$.

Функция технического прогресса обуславливает темп прироста выработки

$$\hat{a} = (1 - \gamma)(d - \beta) + \gamma \hat{K} / L + \gamma \hat{v}, \quad (6)$$

согласно экономическим требованиям к параметрам, раскрываемым ниже. В (6) темп прироста выработки определен темпом прироста фондовооруженности вследствие материализованного технического прогресса и темпом прироста нормы занятости в результате экономии от масштаба II (второго рода), согласно [9].

Функция автоматизации предстает как результат пропорционального и дифференциального регулирования, при котором отклонения и темп прироста основного капитала, и фондоотдачи от стационарных значений совместно предопределяют темп прироста фондовооруженности:

$$\hat{K} / L = d - \beta + \frac{\gamma + j_1}{1 + j_1} (\hat{K} - d) + \frac{j_2}{1 + j_1} \left(\frac{1}{x_b} - \frac{1}{x} \right), \quad (7)$$

где $\gamma + j_1 < 0$. Стационарные значения d и x_b также определены ниже.

Добавление эффектов масштаба в форме (6) в исходную двумерную модель Гудвина превратило замкнутые орбиты в расходящиеся траектории на фазовой плоскости в [14]. Эффект масштаба «приручен» с помощью последующего ОДУ (9).

Темп прироста нормы прибыли (рентабельности) есть

$$\hat{R} = \hat{x} - \frac{\dot{u}}{1-u}. \quad (8)$$

Чистое изменение нормы капиталистического накопления задано как

$$\dot{z} = b\hat{R}z(Z-z) + p(z_b - z), \quad (9)$$

где $b \geq 0$, $p > 0$, $z_{\infimum} < z_b < Z \leq 1$. Уравнения (8) и (9) объединены в (14).

Прирост нормы накопления, во-первых, положительно реагирует на прирост рентабельности. Во-вторых, происходит мягкое нацеливание капиталистами нормы накопления на величину z_b ; ограничение $p > 0$ является предпосылкой для пропорционального регулирования. В-третьих, произведение $z(Z-z)$ выражает логистическую зависимость $\dot{z}$ от z , которая ограничивает траектории в фазовом пространстве, а именно, параметр Z задает «потолок» нормы накопления, ограничивая амплитуду колебаний. Это позволяет учесть реальную долгосрочную тенденцию к снижению нормы накопления z , с одной стороны, наличие верхней планки для этой нормы, с другой.

Совокупный капиталист осуществляет пропорциональный контроль и контроль по производной над фондоотдачей. Принято, что основным фактором, прямо влияющим на темп прироста фондоотдачи, служит темп прироста нормы занятости. Дополнительно установлен целевой показатель фондоотдачи x_b . Эти соображения отражает уравнение

$$\hat{x} = -j_1\hat{v} - j_2\left(\frac{1}{x_b} - \frac{1}{x}\right), \quad (10)$$

где $-1 < j_1 < 0$, $1 > j_2 > 0$, $x_b > 0$.

Интенсивная форма L-2 выражена системой из четырех ОДУ (11) – (14) для стоимости рабочей силы, нормы занятости, фондоотдачи и нормы накопления

$$\dot{u} = \left[-g + \frac{r}{(1-v)^2} - \alpha - \gamma z(1-u)x\right]u, \quad (11)$$

$$\dot{v} = \left[\frac{1-\gamma}{1+j_1}z(1-u)x - \frac{j_2}{1+j_1}\left(\frac{1}{x_b} - \frac{1}{x}\right) - \frac{\alpha+\beta}{1+j_1}\right]v, \quad (12)$$

$$\dot{x} = -\left[j_1\hat{v} + j_2\left(\frac{1}{x_b} - \frac{1}{x}\right)\right]x, \quad (13)$$

$$\dot{z} = b\left(\hat{x} - \frac{\dot{u}}{1-u}\right)z(Z-z) + p(z_b - z). \quad (14)$$

Основное стационарное состояние определяется в L-2 как

$$E_b = (u_b, v_b, x_b, z_b), \quad (15)$$

где $0 < u_b = 1 - \frac{d}{z_b x_b} < 1$, $z_{\infimum} = \frac{d}{x_b} < z_b < Z \leq 1$, $0 < v_b = f^{-1}(\hat{a}_b) < 1$, $x_b < 1$.

Аналогичным образом экономическое требование $0 < u_b < 1$ накладывает ограничения на допустимые значения параметров γ и β . $0 < \gamma < \gamma_{sup} = 1 - \frac{\alpha+\beta}{z_b x_b}$, $\alpha > -\beta$, $\beta < \beta_L = (1-\gamma)z_b x_b - \alpha$. Кроме того, в [9] экономически обоснованы менее очевидные неравенства $1 > j_2 > 0$, $-j_1 > \gamma \geq 0$, то есть $j_1 + \gamma < 0$.

Стационарный темп прироста выработки, фондовооруженности и оплаты труда определен как

$$\hat{a}_b = (K\hat{L})_b = \hat{w}_b = \frac{\alpha+\gamma\beta}{1-\gamma}. \quad (16)$$

Стационарный темп прироста основного капитала и ЧП установлен как

$$\hat{K}_b = \hat{P}_b = \hat{a}_b + \beta = \frac{\alpha+\beta}{1-\gamma} = d. \quad (17)$$

Стационарная норма прибыли выражена как

$$R_b = (1 - u_b)x_b = \frac{d}{z_b}. \quad (18)$$

Для L-2 доказаны следующие утверждения [9].

Утверждение 1. Стационарное состояние $E_b = (u_b, v_b, s_b, z_b)$ в линеаризованной L-2 асимптотически устойчиво для $0 < b_3 \leq b \leq b_0$; E_b утрачивает устойчивость, происходят две сверхкритические бифуркации Андронова – Хопфа в нелинейной L-2: первая при $b_{critical} > b_0 > b_3$ (возникает структурно устойчивый предельный цикл), вторая при $0 < b_{critical} < b_3$ (появляется структурно неустойчивый предельный цикл). Приближениями периода колебаний служат 7 и 18 (г.), соответственно.

Утверждение 2. Для достаточно высоких значений $0 < z_b < Z \leq 1$ остается только предельный цикл первого вида для $b_{critical} > b_0 > b_3$.

Устойчивый предельный цикл, а также переходный процесс к нему в фазовом пространстве, служат математической идеализацией промышленного цикла. Показателям (прибыли, прибавочной стоимости, норме накопления и другим) свойственны колебания. При имитационном моделировании ЧП P реалистично снижается в период кризиса, тогда как после депрессии растет на фазах оживления и подъема промышленного цикла.

