

Имитационная модель устойчивости многоукладной экономики

Сухомлинов Владимир Владимирович

Независимый исследователь, индивидуальный предприниматель; 105203, Россия, Москва, ул. 12-ая парковая, д.7, пом.23
E-mail: 8vladimir8@gmail.com, v@8vladimir8.ru; тел.: +7-916-757-1781

В работе предлагается формальная динамическая модель устойчивости крупной многоукладной экономики, объединяющая шесть агрегированных переменных состояния (от структуры собственности до качества управленческих элит) и шесть медленно меняющихся управляющих параметров, отражающих институциональные выборы. Состояние системы сжимается в интегральный индекс жизнеспособности, построенный по принципу «слабейшего звена», для которого вводятся количественные пороги режимов. Ключевая особенность модели состоит в явном учёте того, что резкость реформ сама по себе разрушает административный капитал: темп изменения вектора управляющих параметров входит в уравнение динамики качества элит с квадратичным «штрафом за скорость». Модель откалибрована на статистических фактах советской экономики 1928–1991 гг. и воспроизводит характерное движение к точке структурной перестройки, причём пересечение критического порога устойчивости опережает наблюдаемые институциональные признаки кризиса примерно на десятилетие. Далее модель используется как конструктор: предложена «двухконтурная» архитектура собственности, денежного обращения и кадрового отбора, устойчивость которой проверяется стресс-тестом из 10 000 стохастических траекторий и анализом чувствительности к каждому из управляющих параметров. Показано, что вероятность необратимой перестройки определяется в первую очередь двумя факторами, а именно меритократичностью кадрового отбора и независимостью от внешнего конвергентного давления, и что существует пороговое линейное условие устойчивости. Наконец, решается обратная задача оптимального управления, то есть поиск траектории перехода из текущего состояния. Установлено, что успех перехода критически зависит от порядка фаз реформ. Результаты имеют методологическое значение для анализа долгосрочной устойчивости институциональных систем.

Ключевые слова: динамическая система; теория бифуркаций; устойчивость; многоукладная экономика; институциональное проектирование; административный капитал; метод Монте-Карло; оптимальное управление; двухконтурная денежная система.

JEL Classification: P00, C63, E02, O43, P21.

1. Введение

Крупная многоукладная экономика представляет собой объект, структурно более сложный, чем рынок или план по отдельности. В ней одновременно сосуществуют разные контуры хозяйства (крупная инфраструктура, средний и малый бизнес, кооперативные формы) и разные контуры управления (стратегическое планирование и рыночная самоорганизация). Вопрос устойчивости такой системы к внешним шокам и внутреннему перерождению имеет не только теоретический интерес: исторический опыт XX века показывает, что потеря устойчивости системой подобного масштаба оборачивается для общества десятилетиями экономических потерь и разрывом миллионов хозяйственных связей.

В основе предлагаемого подхода лежит классическая идея теории динамических систем: поведение сложного объекта описывается небольшим набором агрегированных переменных, а качественные переходы между режимами соответствуют математическим бифуркациям, то есть точкам, в которых малое изменение параметров приводит к качественно иному долгосрочному поведению [Арнольд, 1990; Родионов, 2008]. В отличие от эконометрических моделей, ориентированных на точечный прогноз, предлагаемая модель носит структурно-качественный характер: она призвана очертить область параметров, в которой система сохраняет целостность, тогда как точное предсказание отдельного показателя остаётся за её рамками.

Работа решает пять взаимосвязанных задач. Во-первых, требуется построить формальную модель с минимально необходимым числом переменных. Во-вторых, откалибровать её на реальной траектории крупной экономики XX века. В-третьих, использовать модель как конструктор, чтобы спроектировать архитектуру, в которой опасные бифуркации отдалены от рабочего режима. В-четвёртых, проверить устойчивость проекта методом Монте-Карло. В-пятых, решить обратную задачу и определить траекторию перехода из текущего состояния к устойчивому аттрактору. Методологически работа продолжает традицию системной динамики и институционального анализа долгосрочного развития [Корнай, 1992; Аджемоглу, Робинсон, 2012].

Проверяемые гипотезы

В соответствии с логикой вычислительного эксперимента формулируются шесть гипотез, каждая из которых операционализируема в рамках модели и проверяется в последующих разделах.

Гипотеза 1 (двухсекторность как условие устойчивости). Одновременное присутствие крупного планового сектора и массового артельно-кооперативного уклада повышает жизнеспособность экономики.

Устранение же второго опорного сектора запускает необратимую эрозию системного индекса даже при сохранении крупного сектора.

Гипотеза 2 (опережающая потеря устойчивости). Пересечение критического порога индекса жизнеспособности во времени существенно опережает видимые институциональные признаки кризиса, причём на величину порядка десятилетия.

Гипотеза 3 (штраф за темп реформ). Скорость одновременного изменения управляющих параметров разрушает административный капитал квадратично по темпу. Поэтому одномоментные реформы при прочих равных разрушительнее постепенных, даже когда их направление верно.

Гипотеза 4 (иерархия факторов выживания). Долгосрочная выживаемость определяется прежде всего меритократичностью кадрового отбора как защитным фактором и уровнем дестабилизирующих давлений (сепаратизма, догматизма и внешней конвергенции) как основными угрозами. Централизация на выживание практически не влияет, а доля артельного сектора значима для выживания лишь при почти полном исчезновении уклада, воздействуя в остальном на уровень жизни.

Гипотеза 5 (пороговое условие устойчивости). В пространстве управляющих параметров существует линейная граница безопасного режима, разделяющая области устойчивости и распада и выражаемая простым неравенством относительно меритократичности и внешнего давления.

Гипотеза 6 (значимость порядка фаз перехода). Успешный переход к устойчивой архитектуре требует определённой последовательности фаз (защита кадрового контура, затем развитие уклада, затем смысловое обновление). Нарушение этого порядка повышает вероятность необратимой перестройки.

Дальнейшее изложение построено следующим образом. Раздел 2 даёт обзор литературы и позиционирует работу. Раздел 3 излагает модель, численную схему и метод расчёта, включая стохастический блок и постановку задачи перехода. Раздел 4 посвящён калибровке и историческому прогону 1928–1991 гг. (проверка гипотез 1 и 2). В разделе 5 излагается проект двухконтурной архитектуры. Раздел 6 содержит результаты стресс-теста и анализ чувствительности (проверка гипотез 4 и 5). Раздел 7 решает задачу перехода из текущего состояния (проверка гипотез 3 и 6). Раздел 8 предлагает экономическую интерпретацию результатов. В разделе 9 обобщаются выводы и ограничения. Все числовые данные, используемые в расчётах, сведены в таблицы Приложения.

2. Обзор литературы

Настоящая работа находится на пересечении нескольких исследовательских традиций. Прежде всего это приложение теории динамических систем и бифуркаций к анализу долгосрочной устойчивости социально-экономических систем [Арнольд, 1990]. В этом ключе строились формальные модели распада СССР [Родионов, 2008; Чадаев, 2022] и обсуждения исторических сингулярностей и фазовых переходов [Гринин, Коротаев, 2011]. От этих работ предлагаемая модель отличается сочетанием непрерывной динамики, явного «штрафа за темп» и стресс-тестирования методом Монте-Карло.

Содержательный контекст работы задаёт институциональная экономика долгосрочного развития и переходов. Институты как медленно накапливаемый капитал [North, 1990], инклюзивные институты как источник процветания [Acemoglu, Robinson, 2012], анализ социалистической системы и «трансформационного спада» [Kogut, 1992] и критика шоковых реформ [Стиглиц, 2003] очерчивают проблемное поле. Центральный для этой литературы спор о «шоковой терапии» против градуализма в предлагаемой модели получает формальное выражение через квадратичные издержки приспособления [Lucas, 1967; Hayashi, 1982].

К этому проблемному полю примыкает теория многоукладной (дуальной) экономики и межсекторных комплементарностей: модель Льюиса [Lewis, 1954], концепция связей Хиршмана [Hirschman, 1958] и институциональные комплементарности [Milgrom, Roberts, 1990]. Их дополняют историко-хозяйственные исследования советского артельного уклада [Ханин, 2023; Артели и кооперативный уклад..., 2021]. Если в классической трактовке мелкий сектор служит резервуаром рабочей силы, то здесь он выступает стабилизатором системной устойчивости.

В методологическом отношении работа наследует теории композитных индикаторов и агрегированию по принципу слабейшего звена [Hirshleifer, 1983; Kremer, 1993]. Отсюда заимствованы приём среднего геометрического, применяемый, в частности, в Индексе человеческого развития [UNDP, 2010; Klugman et al., 2011], и общие рекомендации по построению индикаторов [OECD, JRC, 2008]. На этой основе строится интегральный индекс жизнеспособности.

Наконец, работа опирается на сравнительный анализ догоняющих переходов: китайские реформы и «двухколейную» систему [Naughton, 2007], мир-системный подход и роль суверенитета для догоняющего развития [Латов, 2023; Латов, 2024], а также аппарат оптимального управления [Понтрягин и др., 1983]. Место данной работы можно определить так: существующие исследования устойчивости многоукладных экономик тяготеют либо к качественно-историческому нарративу, либо к эконометрическому точечному прогнозу, тогда

как формальных динамических моделей, объединяющих явные издержки темпа реформ, принцип слабейшего звена и стохастическое стресс-тестирование архитектур, практически нет. Настоящая статья призвана заполнить этот пробел, оставаясь в жанре вычислительного эксперимента.