В сценарии 1 на базе L-2 несмотря на то, что отрицательный темп изменения оплаты труда ($\hat{w} < 0$) наблюдается на протяжении половины промышленного цикла (для $v < v_b$), в целом за промышленный цикл личное потребление наемного рабочего wv увеличивается. Воспроизводится рабочая сила нормального качества. В тенденции, прерываемой циклическими спадами, растут такие показатели, как ЧП, прибыль, инвестиции и др.

2. Провалы управления в эклектичной модели L-2-S

2.1. Интенсивная форма L-2-S

Как показано в [13], в модели Солоу ОДУ для фондоотдачи может быть преобразовано в логистическое уравнение, представленное в виде

$$\dot{x} = (1 - \alpha_{eq})(d_{eq} - z_{eq}\alpha_{eq}x)x, \quad (19)$$

где равновесная доля прибавочного продукта в ЧП $0 < \alpha_{eq} = \text{const} < 1$, равновесная норма капиталистического накопления $1 \geq z_{eq} = \text{const} > 0$, равновесная доля инвестиций в чистом продукте $q_{eq} = z_{eq}\alpha_{eq}$, стационарная фондоотдача $x_{eq} = \frac{d_{eq}}{z_{eq}\alpha_{eq}} > 0$, стационарный темп прироста ЧП $d_{eq} = \alpha + \beta$. Данное стационарное решение обладает свойством глобальной асимптотической устойчивости, тогда как нулевое стационарное решение неустойчиво.

Обобщенным «неоклассическим» уравнением в L-2-S для фондоотдачи стало

$$\dot{x} = u_b[d - z(1 - u)x]x. \quad (20)$$

Обобщение на принятом уровне абстракции выразилось в том, что вместо стационарной стоимости рабочей силы $1 - \alpha_{eq}$ использована стационарная стоимость рабочей силы u_b , стационарная фондоотдача x_{eq} выражена как x_b , а параметрическое произведение $z_{eq}\alpha_{eq}$ (для стационарной доли инвестиций в ЧП) превращено во вбирающее его произведение переменных $z(1 - u)$. В результате на места экзогенных параметров для нормы капиталистического накопления и стоимости рабочей силы поставлены соответствующие эндогенные переменные, определяемые одновременно с эндогенной нормой занятости, которая относится к экзогенным переменным в НМ-1. Благодаря экономии от масштаба стационарный темп прироста ЧП d (17) возрос по отношению к d_{eq} .

Переход к (20) преобразует (12) в гибридное ОДУ

$$\dot{v} = (1 - \gamma - u_b)[z(1 - u)x - d]v. \quad (21)$$

Неявно затронуто и (14). Интенсивная форма L-2-S выступает в результате как система из четырех ОДУ: (11), (21), (20) и (14) для u , v , x и z , соответственно.

Некоторое стационарное состояние гибридной модели из геометрического места точек (ГМТ) всех стационарных состояний обозначено как

$$S_b = (u_s, v_b, x_s, z_b). \quad (22)$$

Стационарным состоянием может оказаться как прежнее стационарное состояние E_b , которое удовлетворяет всем предъявляемым требованиям, так и некоторое иное S_b . При сопоставлениях обеих моделей E_b будет характеризоваться как центральное стационарное состояние. Для него сформулированы утверждения об устойчивости или неустойчивости, которые далее будут распространяться на прочие S_b из очерченного ГМТ.

Анализ указанной эклектичной (гибридной) системы логично начать в малой окрестности прежнего стационарного состояния E_b (15) (со значениями для сценария 1 на базе L-2), которое теперь конкретизирует стационарное состояние S_b (22). Здесь выполнено неравенство $1 - \gamma - u_b < 0$, выступающее мощным фактором динамической неустойчивости.

По-прежнему принимая, что $1 - \gamma - u_b \neq 0$ и $0 < u_b < 1, \gamma < \gamma_{sup}$, определим параметр управления

$$\theta = -\frac{(1-\gamma-u_b)}{u_b}, \quad (23)$$

который может принимать в зависимости от γ как положительные, так и отрицательные значения. Заметим, что знаки $1 - \gamma - u_b \neq 0$ и противоположны.

Далее, из (20) и (21) следует, что

$$\hat{x} = -\frac{u_b}{1-\gamma-u_b} \hat{v} = \frac{\hat{v}}{\theta}. \quad (24)$$

Выразим связь темпа прироста выработки и темпа прироста нормы занятости:

$$\hat{a} = d - \beta + \frac{\gamma}{1-\gamma-u_b} \hat{v}. \quad (25)$$

Принципы пропорционального и дифференциального регулирования, согласованные с реальностью, требуют $1 - \gamma - u_b > 0$ в (21) и (25), напротив, $1 - \gamma - u_b < 0$ – в (24). Эти требования не совместимы. Следовательно, системе государственно-монополистического управления в L-2-S присуща внутренняя противоречивость. Отчасти она проистекает из-за того, что все ненулевые частные производные $\dot{v}$ и $\dot{x}$ вблизи вырожденного седла E_b изменили знаки по отношению к L-2 вблизи неустойчивого фокуса E_b при сверхкритической бифуркации Андронова – Хопфа.

Уже вскрытые патологические свойства дополняются тем, что правило Оукена для государственно-монополистического регулирования нормы занятости не соблюдается. Действительно, в силу функциональной зависимости темпа прироста нормы занятости от разницы между фактическим и стационарным темпами прироста ЧП

$$\hat{v} = \frac{1-\gamma-u_b}{1-u_b} (\hat{P} - d) \quad (26)$$

для $1 - \gamma - u_b < 0$, имеет место отрицательная зависимость $\frac{\partial \hat{v}}{\partial \hat{P}} < 0$ вместо положительной, предполагаемой данным правилом.

Структуру производственных отношений отражает рисунок 1.

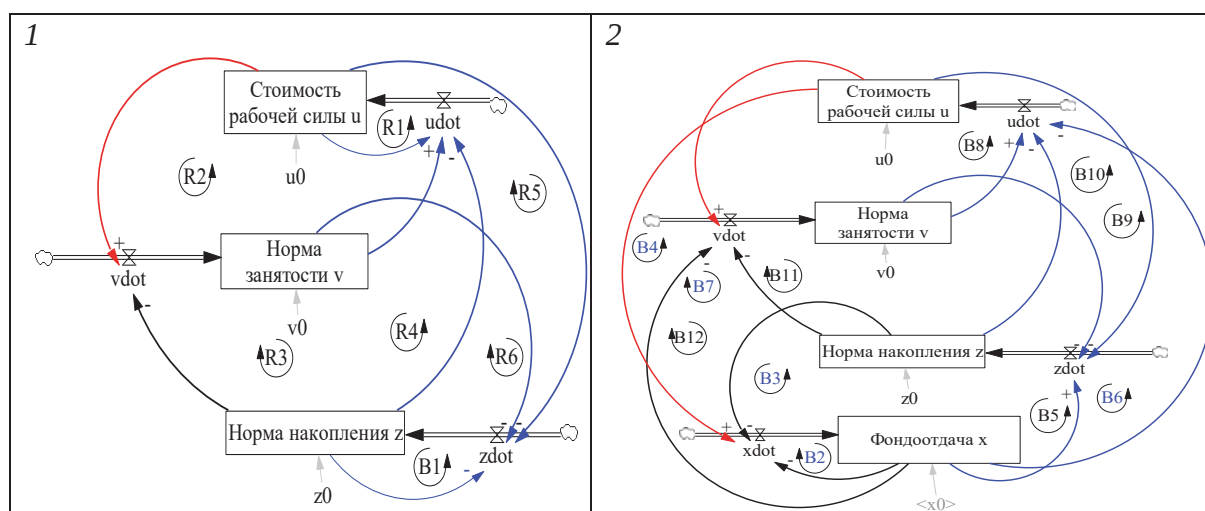


Рис. 1. Системно-динамическая структура запасов и потоков вблизи вырожденного седла $E_b(22)$ в L-2-S; 1 – подструктура, не включающая фондоотдачу x , 2 – подструктура, включающая фондоотдачу x

Латинская буква R (B) обозначает положительную (отрицательную) обратную связь. При смене знака прямой связи по отношению к L-2 *красным* цветом выделена замена « $-$ » на « $+$ », *черным* « $+$ » на « $-$ », синим сохранение знака без изменения. Имеет место взаимодействие 6 положительных и 12 отрицательных обратных связей.

Изрядное общее количество обратных связей (18) распределено (для облегчения восприятия читателем) между двумя взаимосвязанными подсистемами, первая из которых не включает фондоотдачу (панель 1 рисунка 1 и таблица 2), а вторая, напротив, ее включает (панель 2 рисунка 1 и таблица 3).

Таблица 2. Интенсивные обратные связи, не включающие фондоотдачу x , в малой окрестности вырожденного седла $S_b(22)$ в L-2-S

Обратная связь		
первого порядка	второго порядка	третьего порядка
R1 $u \rightarrow \dot{u}$	R2 $u \rightarrow \dot{v} \rightarrow v \rightarrow \dot{u}$	R5 $u \xrightarrow{-} \dot{z} \rightarrow z \xrightarrow{-} \dot{v} \rightarrow v \rightarrow \dot{u}$
B1 $z \xrightarrow{-} \dot{z}$	R3 $v \xrightarrow{-} \dot{z} \rightarrow z \xrightarrow{-} \dot{v}$	R6 $v \xrightarrow{-} \dot{z} \rightarrow z \xrightarrow{-} \dot{u} \rightarrow u \rightarrow \dot{v}$
-	R4 $u \xrightarrow{-} \dot{z} \rightarrow z \xrightarrow{-} \dot{u}$	-

Таблица 3. Интенсивные обратные связи, включающие фондоотдачу x , в малой окрестности вырожденного седла S_b (22) в L-2-S

Обратная связь		
первого порядка	второго порядка	третьего порядка
B2 $x \xrightarrow{-} \dot{x}$	B3 $x \xrightarrow{-} \dot{z} \xrightarrow{-} z \xrightarrow{-} \dot{x}$	B5 $x \xrightarrow{-} \dot{z} \xrightarrow{-} z \xrightarrow{-} \dot{u} \xrightarrow{-} u \xrightarrow{-} \dot{x}$
-	B4 $x \xrightarrow{-} \dot{u} \xrightarrow{-} u \xrightarrow{-} \dot{x}$	B6 $x \xrightarrow{-} \dot{u} \xrightarrow{-} u \xrightarrow{-} \dot{z} \xrightarrow{-} z \xrightarrow{-} \dot{x}$
-	-	B7 $x \xrightarrow{-} \dot{v} \xrightarrow{-} v \xrightarrow{-} \dot{z} \xrightarrow{-} z \xrightarrow{-} \dot{x}$
-	-	B8 $x \xrightarrow{-} \dot{v} \xrightarrow{-} v \xrightarrow{-} \dot{u} \xrightarrow{-} u \xrightarrow{-} \dot{x}$
четвертого порядка		
B9 $x \xrightarrow{-} \dot{v} \xrightarrow{-} v \xrightarrow{-} \dot{z} \xrightarrow{-} z \xrightarrow{-} \dot{u} \xrightarrow{-} u \xrightarrow{-} \dot{x}$		
B10 $x \xrightarrow{-} \dot{u} \xrightarrow{-} u \xrightarrow{-} \dot{v} \xrightarrow{-} v \xrightarrow{-} \dot{z} \xrightarrow{-} z \xrightarrow{-} \dot{x}$		
B11 $x \xrightarrow{-} \dot{z} \xrightarrow{-} z \xrightarrow{-} \dot{v} \xrightarrow{-} v \xrightarrow{-} \dot{u} \xrightarrow{-} u \xrightarrow{-} \dot{x}$		
B12 $x \xrightarrow{-} \dot{v} \xrightarrow{-} v \xrightarrow{-} \dot{u} \xrightarrow{-} u \xrightarrow{-} \dot{z} \xrightarrow{-} z \xrightarrow{-} \dot{x}$		

В первую подсистему вошли 7 обратных связей, из них: первого порядка – 2 (1 – положительная, 1 – отрицательная), второго порядка – 3 (положительные), третьего порядка – 2 (положительные). Преобладание положительных обратных связей позволяет уже на данном этапе предположить, что система неустойчива не только вблизи вырожденного седла S_b , но и в гораздо более обширной экономической области фазового пространства.

Обратная связь алчности, обнаруженная в L-2, присутствует как R4 и в L-2-S. Однако теперь переменные u и v связаны не отрицательной обратной связью, а положительной R2. Следовательно, L-2-S выпадает из класса моделей Маркса – Гудвина. Нарушение экспериментальной системой управления требований объективных экономических законов ведет патологическую форму социального устройства к предсказуемой гибели.