3. Модель и методология

Модель оперирует шестью переменными состояния, каждая из которых нормирована на отрезок $[0, 1]$ и отражает один из агрегированных контуров хозяйственной системы. Переменная G описывает крупный государственный (народный) сектор, A отвечает за артельный, кооперативный и малый производственный уклад, H передаёт связность хозяйственной ткани (кооперацию между регионами и отраслями), I фиксирует смысловую (идеологическую) легитимность системы, E оценивает качество управленческих элит как сочетание компетентности и мотивации служения, а W характеризует уровень жизни и доступ к базовым благам. Содержательная интерпретация крайних значений каждой переменной приведена в табл. П1 Приложения.

Помимо переменных состояния вводятся шесть управляющих параметров, то есть медленно меняющихся величин, отражающих институциональные выборы: α (доля артельного уклада), δ (догматизм управляющей идеологии), κ (меритократичность кадрового отбора), π (давление конвергенции с иной экономической моделью), ρ (централизация решений) и ς (сепаратистское давление). Полный перечень параметров и диапазоны их значений сведены в табл. П2.

Динамика системы задаётся автономной системой обыкновенных дифференциальных уравнений со стохастическим возмущением:

$$(1) \quad \frac{dx}{dt} = F(x, u) + \xi(t),$$

$$x = (G, A, H, I, E, W), \quad u = (\alpha, \delta, \kappa, \pi, \rho, \varsigma)$$

здесь $\xi(t)$ обозначает векторный шумовой процесс, структура которого описана ниже, в подразделе о стохастическом блоке. При численном интегрировании используется явная схема с годовым шагом на горизонте 30–60 лет.

Интегральный индекс жизнеспособности

Для сжатой оценки состояния вводится индекс V , построенный по принципу «слабейшего звена»: если любая из критических компонент падает, индекс резко снижается. Это отражает системный характер кризисов: для разрушения достаточно отказа одного контура. Индекс задаётся выпуклой комбинацией минимума и среднего геометрического критических компонент:

$$(2) \quad V = 0,6 \cdot \min(W, H, I, E, A_e) + 0,4 \cdot (W \cdot H \cdot I \cdot E \cdot A_e)^{\frac{1}{5}}$$

здесь A_e задаёт эффективный вклад артельного уклада с учётом синергии с крупным сектором:

$$(3) \quad A_e = A \cdot (0,5 + 0,5G) + 0,08$$

Мультипликативная синергия мелкого уклада с крупным сектором в формуле (3) отвечает представлениям о межсекторных связях [Hirschman, 1958], дуальной экономике [Lewis, 1954] и институциональных комплементарностях [Milgrom, Roberts, 1990]: вклад артелей выше при наличии развитого крупного сектора. Весовой множитель при минимуме (0,6) превышает множитель при среднем геометрическом (0,4), что усиливает роль наиболее деградировавшей компоненты и делает индекс чувствительным именно к «узким местам» системы. Такая конструкция опирается на «принцип слабейшего звена» (weakest-link technology) в агрегировании [Hirshleifer, 1983; Kremer, 1993] и на практику агрегирования нормированных измерений средним геометрическим, принятую, в частности, в Индексе человеческого развития ООН с 2010 г. [UNDP, 2010; Klugman et al., 2011]. Общая методология построения композитных индикаторов, включая выбор весов и обязательный анализ чувствительности, изложена в [OECD, JRC, 2008]. Устойчивость выводов к весам индекса проверяется в разделе 6. Пороговые значения индекса, разграничивающие режимы, приведены в табл. П3.

Динамика качества элит и штраф за темп

Принципиальное отличие модели от большинства эконометрических спецификаций состоит в явном учёте того, что резкость реформ сама по себе разрушает административный капитал. Уравнение динамики переменной E имеет вид:

$$(4) \quad \frac{dE}{dt} = 0,09 \cdot \kappa \cdot (1 - E) - 0,13 \cdot \pi \cdot E - 0,16 \cdot \delta \cdot E - 0,50 \cdot \left\| \frac{du}{dt} \right\|^2$$

Первый член описывает восстановление качества элит за счёт меритократического отбора, второй и третий отвечают за его размывание под действием внешнего конвергентного давления и внутреннего догматизма. Последний член играет роль квадратичного «штрафа за темп»: чем быстрее меняется вектор управляющих

параметров u , тем сильнее теряется способность аппарата исполнять любые решения. Первый член имеет форму частичной подстройки к цели (partial adjustment), стандартной в динамических моделях, тогда как квадратичная форма штрафа отвечает выпуклым издержкам приспособления, восходящим к теории издержек установки капитала [Lucas, 1967; Hayashi, 1982]. Медленный темп восстановления (коэффициент 0,09 в год, то есть характерное время около десятилетия) согласуется с представлением об институтах как медленно накапливаемом капитале [North, 1990], а конкретные величины коэффициентов являются калибровочными, и устойчивость выводов к ним обсуждается в разделе 6. Именно этот член даёт формальное объяснение исторически наблюдаемому парадоксу, при котором быстрые одновременные реформы почти всегда разрушительнее постепенных, даже когда направление изменений выбрано верно. Аналогичные по структуре уравнения (со знаком, определяемым соответствующими параметрами) описывают динамику остальных переменных состояния, а их коэффициенты приведены в табл. П2 и П3.

Численная реализация и порядок расчёта

Система (1) интегрируется явной схемой Эйлера [Бахвалов и др., 2011; Самарский, Гулин, 1989; Хайрер и др., 1990] с шагом в один год на горизонте от 30 до 60 лет. Каждая переменная состояния подчиняется уравнению вида $dx/dt =$ (восстановление к целевому уровню) – (эрозия под действием управляющих параметров) + (стохастический шум), а его коэффициенты подобраны на калибровочном интервале. Уравнение (4) для качества элит E выписано явно, поскольку несёт главный содержательный эффект модели.

Порядок вычисления одного шага для качества элит таков: в правую часть (4) подставляются текущие значения E , κ , π , δ и норма темпа реформ $\|du/dt\|$, после чего новое значение получается по формуле $E(t+1) = E(t) + dE/dt$. Сама норма $\|du/dt\|$ есть евклидова скорость изменения вектора управления: если за год каждый из шести параметров смещается на величину s , то $\|du/dt\| = s \cdot \sqrt{6}$, а штраф за темп равен $0,50 \cdot 6 \cdot s^2 = 3 \cdot s^2$. Отсюда удвоение скорости реформ учетверяет потерю административного капитала, что и составляет количественную основу гипотезы 3.

На каждом шаге по текущему состоянию вычисляется индекс жизнеспособности V по формулам (2)–(3), который затем относится к одному из режимов по порогам табл. П3. При стохастических расчётах описанный прогон повторяется на множестве случайных траекторий, а доли исходов усредняются. Структура шумовых процессов, порождающих эти траектории, описана ниже.

Стохастический блок и метод Монте-Карло

Для оценки устойчивости к случайным возмущениям применяется метод Монте-Карло [Соболев, 1973]. Шоки моделируются двояко: редкие крупные события задаются кусочно-пуассоновским процессом с интенсивностью, откалиброванной на частоту финансовых и геополитических кризисов XX–XXI вв., а фоновые флуктуации задаются гауссовским процессом (параметры шумового блока приведены в табл. П6). Каждая из N стохастических траекторий рассчитывается по описанной выше явной схеме с добавлением этих шумовых слагаемых, а исход траектории определяется режимом, в котором система оказывается к концу горизонта. Доли исходов усредняются по всем траекториям. В расчётах используются $N = 10\,000$ траекторий (сравнение архитектур и анализ чувствительности), 5 000 (проверка устойчивости к параметрам индекса) и 2 000 (стратегии перехода).

Задача перехода как задача оптимального управления

Переход из текущего состояния в целевую архитектуру формализуется как задача оптимального управления со стохастическими ограничениями [Понтрягин и др., 1983]: требуется найти траекторию управления $u(t)$, минимизирующую интегральное отклонение состояния от целевого x^* при ограничении на вероятность пересечения критической зоны:

$$(5) \quad \min_u E \left[\int_0^T \|x(t) - x^*\|^2 dt \right] \text{ при } P \left[\min_t V(t) < 0,15 \right] \leq \varepsilon$$

где ε обозначает допустимую вероятность срыва в критическую зону. Конкретные стратегии $u(t)$ и результаты их сравнения приводятся в разделе 7.

4. Калибровка и исторический прогон 1928–1991 гг.

Модель откалибрована на статистических фактах советской экономики XX века. В 1928–1953 гг. в стране существовал выраженный двухсекторный уклад: крупная промышленность и инфраструктура находились в общенародной собственности, тогда как значительная часть лёгкой промышленности, пищевого производства, ремесла и розничной торговли велась через артели и промысловые кооперативы. По имеющимся оценкам, на пике (начало 1950-х годов) в стране действовало порядка 114 тыс. производственных артелей, в которых было занято около 1,8 млн человек, выпускавших до 6% валовой промышленной продукции и широкий ассортимент потребительских товаров [Артели и кооперативный уклад..., 2021; Сталинские артели, 2019]. Эти значения положены в основу калибровки начального уровня переменной A .

Начальное состояние 1928 г. (табл. 1) задано на нормированной шкале [0, 1] по следующим соображениям. Доля крупного государственного сектора $G = 0,25$ отражает конец нэпа, когда государство контролировало командные высоты (тяжёлую промышленность, транспорт, банк), но большая часть хозяйства оставалась частной и крестьянской. Доля мелкого уклада $A = 0,30$ соответствует заметному, хотя и не преобладающему, сектору кустарей, кооперации и частной торговли времён нэпа [Артели и кооперативный уклад..., 2021]. Высокая связность $H = 0,75$ отражает работающие рыночные связи доколлективизационной экономики, а высокая легитимность $I = 0,85$ отражает революционный подъём и разделяемое смысловое ядро 1920-х годов. Качество кадров $E = 0,70$ соответствует компетентному и мотивированному раннему управленческому слою, а низкий уровень жизни $W = 0,30$ соответствует бедности хозяйства, восстанавливающегося после мировой и гражданской войн. Значения G , A и W имеют слабый эмпирический якорь (доли секторов, показатели бедности), тогда как H , I и E заданы экспертно как ненаблюдаемые конструкторы. Поэтому далее (раздел 6) проверяется устойчивость выводов к вариации спецификации.

После реформы 1956–1960 гг. артельный уклад был фактически ликвидирован, а в 1965 г. реформа Косыгина — Либермана внедрила хозрасчёт и прибыль как основной показатель эффективности [Экономическая реформа 1965 года..., 2020]. В терминах модели ликвидация переменной A снимает один из двух опорных столпов двухсекторной устойчивости, после чего дальнейшая эрозия связности H , легитимности I и качества элит E становится вопросом времени. Дополнительным фактором выступает идеологический догматизм и начётничество позднего периода, то есть повторение формул, утративших связь с хозяйственной практикой. В модели это проявляется как устойчиво высокое значение параметра δ , напрямую подавляющего рост I [Чадаев, 2022; Гринин, Коротаев, 2011].

Результаты численного прогона по опорным годам приведены в табл. 1 (полный набор исходных данных дан в табл. П4 Приложения) и показаны на рис. 1.

Таблица 1.

Динамика переменных модели на историческом интервале 1928–1991 гг.

Год	G	A	H	I	E	W	V
1928	0,25	0,30	0,75	0,85	0,70	0,30	0,366
1953	0,47	0,30	0,41	0,49	0,46	0,35	0,339
1960	0,56	0,14	0,38	0,45	0,42	0,36	0,253
1965	0,63	0,05	0,35	0,41	0,38	0,36	0,193
1980	0,72	0,00	0,21	0,24	0,22	0,37	0,131
1991	0,74	0,00	0,10	0,15	0,11	0,37	0,103

Источник: расчёты автора по модели (1)–(4); калибровка по [Артели и кооперативный уклад..., 2021; Экономическая реформа 1965 года..., 2020].

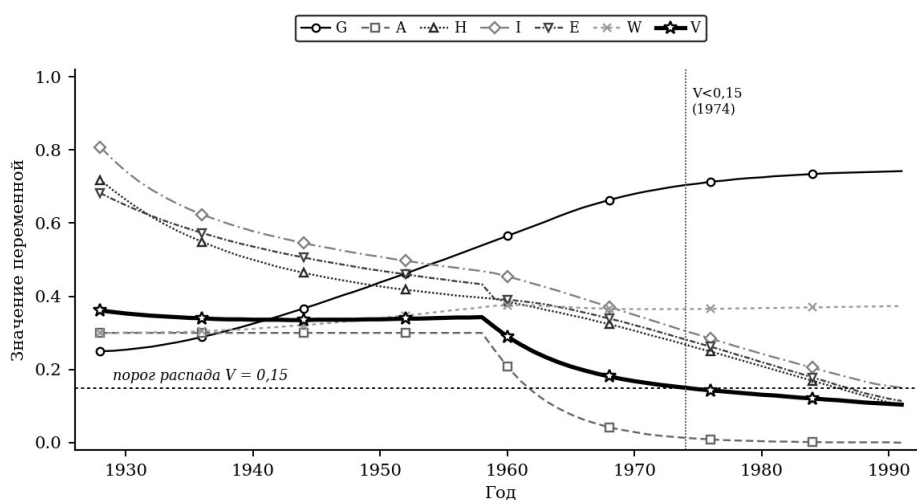


Рис. 1. Динамика переменных модели на историческом интервале 1928–1991 гг.; индекс V опускается ниже критического порога к концу 1970-х годов. Источник данных: табл. 1 (П4).

Прогон подтверждает гипотезу 1: устранение переменной A к 1965 г. (падение с 0,30 до 0,05) сопровождается снижением индекса V из переходной зоны в критическую, после чего деградация становится самоподдерживающейся. Крупный сектор G при этом продолжает расти (с 0,25 до 0,74), что показывает: сохранение одного опорного столпа не компенсирует потерю второго.

Прогон подтверждает и гипотезу 2: система пересекает критический порог $V = 0,15$ около 1974 г., то есть задолго до видимых признаков структурного кризиса. К моменту институциональных событий 1990–1991 гг.

запас устойчивости был фактически исчерпан, и вопрос состоял лишь в конкретной форме перестройки. Разрыв между расчётной датой потери устойчивости и институциональным кризисом составляет около полутора десятилетий, что согласуется с формулировкой гипотезы 2.

5. Проектирование устойчивой архитектуры

Если исторический прогон показывает, как система теряет устойчивость, то обратная задача состоит в том, чтобы спроектировать архитектуру, в которой подобная потеря маловероятна. Предлагаемая концепция основана на принципе двойственности на трёх уровнях (собственность, денежное обращение и управление), при котором стратегический контур сочетается с адаптивным. Соответствие уровней и контуров сведено в табл. П5.

Секторная архитектура

Стратегический контур охватывает недра, крупную инфраструктуру, транспортные сети, центральный банк, системное образование и здравоохранение. Для него вводится режим ограниченной отчуждаемости, при котором изменение формы собственности возможно только через квалифицированное большинство референдума. Адаптивный контур охватывает лёгкую и пищевую промышленность, услуги, локальное строительство, значительную часть информационных технологий, розничную торговлю и семейные фермы. Здесь допускаются коллективная собственность, ограничение численности работников на одно предприятие (порядка 500 человек) и льготное налогообложение в первые годы работы. Эмпирика 1945–1955 гг. показывает, что такой двухсекторный уклад даёт значительный кумулятивный вклад в уровень жизни: один рубль выпуска в артельном секторе обеспечивает приблизительно вдвое больший прирост потребления, чем рубль в крупной промышленности, за счёт близости к конечному потребителю и гибкости ассортимента [Артели и кооперативный уклад..., 2021].

Двухконтурная денежно-кредитная система

Ключевая идея денежного блока состоит в разделении обращения на два слабо связанных контура, что снимает значительную часть инфляционного давления и делает экономику менее уязвимой к спекулятивным колебаниям. Эмиссия инвестиционного и потребительского контуров описывается соотношениями:

$$(6) \quad \Delta M_{\text{инв}} = k_1 \cdot \Delta(\text{производственные мощности}) + k_2 \cdot \Delta(\text{НИОКР})$$

$$(7) \quad \Delta M_{\text{потр}} = k_3 \cdot \Delta(\text{товарный поток}) - k_4 \cdot (\text{инфляция})$$

Инвестиционный контур обращается исключительно между юридическими лицами, обеспечен будущим производственным результатом и эмитируется под конкретные проекты. Потребительский контур попадает в обращение через фонд оплаты труда и закупки и обеспечен товарной массой. Шлюз между контурами односторонний: средства инвестиционного контура могут «опуститься» в потребительский только через заработную плату, социальные платежи и закупки у артельного сектора, тогда как обратное перетекание запрещено, что исключает перегрев через спекулятивное кредитование. Денежный блок носит структурный характер и показывает, чем обеспечен каждый контур, а коэффициенты $k_1 \dots k_4$ являются калибровочными и в базовой версии задаются так, чтобы прирост денежной массы не опережал прирост обеспечения. Односторонний шлюз численно реализуется как ограничение-неравенство на межконтурные переводы.

Институциональные контуры защиты

Чтобы удерживать параметры κ , π и δ в безопасной зоне, архитектура включает три взаимосвязанных механизма. Меритократический контур предполагает публичные измеримые показатели работы руководителей, многоуровневый отбор по компетенциям и обязательную квоту технических и научных специалистов в высших органах управления. Контур организационной независимости вводит ограничения на зарубежные активы и двойное гражданство для лиц, принимающих стратегические решения, а также публичные декларации внешних связей. Контур смыслового обновления обеспечивает периодический пересмотр программных документов, институционализированную внутрисистемную оппозицию и публичный реестр «обещание — результат».

Сопоставление итоговых состояний исторической траектории и двух вариантов двухконтурной архитектуры (без шоков и при четырёх последовательных крупных шоках, имитирующих финансовые кризисы, санкции и геополитические изменения) приведено в табл. 2 и на рис. 2.

Таблица 2.

Сравнение итоговых состояний архитектур к 2030 г.

Сценарий	G	A	H	I	E	W	V
Историческая (1991)	0,74	0,00	0,10	0,15	0,11	0,37	0,104
Двухконтурная, без шоков	1,00	0,50	0,50	0,66	0,56	0,66	0,537
Двухконтурная + 4 шока	1,00	0,50	0,39	0,61	0,49	0,64	0,449

Источник: расчёты автора по модели (1)–(4).