Рассмотрим вторую подсистему. Общее количество контуров обратной связи для фондоотдачи – 11, все они отрицательные. Казалось бы, это гарантирует стабилизацию накопления капитала благодаря обобщенному «неоклассическому» уравнению для рассматриваемой переменной, т.к. главное предназначение обратной связи заключается в том, чтобы уменьшить отклонение контролируемой переменной от целевого значения. Однако из-за взаимодействия указанных обратных связей с прежними (шестью положительными и одной отрицательной), а также из-за размытости целевых установок накопление капитала проходит в одном из двух обостренных режимов.

2.2. Обостренные режимы в L-2-S как патологической форме L-2

Утверждение 3. Необходимыми и достаточными условиями существования и устойчивости S_b как вырожденного узла или фокуса выступают интервальные ограничения

$$1) -\alpha < \beta < \beta_{\max} = \frac{z_b x_b}{4} - \alpha, 1 - \gamma - u_b > 0, \theta < 0, \gamma < \gamma_2 \text{ или } \gamma_1 < \gamma < \gamma_{\sup}, \gamma_{1,2} = \frac{1}{2} \pm \sqrt{\frac{1}{4} - \frac{\alpha + \beta}{z_b x_b}},$$

либо такие, что

$$2) \beta_{\max} < \beta < \beta_L, \beta_L = (1 - \gamma)z_b x_b - \alpha, 1 - \gamma - u_b > 0, \theta < 0.$$

Утверждение 4. Необходимые и достаточные условия существования вырожденного седла S_b сводятся к интервальным параметрическим ограничениям

$$-\alpha < \beta < \beta_{\max} < \beta_L, 1 - \gamma - u_b < 0, 0 < \gamma_2 < \gamma < \gamma_1 < \gamma_{\sup}, \theta > 0.$$

Дополнение. Для $\beta_{\max} < \beta < \beta_L$ существующее стационарное состояние S_b не является седлом.

Утверждение 5. Для $\beta = \beta_{\max}$, $1 - \gamma - u_b = 0$, $\gamma = \gamma_2$ и $\gamma = \gamma_1$ S_b трансформируется в вырожденный неустойчивый узел. Корни характеристического уравнения для матрицы Якоби $J(S_b)$ принимают значения $\lambda_1 = -p < 0$, $\lambda_2 = 0$, $\lambda_3 = 0$ и $\lambda_4 = 0$.

Утверждение 6. В L-2-S, как правило, наличествует полу-положительное стационарное состояние

$$E_q = (u_q, v_q, x_q, z_b), \quad (27)$$

такое, что $u_q = 0, v_q = v_0 \left(\frac{1}{x_0} \frac{d}{z_b} \right)^\theta < v_b < 1, x_q = \frac{d}{z_b} < x_b, z_q = z_b$.

Для существования и, вместе с тем, устойчивости E_q стационарный темп прироста стоимости рабочей силы должен быть отрицательным

$$\hat{u}_q = \frac{r}{(1-v_q)^2} - \frac{r}{(1-v_b)^2} < 0, \quad (28)$$

что предполагает $v_q < v_b < 1$.

Структуру отношений, сопряженных с окрестностью стационарного состояния E_q , когда оно формально существует, отражают рисунок 2 и таблица 4.

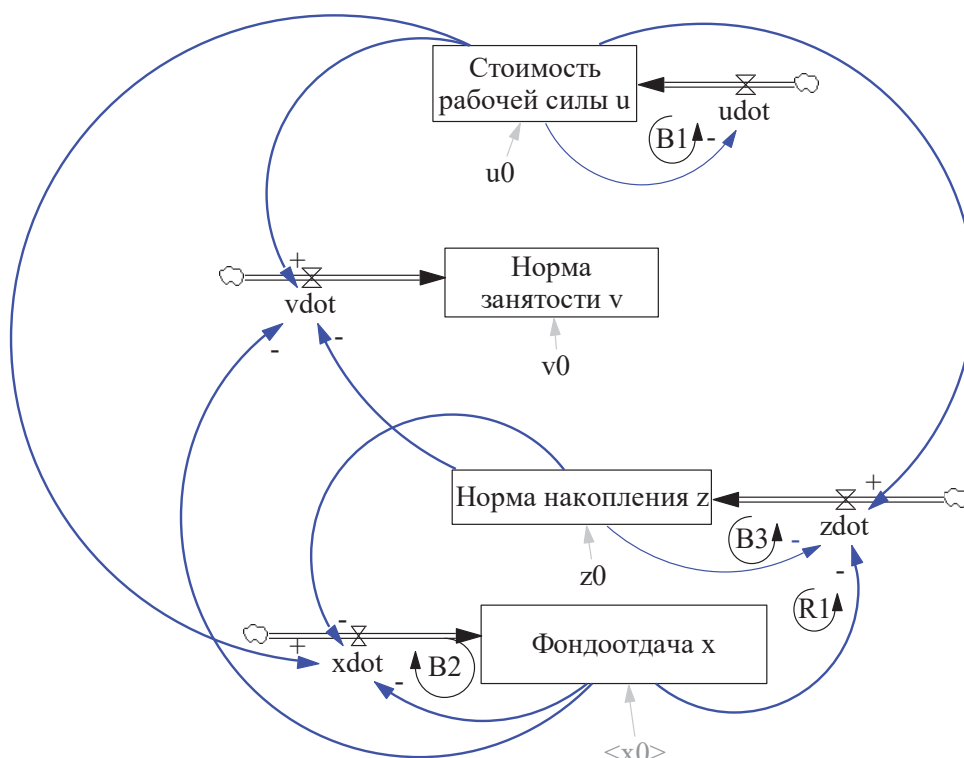


Рисунок 2 – Системно-динамическая структура запасов и потоков вблизи вырожденного устойчивого узла E_q в L-2-S

Таблица 4. Характеристики обратных связей вблизи вырожденного узла E_q в L-2-S

No.	Порядок и знак	Обратная связь
1	1, -	$B1 \dot{u} \xrightarrow{-} u$ Конкуренция наемных рабочих при распределении ЧП
2	1, -	$B2 x \xrightarrow{-} \dot{x}$ Конкуренция капиталистов в интенсивности использования основного капитала
3	1, -	$B3 z \xrightarrow{-} \dot{z}$ Конкуренция капиталистов при накоплении основного капитала
4	2, +	$R1 x \xrightarrow{-} \dot{z} \xrightarrow{-} z \xrightarrow{-} \dot{x}$ Антагонизм фондоотдачи и нормы капиталистического накопления

Выявленные обратные связи фазовых переменных поддерживают устойчивость этого стационарного состояния, несмотря на антагонистическое взаимодействие нормы накопления и фондоотдачи через R1. Обратная связь нормы занятости и стоимости рабочей силы утрачена в силу гипотетической деградации производственных отношений при данном режиме капиталистического воспроизводства.