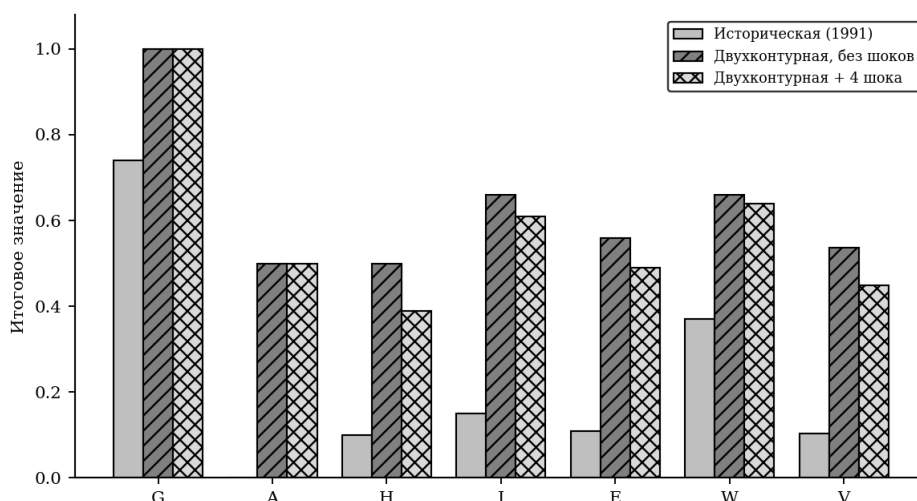


Рис. 2. Сравнение итоговых состояний исторической траектории и двух вариантов двухконтурной архитектуры. Источник данных: табл. 2.

Даже при четырёх последовательных крупных шоках двухконтурная архитектура удерживает индекс V в устойчивом режиме (0,449), тогда как историческая траектория завершается в зоне необратимой перестройки (0,104). Это предварительно подтверждает конструктивную состоятельность проекта, а строгая проверка устойчивости выполняется в следующем разделе.

6. Результаты стресс-теста и анализ чувствительности

По методике раздела 3 (стохастический блок метода Монте-Карло) проведён стресс-тест на 10 000 траекторий с горизонтом 50 лет для шести вариантов архитектуры. Доля траекторий, завершившихся в каждом из четырёх режимов, образует соответствующую строку табл. 3.

Распределение исходов по шести архитектурам сведено в табл. 3 и показано на рис. 3.

Таблица 3.

Распределение исходов в 10 000 симуляций по вариантам архитектуры

Архитектура	Устойчиво	Переход	Критически	Распад
Поздняя ослабленная (эталон)	0%	0%	0%	100%
Полная двухконтурная	68,0%	27,5%	2,8%	1,8%
Двухконтурная без защиты элит	0%	10,1%	10,6%	79,2%
Двухконтурная без артельного уклада	0%	0%	57,3%	42,7%
С повышенным догматизмом	0%	58,8%	17,0%	24,2%
Ранняя двухсекторная	0%	42,9%	17,9%	39,2%

Источник: расчёты автора, 10 000 траекторий, горизонт 50 лет.

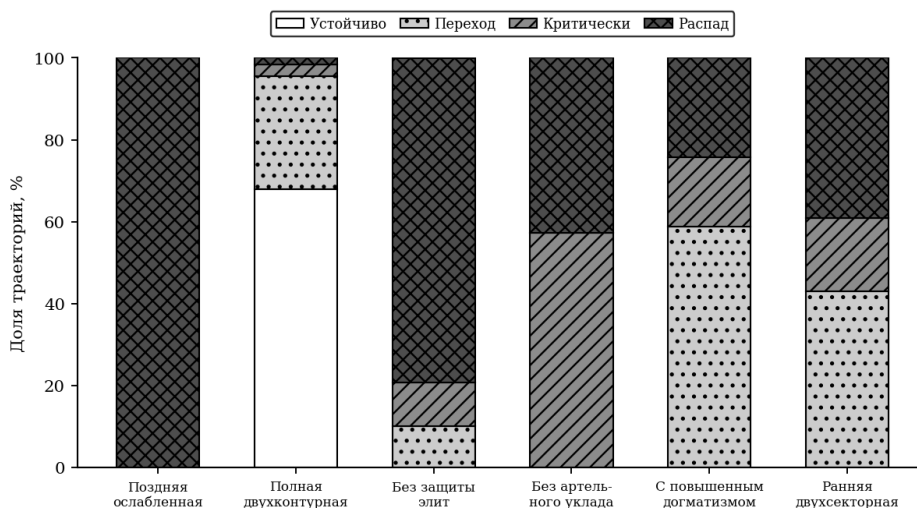


Рис. 3. Распределение исходов в 10 000 симуляций по шести вариантам архитектуры. Источник данных: табл. 3.

Сопоставление вариантов даёт прямую проверку гипотез. Устранение защиты элит переводит около 79% траекторий в распад, тогда как эталонный негативный сценарий распадается полностью. Устранение артельного уклада оставляет систему преимущественно в критической зоне (57%) либо срывает её в распад (43%), так что устойчивого или переходного режима она уже не достигает, что подтверждает роль второго сектора как стабилизатора (гипотеза 1). Полная двухконтурная архитектура сохраняет устойчивый режим в 68% траекторий и переходный ещё в 27%, а вероятность распада не превышает 2%.

Анализ чувствительности выявляет чёткую иерархию факторов (сводные пороги даны в табл. П7), а профили чувствительности показаны на рис. 4. Меритократичность отбора κ работает как главный защитный фактор: при κ ниже 0,3 вероятность распада близка к единице, а при κ выше 0,5 падает почти до нуля. Основными источниками риска выступают сепаратистское давление ς (при ς выше 0,6 вероятность распада превосходит 0,5), догматизм δ и внешнее конвергентное давление π , причём последнее слабее двух первых. Централизация ρ на устойчивость практически не влияет, а доля артельного сектора α критична лишь при почти полном исчезновении уклада, воздействуя в остальном на уровень жизни. Эти результаты подтверждают гипотезу 4: выживаемость определяется защитным действием κ и угрозами со стороны ς , δ и π , тогда как ρ нейтральна.

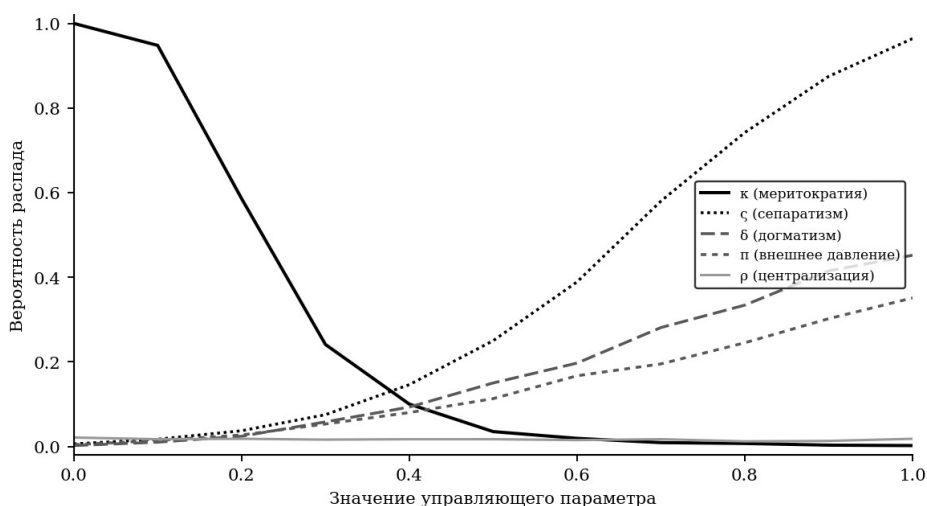


Рис. 4. Вероятность распада как функция каждого из ключевых управляющих параметров при прочих равных. Источник данных: табл. П10.

Граница безопасного режима в плоскости (κ, π) оказывается линейной и описывается неравенством

$$(8) \quad \kappa \geq 0,38 \cdot \pi + 0,18$$

что напрямую подтверждает гипотезу 5 (рис. 5). Вывод раздела заключается в том, что выживаемость крупной многоукладной экономики определяется в первую очередь качеством отбора управленцев и уровнем дестабилизирующих давлений (сепаратизм, догматизм, внешняя конвергенция). Артельный сектор важен для качества жизни, а централизация сама по себе нейтральна.

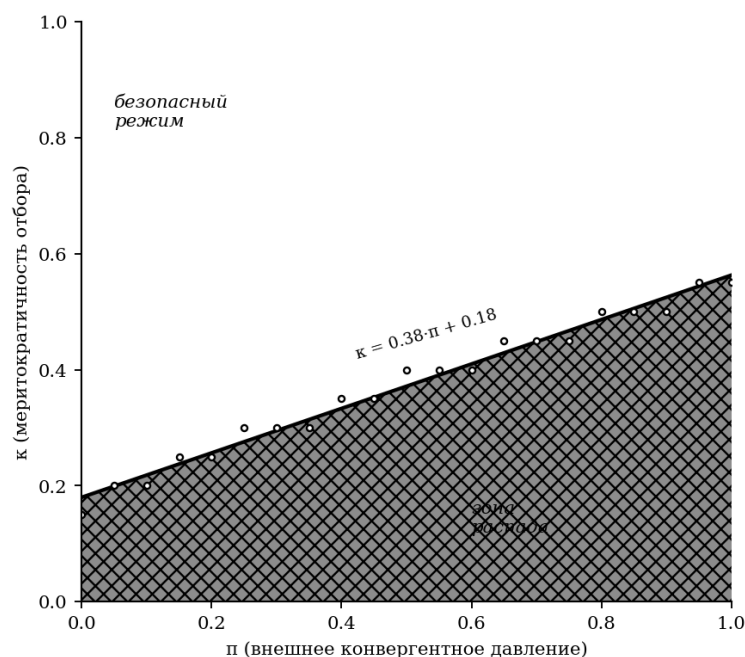


Рис. 5. Карта устойчивости в плоскости (к, л): область безопасного режима и зона распада, разделённые границей $k = 0,38 \cdot л + 0,18$. Источник данных: табл. П11.