Стационарные темпы прироста рабочей силы, занятости, ЧП, выработки, фондовооруженности и оплаты труда определены в E_q так же, как в S_b , они сохраняют

фиксированный характер. Необходимые требования $u_q = 0$, $x_q < x_b$ и $v_q < v_b$ свидетельствуют об определенной социально-экономической ущербности E_q даже по отношению к вырожденному стационарному состоянию S_b . Следует также заметить, что, если E_q существует, то существует и S_b , однако обратное неверно.

При условиях, налагаемых на параметры модели для существования S_b , гарантий существования E_q являются параметрические рамки $0 < v_q < v_b < 1$, $-\alpha < \beta < \beta_{max}$. Сформулируем достаточные условия соблюдения $0 < v_q < v_b < 1$.

Утверждение 7 (а). Пусть $\theta > 0$. Ограничения $0 < v_q < v_b < 1$ выполнены, если начальная величина фондоотдачи удовлетворяет требованию $x_0 > \frac{d}{z_b} \left(\frac{v_0}{v_b} \right)^{\frac{1}{\theta}}$.

Утверждение 7 (б). Пусть $\theta < 0$. Ограничения $0 < v_q < v_b < 1$ выполнены, если начальная величина фондоотдачи удовлетворяет требованию $x_0 < \frac{d}{z_b} \left(\frac{v_0}{v_b} \right)^{\frac{1}{\theta}}$.

Утверждение 7 (в). Если стационарное состояние E_q существует, то оно асимптотически устойчиво и выступает, по крайней мере, локальным аттрактором в экономической области четырехмерного фазового пространства.

Дополнение.

Вырожденный асимптотически устойчивый узел E_q существует для $\beta = \beta_{max}$, $\gamma = 0,5$, $1 - \gamma - u_b = 0$, если $v_q = v = \text{const} = v_0 < v_b$. Для матрицы Якоби $J(E_q)$ корни характеристического уравнения принимают значения $\lambda_1 < 0$, $\lambda_2 = \hat{u}_q < 0$, $\lambda_3 < -p < 0$ и $\lambda_4 = 0$.

Утверждение 8. У параметра β экспериментально установлено существование критического значения β_{sup} , превышение которого приводит к ликвидации E_q при ограничениях $\beta_{max} < \beta_{sup} < \beta < \beta_L$, тогда как S_b выступает устойчивым узлом или фокусом, согласно **Утверждению 3** выше.

Раскрытые свойства E_q свидетельствуют о его социально-экономической ущербности; оно выходит за границы экономической области, однако может притягивать к себе траектории, экономическую область еще не покинувшие. Заметим, что экономические соображения указывают на невозможность действительного существования E_q , т.к. ни воспроизводство рабочей силы, ни предложение ее на товарном рынке при нулевой стоимости рабочей силы невозможно. Речь идет о движении фазовых переменных к этому вектору при определенных условиях, однако соответствующий режим воспроизводства заведомо будет переформатирован жизнеспособным обществом.

В заключение данного раздела поместим концентрированное выражение соотношения обеих моделей. Оно выражает вторую из них как *до поры* нереалистичный запредельный случай первой, вырастающий на реальной основе подобно зловещей *Тени* в одноименной пьесе Е.Л. Шварца (созданной в 1937–1940 гг., лета наступления фашизма).

Утверждение 9. Если $1 - \gamma - u_b \neq 0$, L-2-S – патологическая форма (эквивалентный частный случай) L-2 для $j_2 = 0$ и $j_1 = \frac{u_b}{1 - \gamma - u_b}$.

Дополнение. Эквивалентность названных моделей недостижима, даже если $j_2 = 0$, при $1 - \gamma - u_b = 0$, когда $v = \text{const}$ в L-2-S.

2.3. Препятствия для нововведений и ущерб от масштаба в L-2-S

Индукцированные нововведения материализуемы в росте технического строения капитала, представленного фондовооруженностью. Функция автоматизации ставит темп прироста фондовооруженности в зависимость от темпа прироста нормы занятости

$$K\hat{L} = d - \beta + \frac{\gamma + u_b}{1 - \gamma - u_b} \hat{v}, \quad (29)$$

причем $\frac{\partial K\hat{L}}{\partial u} = -(\gamma + u_b)zx < 0$ для $\gamma + u_b > 0$.

Совокупный капиталист, таким образом, реагирует на повышение стоимости рабочей силы снижением темпа прироста фондовооруженности, препятствуя развитию производительных сил, следовательно, и социальному прогрессу. Эта аномальность накладывается на другую, а именно: увеличение масштаба производства причиняет росту выработки ущерб. Действительно, $\frac{\partial \hat{a}}{\partial \hat{v}} = \frac{\gamma}{1 - \gamma - u_b} < 0$ для $1 - \gamma - u_b < 0$ в (25).

Величины u_s и x_s в составе $S_b = (u_s, v_b, x_s, z_b)$ априори (до имитаций) указать невозможно. Известно, что они зависимы не только от параметров модели, но и от начального вектора E_0 . Напротив, задана стационарная норма прибыли $(1 - u_s)x_s = \frac{d}{z_b}$.

В таблице 5 приведены исходные, а также стационарные значения (u_s и x_s в составе S_b определяются в указанных границах апостериори в результате имитаций). Значения параметров в имитационных экспериментах даны в примыкающей таблице 6.