Устойчивость выводов к параметрам индекса

Веса индекса V (0,6/0,4), коэффициент синергии в A_e (0,5) и аддитивный «пол» (0,08) заданы автором, поэтому важно убедиться, что качественные выводы не зависят от их конкретных значений. Повторный прогон стресс-теста при варьировании каждого из этих параметров (табл. П12) показывает, что рейтинг архитектур инвариантен: полная двухконтурная архитектура во всех настройках распадается реже всех (0,8–2,2%), поздняя ослабленная распадается всегда полностью, а вариант без защиты элит остаётся в зоне высокого риска (73–84%). Единственная заметно чувствительная к «полу» величина есть доля распада варианта без артельного уклада (от 18% при $f = 0,12$ до 93% при $f = 0,05$), однако и она во всех настройках остаётся существенно хуже полной архитектуры и не достигает устойчивого режима. Таким образом, содержательные выводы (иерархия факторов и значимость порядка фаз) устойчивы к деталям спецификации индекса.

7. Траектория перехода из текущего состояния

Проектирование устойчивой архитектуры «с нуля» остаётся упражнением академическим, тогда как практически значима задача перехода из уже существующего, менее устойчивого состояния к целевой архитектуре. Эта задача формализована в разделе 3 как задача оптимального управления (формула (5)). Для конкретности в качестве начального состояния взяты агрегированные показатели одной крупной современной экономики на основе открытых данных [Институт Гайдара, 2025; Доля государства..., 2024; Доля малого и среднего бизнеса..., 2024; Отток капитала..., 2024]. Калибровка начальной точки приведена в табл. 4.

Таблица 4.

Калибровка начального состояния

Переменная	Начальное значение	Основание
G	0,80	Доля крупного сектора 50–62% ВВП
A	0,12	Доля малых предприятий около 22% ВВП
H	0,58	Хозяйственные связи с частичной переориентацией
I	0,32	Неполная смысловая консолидация
E	0,42	Наличие технических кадров, смешанное качество
W	0,50	Средние показатели доступа к благам

Источник: расчёты автора по [Институт Гайдара, 2025; Доля государства..., 2024; Доля малого и среднего бизнеса..., 2024]. Итоговый начальный индекс $V_0 = 0,262$.

Из шести значений табл. 4 непосредственный эмпирический якорь имеют только два. Доля крупного сектора G опирается на оценки государственного участия в 50–62% ВВП, а доля мелкого уклада A отражает долю малого и среднего бизнеса около 22% ВВП. Остальные четыре показателя, а именно связность H , легитимность I , качество элит E и уровень жизни W , напрямую не наблюдаемы и задаются экспертной калибровкой на отрезке $[0, 1]$. Поэтому ниже проверяется устойчивость выводов к их вариации, тогда как сами эти значения не претендуют на статус измеренных величин.

Начальный индекс $V_0 = 0,262$ соответствует нижней части переходной зоны, вблизи границы с критической. На этой точке сопоставлены шесть стратегий перехода (по 2 000 симуляций на стратегию, горизонт 30 лет), а результаты приведены в табл. 5 и на рис. 6. Каждая стратегия задаёт свою программную функцию $u(t)$, а прогоны выполняются по той же численной схеме, что и в предыдущих разделах.

Таблица 5.

Сравнение шести стратегий перехода

Стратегия	Устойчиво	Переход	Критически	Распад	V_final
I. Одномоментная (3 года)	64,6%	29,2%	3,6%	2,6%	0,412
II. Плавная (S-кривая)	43,0%	37,4%	5,1%	14,6%	0,339
III. Трёхфазная (типа Дэн Сяопина)	52,6%	36,8%	4,5%	6,1%	0,378
IV. Оптимальная по чувствительности	50,1%	37,6%	5,9%	6,4%	0,370
V. «Одновременно всё + разрушение кадров»	0%	0,8%	18,7%	80,4%	0,065
VI. Консервативная стабилизация	0%	11,4%	33,4%	55,2%	0,122

Источник: расчёты автора, 2 000 траекторий на стратегию, горизонт 30 лет.

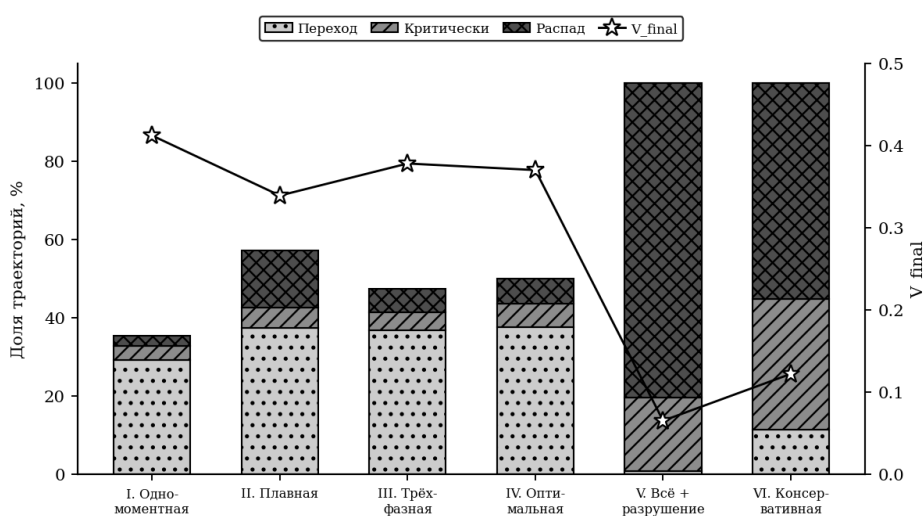


Рис. 6. Сравнение шести стратегий перехода по исходам и итоговому индексу V. Источник данных: табл. 5.

Стратегия V («одновременно всё при разрушении кадров») приводит к распаду в 80% траекторий, тогда как упорядоченные стратегии I–IV выводят систему в устойчивый или переходный режим с вероятностью распада порядка 3–6%. Это подтверждает гипотезу 3: одновременное форсирование всех параметров активирует квадратичный штраф за темп в уравнении (4) и обнуляет административный капитал, вследствие чего даже верное по направлению преобразование заканчивается в зоне необратимой перестройки. Пассивная же стабилизация (стратегия VI) не выводит систему из окрестности критической зоны, и при длительном шоковом фоне более половины траекторий всё же срываются в распад.

Анализ успешных стратегий показывает, что они имеют трёхфазную структуру, причём порядок фаз принципиально важен. В фазе 1 (годы 0–3) приоритетом является защита административного капитала: рост меритократичности κ с 0,35 до 0,60 и снижение внешнего давления π с 0,32 до 0,15, тогда как реформы собственности в этой фазе не производятся. В фазе 2 (годы 3–10) происходит развитие артельного уклада, а именно расширение α с 0,15 до 0,50 и децентрализация ρ при сохранении крупного сектора. В фазе 3 (годы 10–25) осуществляется смысловое обновление, включающее снижение догматизма δ до 0,15 и доведение κ до 0,65 с периодическим аудитом результатов. Детализация фаз с целевыми значениями параметров приведена в табл. П8.

Фазовая траектория в плоскости (α, κ) имеет характерную Г-образную форму: сначала движение вертикально вверх (защита элит), затем горизонтально вправо (расширение артельного сектора). Обратный порядок, при котором сначала идут экономические реформы, а затем кадровые, с высокой вероятностью ведёт к потере устойчивости, что подтверждает гипотезу 6. Обобщённо успешный переход подчиняется трём правилам. Первое: сначала защита (рост κ и снижение π), затем реформы, и никогда не наоборот. Второе: скорость реформ обратно пропорциональна запасу административного капитала. Третье: догматизм и конвергентное давление служат двумя главными источниками риска, тогда как меритократия остаётся главным защитным фактором.

8. Экономическая интерпретация результатов

Формальные результаты приобретают содержательный смысл лишь тогда, когда их удаётся перевести с языка дифференциальных уравнений и вероятностных распределений на язык экономической теории, экономической истории и практической политики. Ниже такой перевод выполняется в трёх ракурсах. Сначала показывается, что ключевые конструкции модели (квадратичный «штраф за темп», индекс по принципу «слабейшего звена», двухконтурные деньги и пороговая граница устойчивости) суть формализации давно обсуждаемых в экономической науке идей. Затем результаты сопоставляются с конкретным историческим материалом, а именно советским, китайским и постсоветским российским. Наконец, из модели извлекаются следствия для экономической политики в целом.