Таблица 5. Начальные и стационарные значения переменных в L-2 и L-2-S

Индикатор	Ед. измерения	L-2		L-2-S	
		E_0	E_b	S_b	E_q
u	доля ед.	0,6895	0,6753	$0 < u_s < 1$	0
v	доля единицы	0,9073	0,920	0,92	0,795
x	1/г.	0,4613	0,4608	$0,1496 < x_s < 1$	0,1496
z	доля ед.	0,0602	0,06575	0,06575	0,06575
z_{infimum}	доля ед.	-	0,02137	0,02137	0,02137
P	млрд. долл. 2009 г./г.	12106,6	—	—	—
$\hat{P}$	1/г.	-0,0341	0,00984	0,00984	0,00984
$(1-u)x$	1/г.	0,1432	0,1496	0,1496	0,1496

Таблица 6. Значения параметров L-2 и L-2-S в численных экспериментах

Параметр	L-2 для E_b	L-2-S для S_b и E_q
g	0,05266	0,05266
r	0,0004	0,0004
α	0,00586	0,00586
β	0	0
γ	0,4043	0,4043 ($\gamma_2 < \gamma < \gamma_1$)
γ^{sup}	0,8066	0,8066
j_1	-0,82	—
j_2	0,001	—
p	0,2	0,2
b	50	50
Z	0,16	0,16

Равенство принято для общих параметров. Величины фазовых переменных (типа запаса), ЧП и выработки в базовом 2009 г. одинаковы в этих моделях. Исключение представляет исходное значение фондоотдачи в L-2-S, уменьшенное с 0,4613 до 0,1331 для возникновения первого обостренного режима в сценарии 3. Капиталистическое воспроизводство оказывается между Сциллой и Харибдой. Наглядное представление о дилемме помогают сформировать рисунки 3 и 4.

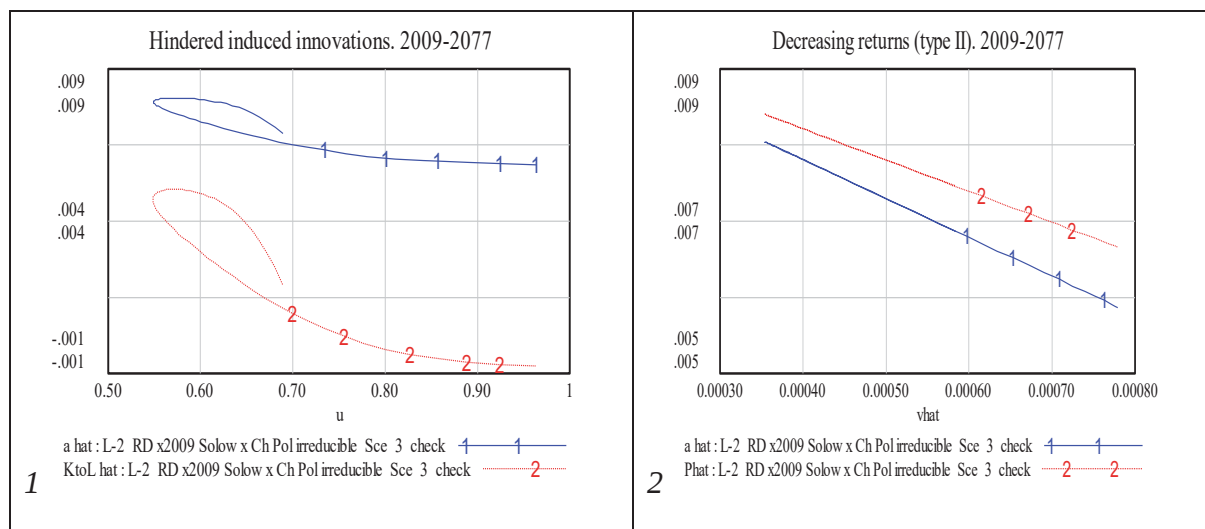


Рис. 3. Воспрепятствование индуцированным нововведениям и ущерб от масштаба II при первом обостренном режиме на базе L-2-S, 2009–2077 гг., для $\gamma = 0.4043$, $1 - \gamma - u_b < 0$, $x_0 = 0,1331$; 1 – темпы прироста выработки (1) и фондовооруженности (2) в зависимости от стоимости рабочей силы; 2 – темпы прироста выработки (1) и ЧП (2) в зависимости от темпа прироста нормы занятости

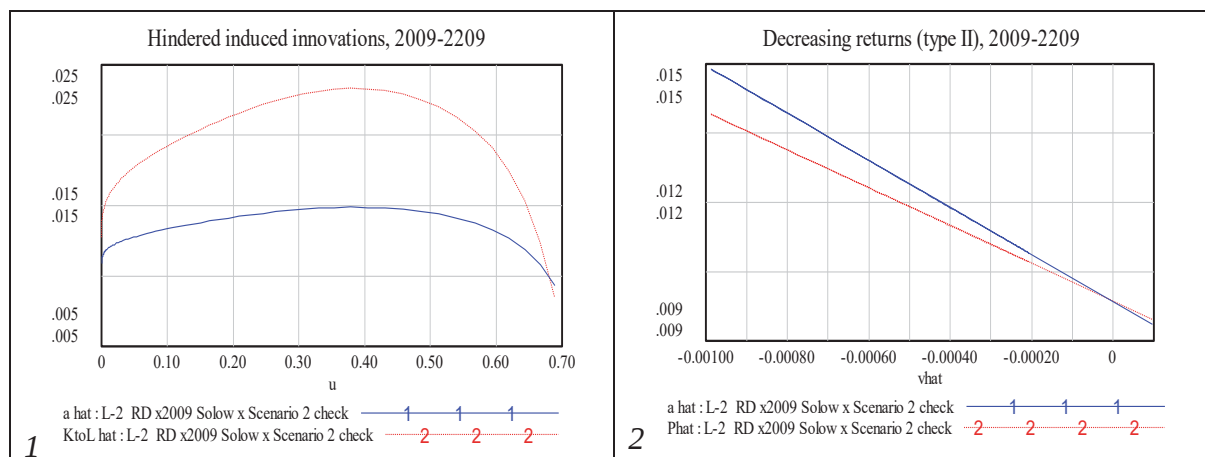


Рис. 4. Воспрепятствование индуцированным нововведениям и ущерб от масштаба II при втором обостренном режиме на базе L-2-S, 2009–2209 гг., для $\gamma = 0.4043$, $1 - \gamma - u_b < 0$, $x_0 = 0,4613$; 1 – темпы прироста выработки (1) и фондовооруженности (2) в зависимости от стоимости рабочей силы; 2 – темпы прироста выработки (1) и ЧП (2) в зависимости от темпа прироста нормы занятости

При первом обостренном режиме (сценарий 3) происходит катастрофический рост стоимости рабочей силы, нарастает ущерб от масштаба II (второго рода) и усиливаются опосредованные барьеры на пути индуцированного технологического прогресса. При втором обостренном режиме при катастрофическом падении стоимости

рабочей силы (сценарий 2) ущерб от масштаба II (второго рода) ослабевает, однако индуцированный технологический прогресс после первоначального ускорения, в конечном счете, замедляется. Панели 1 – 4 рисунка 5 раскрывают дополнительные аспекты обоих режимов, подкрепляя аналитические заключения о хрупкости капиталистического накопления.