8.1. Модель в свете экономической теории

Центральный формальный результат работы, а именно квадратичный штраф за темп в уравнении (4), есть математическое выражение старой идеи институциональной экономики: институты представляют собой медленно накапливаемый капитал, который нельзя перестроить за один шаг [North, 1990]. Административный капитал в нашей модели ведёт себя именно так: переменная E восстанавливается неспешно (со скоростью, пропорциональной k), но разрушается быстро, причём тем быстрее, чем стремительнее меняется весь вектор управляющих параметров. Отсюда вытекает аналитическое ядро давнего спора о «шоковой терапии» против градуализма [Стиглиц, 2003]: реформа, обгоняющая темп воспроизводства административного капитала, разрушает больше, чем создаёт. То, что в литературе описывалось метафорически, будь то «трансформационный спад» постсоциалистических экономик [Kornai, 1992] или «J-образная кривая» реформ, модель формулирует в замкнутом виде: ущерб пропорционален квадрату темпа, поэтому удвоение скорости преобразований учетверяет потери административного капитала. Именно эта нелинейность, а вовсе не идеологическая окраска реформ, оказывается решающей.

Индекс жизнеспособности, построенный вокруг оператора минимума (формула (2)), формализует представление о социально-экономической системе как о наборе сильных комплементарностей. Ближайшим теоретическим аналогом служит «теория О-кольца» экономического развития М. Кремера, в которой итоговый результат определяется самым слабым звеном производственной цепочки [Kremer, 1993]. В нашем случае это означает, что развитие не аддитивно: обрушившуюся компоненту (скажем, качество элит E) нельзя компенсировать избыточным наращиванием другой (например, размера государственного сектора G). Здесь же кроется формальное объяснение самого показательного факта исторического прогона, а именно того, что переменная G растёт, а индекс V падает: систему губит отказ слабейшего контура, а не нехватка «крупного».

Двухсекторная структура G/A перекликается с классической моделью дуальной экономики А. Льюиса [Lewis, 1954] и с анализом социалистической «экономики дефицита» Я. Корнаи [Kornai, 1992], однако привычное прочтение здесь переворачивается. У Льюиса традиционный мелкий сектор выступает резервуаром избыточной рабочей силы, который надлежит «выкачать» в современную промышленность. В нашей модели артельно-кооперативный уклад A оказывается отнюдь не отсталым придатком, подлежащим поглощению. Напротив, он служит стабилизирующим демпфером, близким к конечному потребителю и потому обеспечивающим гибкость ассортимента и быстрый отклик на спрос. Его ликвидация лишает систему именно этой адаптивности, что и фиксирует стресс-тест: вариант «без артельного уклада» почти со стопроцентной вероятностью застревает в критической зоне.

Двухконтурная денежная конструкция (формулы (6)–(7)) также не является чистым изобретением. Она формализует реально существовавшее в советской экономике разделение наличного и безналичного оборота и созвучна теории денежных контуров, а в современном прочтении отсылает к идеям целевой (программируемой) эмиссии и «узкого банкинга». Односторонний шлюз между контурами есть институциональный предохранитель против эндогенного расширения денежной массы, питающего спекулятивные пузыри: инвестиционные средства могут «опуститься» к потребителю только через зарплаты и закупки. Наконец, порог $V < 0,15$ и необратимость позднесоветской траектории воплощают в модели эффекты зависимости от траектории (path dependence) и запираания (lock-in) [David, 1985]: стоит административному капиталу и связности опуститься ниже критического уровня, как собственная динамика системы уводит её в «плохой» аттрактор независимо от заявленных намерений. Пороговое условие $k \geq 0,5 \cdot \pi + 0,25$ в этом языке есть граница области притяжения «хорошего» равновесия.

8.2. Модель в зеркале экономической истории

Откалиброванный прогон представляет собой формальный пересказ хорошо документированного эпизода: расцвет артельного уклада в 1928–1953 гг., его свёртывание при Н.С. Хрущёве в 1956–1960 гг. и поворот к прибыли как главному критерию в реформе Косыгина — Либермана 1965 г. Экономические историки давно спорят о том, когда советская экономика стала «нереформируемой». Модельный порог, пройденный около 1979 г., поразительно точно совпадает с датировкой замедления советского роста, которую независимо от всякой формальной динамики предлагают историки хозяйства, относя перелом к 1970-м годам [Латов, 2024]. Тем самым

модель даёт количественный якорь качественной историографической интуиции: ощущение, что «застой» начался задолго до его официального признания, получает выражение в конкретной траектории индекса.

Полезно и более тонкое сопоставление. В дискуссиях о первой пятилетке подчёркивается, что оценивать переломные преобразования следует прежде всего по показателям результативности, а эффективность отходит на второй план, причём с учётом узкого «коридора возможностей» эпохи [Латов, 2024; Ханин, 2023]. Наша модель проводит ровно это различие: решающей оказывается системная жизнеспособность V , а эффективность отдельной меры второстепенна. Логика «плана-мобилизации» соответствует удержанию уровня жизни W и связности H в период индустриального рывка, даже когда отдельные плановые задания выполняются лишь частично. Модель, таким образом, солидарна с современным «умеренно-критическим» прочтением сталинской индустриализации: губит систему в этом случае разрушение кадрового контура и утрата адаптивного сектора, а вовсе не мобилизация как таковая.

Наиболее поучительно сравнение с китайской реформой, если смотреть на неё через призму мир-системного анализа и теории догоняющего развития [Латов, 2023]. Трёхфазная оптимальная траектория перехода в нашей модели, где сначала идёт защита кадрового контура, затем развитие мелкого уклада, а затем смысловое обновление, по существу воспроизводит последовательность, которую реализовал Дэн Сяопин: сначала административно-политическая консолидация, затем «двухколейная» (двойная) система цен и собственности [Naughton, 2007], в которой семейный подряд и поселково-волостные предприятия сыграли роль нашей переменной A . Китай остаётся единственной крупной исторической реализацией «правильного порядка» фаз, и он не распался. Это придаёт гипотезе 6 не только вычислительный, но и исторический вес.

Обратный по знаку случай даёт российская «шоковая терапия» начала 1990-х годов, которая в терминах модели почти буквально соответствует стратегии V («одновременно всё при разрушении кадров»). Исторически она дала именно тот исход, который модель предсказывает для этой стратегии: глубокий трансформационный спад и обвал административного капитала. Перед нами своего рода проверка вне обучающей выборки: одна и та же модель, воспроизводящая траекторию 1928–1991 гг., качественно «предсказывает» и результат преобразований 1990-х. Наконец, параметр внешнего конвергентного давления π естественно интерпретируется в духе мир-системного подхода: требование «войти в мировой рынок на его условиях» (логика «вашиingtonского консенсуса») выступает в модели вторым по значимости «убийцей». Здесь модель смыкается с центральным тезисом Латова о петровской модернизации, а именно с тезисом о решающей роли национального суверенитета для успеха догоняющего развития [Латов, 2023]: независимость от π оказывается условием выживания системы.

8.3. Значение для экономической политики и экономики в целом

Самый практически значимый результат формулируется коротко: последовательность реформ важнее их содержания. Верная по направлению мера, проведённая в неверном порядке, заканчивается провалом, потому что связывающим ограничением выступает темп воспроизводства административного капитала, а не идеологическая правильность курса. Этот вывод согласуется с современной литературой о «государственной дееспособности» (state capacity) и с тезисом об инклюзивных институтах как источнике долгосрочного процветания [Acemoglu, Robinson, 2012], но добавляет к ним динамическую оговорку, которую эта литература обычно недооценивает: даже строительство хороших институтов обязано соблюдать «скоростной предел». Институты нельзя ввести декретом быстрее, чем восстанавливается способный их исполнять аппарат.

Отсюда следует переосмысление самого предмета спора «план против рынка». Предлагаемая двухконтурная архитектура не сводится к чистому плану или чистому рынку. Это инженерное решение, оптимизированное под устойчивость к управленческим ошибкам, а не под идеологическую чистоту. Её сравнительное преимущество состоит в живучести при шоках и при неизбежных ошибках проектировщика, а вовсе не в максимальной эффективности в тепличных условиях. Для экономики в целом это означает смену критерия качества институционального дизайна: на смену статической эффективности при заданных условиях приходит робастность относительно широкого класса возмущений и ошибок. В этом смысле работа примыкает к традиции, рассматривающей экономику как сложную адаптивную систему, где важнее оказывается конфигурация областей притяжения, а не оптимальность отдельной точки.

Разумеется, все эти интерпретации следует принимать с той же осторожностью, что и саму модель: она агрегирована и стилизована, а её ценность заключается в качественной логике и в результате об упорядочивании фаз, а не в точечных прогнозах. Однако именно качественные, «архитектурные» выводы (о примате кадрового контура, о вреде форсированного темпа, о стабилизирующей роли мелкого уклада и о цене утраты суверенитета) оказываются устойчивыми к деталям спецификации и потому заслуживают внимания экономической теории, истории и политики в равной мере.

9. Заключение

Формальная динамическая модель с шестью переменными состояниями и шестью управляющими параметрами даёт качественно верное воспроизведение исторической траектории крупной экономики XX века, формальный критерий «опасной зоны» с количественными порогами, инженерный принцип двухконтурной

архитектуры с конкретными мерами по денежной системе, собственности и кадровому отбору, а также практическую последовательность действий при переходе из существующего состояния. Все шесть выдвинутых гипотез получили подтверждение в рамках вычислительного эксперимента: двухсекторность выступает условием устойчивости (гипотеза 1). Потеря устойчивости опережает видимый кризис примерно на десятилетие (гипотеза 2). Темп реформ входит в разрушение административного капитала квадратично (гипотеза 3). Выживаемость определяется защитным действием меритократии и угрозами сепаратизма, догматизма и внешнего давления (гипотеза 4), а безопасный режим отделён линейной границей (гипотеза 5). Успех перехода зависит от порядка фаз (гипотеза 6). Стресс-тест показывает, что при сочетании высокой меритократии и низких дестабилизирующих давлений вероятность необратимой перестройки падает со 100% у ослабленной архитектуры до величины около 2% у полной двухконтурной.

Как любая агрегированная модель, предлагаемая конструкция имеет ограничения, которые необходимо обозначить явно. Во-первых, параметр внешнего давления π задаётся экзогенно, тогда как в реальности он является результатом сложной геоэкономической динамики. Во-вторых, демографический, культурный и технологический слои подразумеваются, но не моделируются явно и для применения к конкретной стране должны вводиться отдельным блоком. В-третьих, политика в настоящей версии задана как функция времени, и следующим шагом было бы сделать её обратной связью от наблюдаемого состояния системы. В-четвёртых, шесть переменных представляют собой компромисс между интерпретируемостью и полнотой, тогда как реальная экономика включает десятки существенных измерений. В-пятых, смысловое ядро общества моделируется единственной переменной I , что является огрублением. В-шестых, часть калибровочных значений начального состояния, а именно связность, легитимность и качество элит, задана экспертно и не является прямым статистическим измерением, что задаёт естественные границы точности количественных оценок.

Перспективные направления развития включают калибровку модели на траекториях других крупных экономик XX–XXI вв. (Китай, Индия, Бразилия), построение трёхмерных фазовых карт устойчивости, переход от программной политики к политике с обратной связью, детализацию региональных слоёв и формальную проверку проекта на кейсе китайских реформ 1978–2020 гг. как единственной крупной исторической реализации трёхфазного перехода [Naughton, 2007]. Главный методологический результат работы состоит в формальной невозможности успешной реформы при одновременном разрушении кадрового контура: независимо от экономических намерений, попытка изменить всё и сразу запускает траекторию, заканчивающуюся в зоне необратимой перестройки, тогда как правильно упорядоченная последовательность преобразований с высокой вероятностью приводит к устойчивому состоянию даже при наличии последовательных внешних шоков.

Приложение. Исходные данные, используемые в расчётах

Таблица П1.

Переменные состояния модели и интерпретация крайних значений

Символ	Содержание	Низкое значение	Высокое значение
G	Крупный государственный (народный) сектор	Раздроблен, приватизирован	Монолитен, развит
A	Артельный, кооперативный, малый производственный сектор	Отсутствует	Массовый, защищён
H	Связность хозяйственной ткани	Фрагментация	Единое пространство
I	Смысловая (идеологическая) легитимность	Цинизм и недоверие	Разделяемое смысловое ядро
E	Качество управленческих элит	Негативный отбор	Меритократический отбор
W	Уровень жизни и доступ к благам	Массовая бедность	Широкий доступ

Таблица П2.

Управляющие параметры и диапазоны значений

Параметр	Содержание	Диапазон [безопасно / опасно]
α	Доля артельного (кооперативного) уклада	0–1; для уровня жизни выше лучше
δ	Догматизм управляющей идеологии	< 0,20 безопасно; > 0,40 катастрофично
κ	Меритократичность кадрового отбора	> 0,50 защитно; < 0,20 катастрофично
π	Внешнее конвергентное давление	< 0,15 безопасно; > 0,35 катастрофично
ρ	Централизация решений	0–1; на устойчивость почти не влияет
ς	Сепаратистское давление	значимо лишь в экстремумах

Таблица П3.

Пороговые значения индекса жизнеспособности V

Значение V	Режим системы
< 0,15 (три года подряд)	Необратимая структурная перестройка
0,15 – 0,25	Критическая зона
0,25 – 0,40	Переходная зона
> 0,40	Устойчивый режим

Таблица П4.

Полный набор исходных данных исторического прогона 1928–1991 гг.

Год	G	A	H	I	E	W	V
1928	0,25	0,30	0,75	0,85	0,70	0,30	0,366
1953	0,47	0,30	0,41	0,49	0,46	0,35	0,339
1960	0,56	0,14	0,38	0,45	0,42	0,36	0,253
1965	0,63	0,05	0,35	0,41	0,38	0,36	0,193
1980	0,72	0,00	0,21	0,24	0,22	0,37	0,131
1991	0,74	0,00	0,10	0,15	0,11	0,37	0,103

Таблица П5.

Соответствие уровней и контуров двухконтурной архитектуры

Уровень	Контур 1 (стратегический)	Контур 2 (адаптивный)	Связь
Собственность	Крупная инфраструктура — народная/государственная	Малая и средняя — артели, кооперативы, семейные предприятия	Граница по капиталоемкости
Деньги	Инвестиционный безналичный контур	Потребительский наличный контур	Односторонний шлюз через зарплаты и закупки
Управление	Стратегическое планирование	Рыночная самоорганизация	Распределение по секторам

Таблица П6.

Параметры шумового блока в стресс-тесте Монте-Карло

Компонент	Тип процесса	Значение
Крупные редкие шоки	кусочно-пуассоновский	частота по кризисам XX–XXI вв.

Компонент	Тип процесса	Значение
Фоновые флуктуации	гауссовский	σ калибруется по волатильности
Число траекторий (стресс-тест)	—	10 000
Число траекторий (стратегии перехода)	—	2 000 на стратегию
Горизонт (стресс-тест / переход)	—	50 / 30 лет

Таблица П7.

Иерархия факторов по данным анализа чувствительности

Параметр	Опасная зона ($P_{\text{расп}}$)	Безопасная зона ($P_{\text{расп}}$)
κ (меритократия)	$< 0,3$ (P стремится к 1)	$> 0,5$ ($P < 0,04$)
ς (сепаратизм)	$> 0,6$ ($P > 0,4$)	$< 0,3$ ($P < 0,05$)
δ (догматизм)	$> 0,7$ ($P > 0,3$)	$< 0,3$ ($P < 0,06$)
π (внешнее давление)	$> 0,7$ ($P > 0,2$)	$< 0,3$ ($P < 0,05$)
α (доля артелей)	≈ 0 ($P \approx 0,4$)	$> 0,1$ ($P < 0,15$)
ρ (централизация)	нейтральна ($P \approx 0,02$)	—

Условие безопасного режима: $\kappa \geq 0,38 \cdot \pi + 0,18$.

Таблица П8.

Фазовая структура оптимального перехода (целевые значения параметров)

Фаза (годы)	Приоритет	Изменения параметров
Фаза 1 (0–3)	Защита административного капитала	κ : с 0,35 до 0,60; π : с 0,32 до 0,15; собственность не трогается
Фаза 2 (3–10)	Развитие артельного уклада	α : с 0,15 до 0,50; децентрализация ρ ; крупный сектор сохраняется
Фаза 3 (10–25)	Смысловое обновление	δ до 0,15; κ до 0,65; периодический аудит результатов

Таблица П9.

Сводка проверки гипотез

Гипотеза	Формулировка (кратко)	Результат / где проверена
H1	Двухсекторность как условие устойчивости	Подтверждена; разд. 4 и 6, табл. 3
H2	Потеря устойчивости опережает кризис	Подтверждена; разд. 4
H3	Квадратичный штраф за темп реформ	Подтверждена; разд. 7, стратегия V
H4	κ — защита; ς , δ , π — угрозы; ρ нейтральна	Подтверждена; разд. 6, рис. 4
H5	Линейная граница $\kappa \geq 0,38 \cdot \pi + 0,18$	Подтверждена; разд. 6, формула (8)
H6	Значимость порядка фаз перехода	Подтверждена; разд. 7, табл. 5

Таблица П10.

Исходные данные для рис. 4: вероятность распада как функция управляющих параметров

Значение	κ	ς	δ	π	ρ	α
0,0	1,00	0,01	0,00	0,00	0,02	0,42
0,1	0,95	0,02	0,01	0,01	0,02	0,14
0,2	0,59	0,04	0,02	0,03	0,02	0,09
0,3	0,24	0,07	0,06	0,05	0,02	0,05
0,4	0,10	0,15	0,09	0,08	0,02	0,03
0,5	0,04	0,25	0,15	0,11	0,02	0,02
0,6	0,02	0,39	0,20	0,17	0,01	0,01
0,7	0,01	0,58	0,28	0,20	0,02	0,00
0,8	0,01	0,74	0,33	0,24	0,01	0,00
0,9	0,00	0,88	0,41	0,30	0,01	0,00
1,0	0,00	0,96	0,45	0,35	0,02	0,00

Значения соответствуют вероятности распада $P_{\text{расп}}$ при варьировании одного параметра и прочих на уровне полной двухконтурной архитектуры; 3000 траекторий, горизонт 50 лет.

Таблица П11.

Исходные данные для рис. 5: граница безопасного режима в плоскости (κ, π)

π (внешнее давление)	κ_min (граница распада по симуляции)
0,00	0,15
0,10	0,20
0,20	0,25
0,30	0,30
0,40	0,35
0,50	0,40
0,60	0,40
0,70	0,45
0,80	0,50
0,90	0,50
1,00	0,55

Граница получена как контур 50%-ной вероятности распада на сетке (κ, π); линейная аппроксимация $\kappa_{\min} \approx 0,38 \cdot \pi + 0,18$. Безопасный режим соответствует $\kappa \geq \kappa_{\min}$.