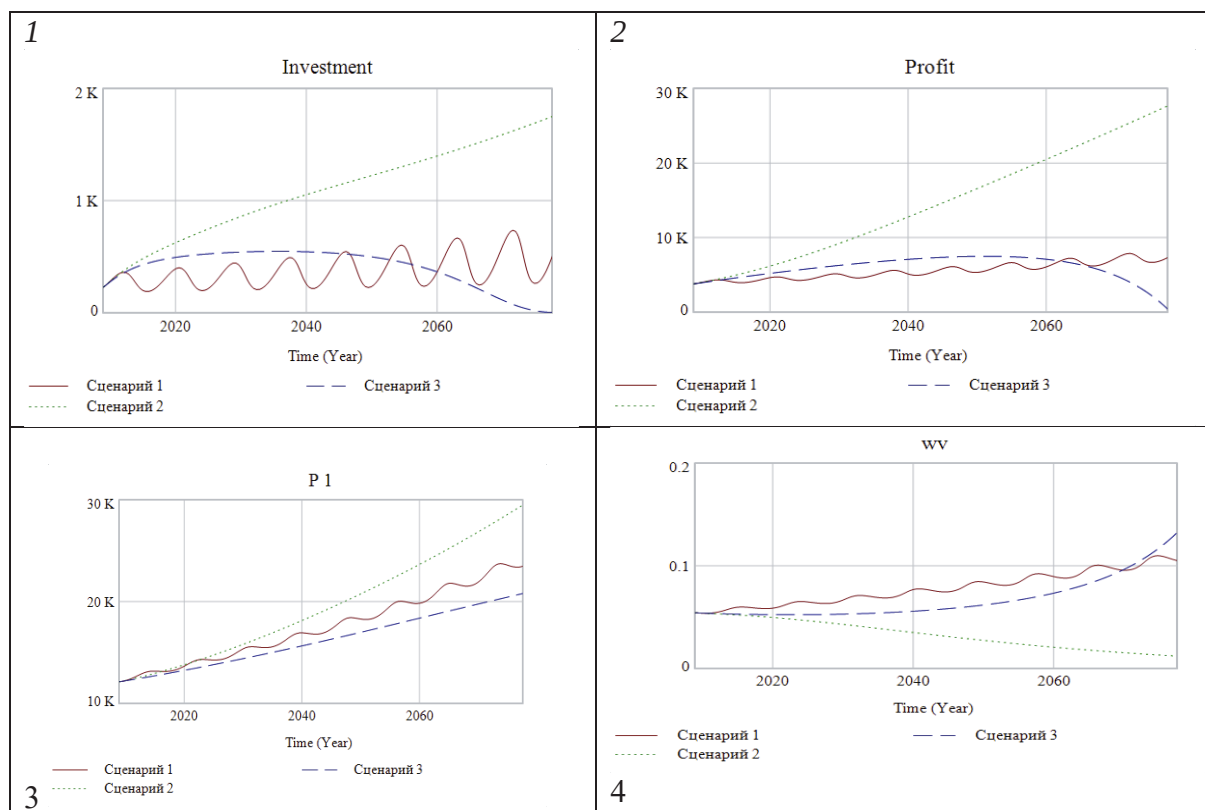


Рис. 5. Сценарий 1 для L-2, сценарий 2 (второй обостренный режим) и сценарий 3 (первый обостренный режим) для L-2-S, 2009–2077,75 гг.; 1 – инвестиции zM , 2 – прибыль M , 3 – ЧП P , 4 – среднее личное потребление наемного рабочего wv

В сценарии 2 в условиях второго обостренного режима с аттрактором E_q (27) как узлом, среднее личное потребление наемного рабочего wv и вместе с ним стоимость рабочей силы u падают до нуля, тогда как *маниакальное* накопление капитала делает невозможным полноценное воспроизводство рабочей силы. Для подавления сопротивления рабочего класса потребовалась бы фашистская диктатура.

В сценарии 3 прослежен первый обостренный режим – из окрестности седла E_b (22) вплоть до момента краха. Среднее личное потребление наемного рабочего wv после среднесрочного неглубокого спада непрерывно растет, стоимость рабочей силы u увеличивается практически до единицы, тогда, как на смену бурному, затем все более медленному росту инвестиций приходит их неуклонное снижение до нуля. С лагом примерно в 15 лет такая же последовательность проявляется в динамике нормы прибыли. Этот сценарий показывает невозможность для общества обойтись без прибавочного продукта.

Кривые второго и третьего сценариев грубо обрамляют кривую ЧП первого сценария (на основе L-2) как последовательности промышленных циклов. Моделируемые обостренные режимы отражают реальные угрозы устойчивому развитию [15].

Разумная политика социального партнерства, проводимая государством

с основными классами совместно, способна смягчать социально-экономические противоречия и способствовать большей устойчивости расширенного воспроизводства. Общество, отвергающее неолиберализм и подчиняющее «невидимую руку» рынка стратегическим планам, сознательно регулирует темп прироста прибавочной стоимости в зависимости от разницы между целевой нормой занятости X и текущей нормой занятости v , а также в зависимости от темпа прироста нормы занятости [16; 4, р. 427–463], согласно принципам пропорционального и дифференциального регулирования в теории управления.

Заключение

Поддержкой для применения методологии и технологии имитационного моделирования, а также системной динамики в данном исследовании послужила марксистская теория капиталистического накопления, а также математическая теория ОДУ и бифуркаций. Динамическая и структурная неустойчивость в L-2-S раскрыта через понятие вырожденного стационарного состояния, в котором попеременно выступают особые точки типа узла, фокуса и седла. Для них, по меньшей мере, один из корней характеристического уравнения равен нулю.

Из-за неблагоприятного для развития производительных сил и общественного прогресса перехода от L-2 посредством НМ-1 к L-2-S утрачено прямое воздействие стоимости рабочей силы на фондовооруженность, вместо преобладания экономии от масштаба доминирует ущерб от масштаба. Как правило, линейная зависимость темпа прироста фондоотдачи от темпа прироста нормы занятости, в отличие от L-2, не положительна, а отрицательна. Этот недостаток государственно-монополистического управления усилен отменой пропорционального регулирования фондоотдачи в зависимости от отклонения фактической ее величины от стационарного (целевого) значения.

Целевые показатели стоимости рабочей силы и фондоотдачи перестали играть относительно самостоятельные роли в управлении. Вместо этого целью стала выступать стационарная норма прибыли, которая может достигаться при разнообразных комбинациях, входящих в определение стационарных величин единичной прибавочной стоимости и фондоотдачи.

Обнажение противоречивости и патологического характера L-2-S подкрепляет доказательство от противного в пользу L-2. В частности, исследование выявило преимущества оригинального уравнения для фондоотдачи в отношении «неоклассического».

Приведенные аналитические утверждения подтверждены имитационными экспериментами. Раскрытие природы катастрофических режимов способствует недопущению (или преодолению) их на практике. Рассмотренная стабилизационная политика, заключенная в НМ-1, способна, если ее применить на практике, обострить каскады кризисов современного капитализма, усилить социальные антагонизмы вплоть до фашистской диктатуры. Этим на практике может обернуться ее «классовая нейтральность».

Политико-экономические выводы затрагивают не только предмет, но и объект исследования. Показано, что форма капитализма, подрывающая нововведения, индуцированные растущей стоимостью рабочей силы, и не извлекающая экономию от масштаба в результате роста нормы занятости, нежизнеспособна. К краху ведут обостренные режимы. Предложенный автором своевременный переход к новой управленческой парадигме [16; 4, р. 427–463] позволяет гипотетически не только предотвратить их, но и выйти на гораздо более высокую ступень технологического и социально-экономического развития.

Учебная литература по микро- и макроэкономике в отечественных вузах

избыточно содержит «неоклассические» концепции без должной критики, тогда как марксистской политэкономии редко уделяется заслуженное время и внимание, как подлинной основе (в сочетании с методами системной динамики, имитационным моделированием). Подводя итоги своему многолетнему плодотворному научному творчеству, К.К. Вальтух заключил: «...изменение характера социально-экономической литературы, претендующей на теорию и теоретически обоснованные прикладные выводы, в настоящее время становится необходимым практически» [17, с. XIX].

Притязание «неоклассической» школы, будто отправной точкой для всех современных моделей экономического роста выступает модель Р. Солоу, ошибочно или ложно. На самом деле, подлинный краеугольный камень – «Капитал» К. Маркса. Настоящая статья – новое, продуманное и подкрепленное научным арсеналом, свидетельство.

Упрощения и идеализации настоящей статьи преодолеваются продолжающимися исследованиями. Они востребованы практикой [18].

Настоящее исследование проведено в рамках Проекта 5.6.6.4. (0260-2021-0008) ИЭОПП СО РАН «Методы и модели обоснования стратегии развития экономики России в условиях меняющейся макроэкономической реальности».

Литература

1. **Маркс К., Энгельс Ф.** Сочинения. Т. 23. Маркс К. Капитал, т. 1. – Изд. 2-е. – М.: Госполитиздат, 1960. – 907 с.
2. **Acemoglu D.** Introduction to Modern Economic Growth. – Princeton: Princeton University Press, 2009. – 1008 p.
3. **Romer D.** 2019. Advanced Macroeconomics. Fifth Edition. – Dubuque: McGraw-Hill Education. – 783 p.
4. Feedback Economics. Economic Modeling with System Dynamics / eds.: R.Y. Cavana, B.C. Dangerfield, O.V. Pavlov, M.J. Radzicki, I.D. Wheat. – Cham : Springer, 2021. – 593 p. – Online ISBN 978-3-030-67190-7.
5. **Sterman J.D.** Business Dynamics: Systems Thinking and Modeling for a Complex World. – Boston a. o.: Irwin, McGraw-Hill, 2000. – xxiv, 982 p.
6. Analytical Methods for Dynamic Modelers. Ed. by Rahmandad H., Oliva R., Osgood N.D. – Cambridge (Ma.): The MIT Press, 2015. – 416 p.
7. **Goodwin R.** A growth cycle // Socialism, capitalism and economic growth, 1st edn. / Feinstein C. (ed); London: Cambridge Univ. Press, 1972. – P. 165-170.
8. **Гранберг А.Г.** Василий Леонтьев в мировой и отечественной экономической науке // Экономический журнал ВШЭ. 2006. № 3. С. 471-491.
9. **Ryzhenkov A.V.** Increasing returns and business cycles in a family of Goodwinian models with Leontiev technology//Journal of Economic Structures. – 2022. – No. 11. – Article number 26.
10. **Kuznetsov Y.A.** Elements of Applied Bifurcation Theory. (Second ed.) – Berlin: Springer, 1998. – 612 p.
11. **Abramovitz M.** The passing of the Kuznets cycle//Economica –1968. – Vol. 35, No. 140. P. 349–367.
12. **Solow R.** A contribution to the theory of economic growth//Quarterly Journal of Economics – 1956. – Vol. 70, No. 1 – 2. P. 65 – 94.
13. **Рыженков А.В.** Обобщение «неоклассической» модели экономического роста // Анализ и прогнозирование экономических процессов : сб. науч. тр. / под ред. В.Н. Павлова, Л.К. Казанцевой. – Новосибирск : ИЭОПП СО РАН, 2006. – С. 72-104.
14. **Boggio L.** Growth, unemployment and wages: disequilibrium models with increasing returns // Classical, Neoclassical and Keynesian Views on Growth and Distribution / N. Salvadori, C. Panico (eds); Cheltenham, UK, Northampton, MA, USA: Elgar, 2006. P. 227–242.

15. **Рыженков А.В.** Характеристики обостренных режимов в обобщенной модели Р. Солоу // Анализ, моделирование, управление, развитие социально-экономических систем : сборник научных трудов 18-ой Международной школы-симпозиума АМУР-2024, Симферополь-Судак, 14-27 сентября 2024 г. / ред. совет: А.В. Сигал (предс.) [и др.] ; Крымский фед. ун-т им. В.И. Вернадского [и др.]. – Симферополь : ИП Корниенко А.А., 2024. – С. 321-338.
16. **Ryzhenkov A.V.** Socially efficient stabilization policies for growth cycles//Advances in Economics and Business. – 2015. – Vol 3, No 11. – P. 502-527.
17. **Вальтух К.К.** Закон социально-экономического развития. Теория исследования мировой статистики. Часть I: монография. – Новосибирск: ИЭОПП СО РАН, 2018 г. – 540 с.
18. Методы прогнозирования развития экономики, в том числе, с учетом трансграничных последствий принимаемых решений в области макроэкономической политики. URL: <https://eec.eaeunion.org/upload/clcr/6.2.4.pdf> / (дата обращения 22.9.2025).