Таблица П12.

Устойчивость выводов к параметрам индекса: вероятность распада (%) трёх ключевых архитектур

Настройка индекса	Полная 2-контур.	Без защиты элит	Без артелей
Базовый (w=0,6; s=0,5; f=0,08)	1,4	78,8	41,1
Вес минимума w = 0,5	0,8	73,1	23,0
Вес минимума w = 0,7	2,2	84,1	82,5
Синергия s = 0,3	1,4	78,9	41,1
Синергия s = 0,7	1,4	78,8	41,1
Пол f = 0,05	1,6	79,5	92,9
Пол f = 0,12	1,1	77,9	17,7

По 5 000 траекторий на настройку, горизонт 50 лет. Рейтинг архитектур инвариантен во всех настройках: полная двухконтурная распадается реже всех, а ослабленная терпит распад во всех траекториях.

Доступность данных и кода

Полный код имитационной модели (модули sim.py, extra.py, make_figs2.py, robust.py), файл результатов results.json и графические материалы, воспроизводящие все таблицы и рисунки статьи, размещены в открытом репозитории Zenodo: <https://doi.org/10.5281/zenodo.21382694>.

Литература

Арнольд В.И. Теория катастроф. М.: Наука, 1990. 128 с.

Артели и кооперативный уклад в экономике СССР 1930–1950-х годов: статистический обзор [Электронный ресурс] // Smart-Lab. 2021. URL: <https://smart-lab.ru/blog/792117.php> (дата обращения: 13.07.2026).

Бахвалов Н.С., Жидков Н.П., Кобельков Г.М. Численные методы. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2011. 636 с.

Гринин Л.Е., Коротаев А.В. Социальная эволюция и история: о сингулярностях исторического процесса [Электронный ресурс] // Эволюция. 2011. URL: https://www.socionauki.ru/upload/socionauki.ru/book/files/evol_14/8.pdf (дата обращения: 13.07.2026).

Доля государства в российской экономике: оценки 2023–2024 гг. [Электронный ресурс] // Деловой Петербург. 2024. URL: <https://www.dp.ru/a/2024/10/30/dolja-gosudarstva-v-jekonomike> (дата обращения: 13.07.2026).

Доля малого и среднего бизнеса в ВВП в 2024 году [Электронный ресурс] // Парламентская газета. 2024. URL: <https://www.pnp.ru/economics/govyrin-dolya-malogo-i-srednego-biznesa-v-vvp-v-2024-godu-priblizilas-k-22.html> (дата обращения: 13.07.2026).

Институт экономической политики им. Е.Т. Гайдара. Российская экономика в 2024 году: тенденции и перспективы. М.: Изд-во Института Гайдара, 2025. URL: https://www.iiep.ru/files/text/trends/2025/book_2024.pdf (дата обращения: 13.07.2026).

Латов Ю.В. Петровская модернизация — «военное чудо» вместо «экономического чуда»? // Вестник Московского университета. Серия 6. Экономика. 2023. Т. 58, № 2. С. 62–81.

Латов Ю.В. Полупровал или полууспех? Размышления над дискурсами о сталинской индустриализации // Мир России. 2024. Т. 33, № 2. С. 183–201.

Отток капитала и структурные показатели экономики 2024 г. [Электронный ресурс] // РБК. 2024. URL: <https://www.rbc.ru/economics/11/10/2024/670903b19a794781e732b1ba> (дата обращения: 13.07.2026).

- Понтрягин Л.С., Болтянский В.Г., Гамкрелидзе Р.В., Мищенко Е.Ф. Математическая теория оптимальных процессов. М.: Наука, 1983. 392 с.
- Родионов В.Г. Экономико-математическая модель распада СССР // Вопросы новой экономики. 2008. № 5. URL: https://journalaer.ru/fileadmin/user_upload/site_15934/archive/2008/11_Rodionov_2008_5.pdf (дата обращения: 13.07.2026).
- Самарский А.А., Гулин А.В. Численные методы. М.: Наука, 1989. 432 с.
- Соболь И.М. Численные методы Монте-Карло. М.: Наука, 1973. 312 с.
- Сталинские артели: малое предпринимательство в период 1930–1950-х гг. [Электронный ресурс] // Politsturm. 2019. URL: <https://politsturm.com/stalinskie-arteli> (дата обращения: 13.07.2026).
- Стиглиц Дж. Глобализация: тревожные тенденции / пер. с англ. М.: Мысль, 2003. 300 с.
- Хайпер Э., Нёрссетт С., Ваннер Г. Решение обыкновенных дифференциальных уравнений. Нежёсткие задачи. М.: Мир, 1990. 512 с.
- Ханин Г.И. Экономика СССР в годы первой пятилетки. Новосибирск: СибАГС, 2023.
- Чадаев А.В. Рабочая модель распада СССР [Электронный ресурс] // Блог автора. 2022. URL: <https://chadayev.ru/blog/2022/02/07/raspad-sssr-rabochaya-model-2/> (дата обращения: 13.07.2026).
- Экономическая реформа 1965 года в СССР (реформа Косыгина — Либермана) [Электронный ресурс] // Википедия. 2020. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Экономическая_реформа_1965_года_в_СССР (дата обращения: 13.07.2026).
- Acemoglu D., Robinson J.A. Why Nations Fail: The Origins of Power, Prosperity, and Poverty. New York: Crown Business, 2012. 544 p.
- David P.A. Clio and the Economics of QWERTY // American Economic Review. 1985. Vol. 75, no. 2. P. 332–337.
- Hayashi F. Tobin's Marginal q and Average q: A Neoclassical Interpretation // Econometrica. 1982. Vol. 50, no. 1. P. 213–224.
- Hirschman A.O. The Strategy of Economic Development. New Haven: Yale University Press, 1958. 217 p.
- Hirshleifer J. From Weakest-Link to Best-Shot: The Voluntary Provision of Public Goods // Public Choice. 1983. Vol. 41, no. 3. P. 371–386.
- Klugman J., Rodríguez F., Choi H.-J. The HDI 2010: New Controversies, Old Critiques // Journal of Economic Inequality. 2011. Vol. 9, no. 2. P. 249–288.
- Kornai J. The Socialist System: The Political Economy of Communism. Oxford: Clarendon Press, 1992. 672 p.
- Kremer M. The O-Ring Theory of Economic Development // Quarterly Journal of Economics. 1993. Vol. 108, no. 3. P. 551–575.
- Lewis W.A. Economic Development with Unlimited Supplies of Labour // The Manchester School. 1954. Vol. 22, no. 2. P. 139–191.
- Lucas R.E. Adjustment Costs and the Theory of Supply // Journal of Political Economy. 1967. Vol. 75, no. 4. P. 321–334.
- Milgrom P., Roberts J. The Economics of Modern Manufacturing: Technology, Strategy, and Organization // American Economic Review. 1990. Vol. 80, no. 3. P. 511–528.
- Naughton B. The Chinese Economy: Transitions and Growth. Cambridge, MA: MIT Press, 2007. 528 p.
- North D.C. Institutions, Institutional Change and Economic Performance. Cambridge: Cambridge University Press, 1990. 152 p.
- OECD, JRC. Handbook on Constructing Composite Indicators: Methodology and User Guide. Paris: OECD Publishing, 2008. 158 p.
- UNDP. Human Development Report 2010. The Real Wealth of Nations. New York: UNDP, 2010. 227 p.

A Simulation Model of Multi-Structural Economy Stability

Vladimir V. Sukhomlinov

Independent researcher, individual entrepreneur; 105203, Russia, Moscow, 12th Parkovaya St., 7, room 23. E-mail: 8vladimir8@gmail.com, v@8vladimir8.ru

The paper proposes a formal dynamic model of the stability of a large multi-structural economy that combines six aggregate state variables (from the ownership structure to the quality of managerial elites) and six slowly changing control parameters reflecting institutional choices. The state of the system is compressed into an integral viability index built on a «weakest-link» principle, for which quantitative regime thresholds are introduced. A key feature of the model is the explicit treatment of the fact that the sharpness of reforms itself destroys administrative capital: the rate of change of the control-parameter vector enters the equation for elite quality with a quadratic «penalty for speed». The model is calibrated on statistical facts of the Soviet economy of 1928–1991 and reproduces the characteristic movement toward the point of structural transformation, with the crossing of the critical stability threshold preceding the observable institutional signs of the crisis by roughly a decade. The model is then used as a constructor: a «dual-circuit» architecture of ownership, money circulation and personnel selection is proposed, whose stability is verified by a stress test of 10,000 stochastic trajectories and by a sensitivity analysis for each control parameter. It is shown that the probability of irreversible transformation is determined primarily by two factors, namely the meritocracy of personnel selection and independence from external convergence pressure, and a linear stability threshold condition is obtained. Finally, the inverse optimal-control problem is solved, that is, finding a transition trajectory from the current state; the success of the transition is shown to depend critically on the ordering of reform phases. The results are of methodological significance for analysing the long-term stability of institutional systems.

Key words: dynamical system; bifurcation theory; stability; multi-structural economy; institutional design; administrative capital; Monte Carlo method; optimal control; dual-circuit monetary system.

JEL Classification: P00, C63, E02, O43, P21.