СУХАРЕВ Олег Сергеевич

Доктор экономических наук, профессор,
заведующий лабораторией институциональной экономики

Институт проблем рынка РАН
117418, РФ, г. Москва, Нахимовский пр., 47
Контактный телефон: (499) 724-27-61
e-mail: o_sukharev@list.ru

Структурный анализ технологических изменений и стратегия экономического роста¹

Исследование направлено на определение структурных параметров экономики при формировании макроэкономической политики роста. Обозначаются два базовых режима экономического развития, характеризующихся различным соотношением процессов отвлечения и создания ресурса. Показано, что отношение скоростей этих процессов – «созидательного разрушения» и «комбинаторного наращивания» – обуславливает характеристики модели экономического роста. Анализируется инвестиционная стратегия как основное направление модели экономического роста на новых факторах, которая определяется уровнем технологичности и возможностью соотношения скоростей отвлечения и создания нового ресурса. Сделан вывод: модель развития российской экономики должна учитывать структуру «старые – новые технологии», которая определит режим экономического роста. Предложено решение проблемы – на микроуровне фирма выбирает технологическую структуру в рамках шкалы «реальные – виртуальные технологии», причем эта процедура детерминирована соотношением эффективности конкурирующих фирм, влияющим на выбор масштаба применения виртуальных и реальных технологий.

JEL classification: O32

Ключевые слова: технологические изменения; структурный анализ; инвестиционная стратегия; экономический рост; реальные и виртуальные технологии; технологический выбор фирмы.

Введение

Структурный анализ экономики, и технологий в том числе, является важным элементом при разработке инвестиционной стратегии развития [1; 4]. Именно в аспекте формирования структуры решается вопрос о количестве видов деятельности, рынков, величине общего благосостояния и его распределения (неравенства доходов). Это затрагивает многие виды экономической политики, решения правительства, определяет требования к применяемым инструментам, например к налоговой системе [1; 2].

Структурную задачу представим как сочетание двух режимов технологического развития: 1) «созидательного разрушения» [13], когда ресурсы прежних хозяйственных комбинаций отвлекаются на развитие вновь возникающих комбинаций; 2) «комбинаторного наращивания» [7; 9; 10; 12], когда развитие происходит не за счет отвлечения ресурсов, а в результате создания нового ресурса под новые комбинации (возможности), либо технологического комбинирования (объединение двух или большего числа технологий, дающих новые возможности).

¹ Статья подготовлена в рамках темы государственного задания Института проблем рынка РАН «Макроэкономическая и промышленная политика роста: институциональные, структурные и технологические изменения» (№ 0163-2018-0002), а также государственного задания Института экономики РАН для Центра Институтов социально-экономического развития.

Структурные параметры технологических изменений экономики

Допустим, что инвестиции в развитие новых комбинаций определяются в виде двух компонент: α – доля ресурса за счет отвлечения от прежних комбинаций; μ – доля вновь созданного ресурса (в том числе в результате комбинаторного эффекта). Процесс отвлечения и создания ресурса под новые комбинации обычно происходит с разными скоростями, что отражается на возможностях роста экономики и оказывает мало изученное влияние на темп инвестиций (который, вне всяких сомнений, влияет на общий темп экономического роста). Соотношение скоростей задает соответствующий режим развития экономики: $V_\alpha > V_\mu$ – режим «созидательного разрушения» в развитии экономической системы, так как отвлечение ресурса от старых комбинаций происходит быстрее; $V_\alpha < V_\mu$ – режим «комбинаторного наращивания». Создание нового ресурса происходит быстрее, чем отвлечение ресурса от действующих комбинаций. При этом в первом случае должно быть $\alpha > \mu$, т. е. доля отвлечения ресурса от старых комбинаций под новые должна быть больше, а во втором случае $\alpha < \mu$, когда создание нового ресурса (комбинации) явно доминирует по доле и скорости отвлечения.

Возможны ситуации, когда оба параметра изменяются в одном направлении – увеличиваются или уменьшаются. В какие-то периоды один из параметров может оставаться неизменяемым, в то время как другой изменяется. На величину отвлечения ресурса от старых комбинаций в пользу новых, как и на возможность создания нового ресурса под новую технологию (комбинацию), влияют следующие условия: состояние старых производств (технологий); износ фондов; новые технологии; правила перелива ресурса или замещения; сопряжение и дополнение технологий; уровень монополизма рынков; формы организации бизнеса; контракты; рынок труда¹; режим технологического развития экономической системы и др. [9. С. 339–341].

Таким образом, фактически имеются два режима развития экономической системы – «созидательного разрушения» и «комбинаторного наращивания», каждый из которых имеет (как минимум) два варианта (табл. 1).

Таблица 1

Режимы развития экономической системы

Режим развития	Базисный тип	Подтипы для каждого базисного типа развития	Характеристика
Созидательное разрушение	$\alpha > \mu$	$V_\alpha > V_\mu$	Устойчивый, согласованный
		$V_\alpha < V_\mu$	Неустойчивый, несогласованный (условное «комбинаторное наращивание»)
Комбинаторное наращивание	$\alpha < \mu$	$V_\mu > V_\alpha$	Устойчивый, согласованный
		$V_\mu < V_\alpha$	Неустойчивый, несогласованный

Согласованный режим экономического роста означает повышательную динамику экономической системы по продукту за счет отвлечения ресурса от старых комбинаций при превосходстве и скорости отвлечения над скоростью создания нового ресурса, либо превосходство создания нового ресурса и скорости создания над скоростью отвлечения ресурсов. Несогласованный режим роста означает, что параметры отвлечения и создания ресурса и скорости соотносятся противоположным образом. Если величина отвлечения ресурса превосходит величину создания, но скорость отвлечения меньше скорости создания, то комбинаторный эффект набирает силу, несмотря на то, что созидательное разрушение сохраняет определяющее влияние. Однако такой

¹ Перечисляем только основные по значимости факторные условия.

режим можно назвать условно «комбинаторным наращением». Если объем отвлечения ресурса меньше объема создания, но скорость создания меньше скорости отвлечения, то при определяющей роли комбинаторного эффекта режим является неустойчивым и его можно считать условным «созидательным разрушением» (по скорости).

Законы изменения параметров α , μ , как и $V_\alpha = d\alpha/dt$, $V_\mu = d\mu/dt$, в общем случае могут оказаться любыми для каждой экономической системы. Но эти параметры следует рассматривать как влияющие факторы на общий уровень технологичности экономической системы и посредством такого влияния – на темп экономического роста данной системы. В перспективе данный подход позволит так модифицировать эти институциональные параметры, чтобы можно было управлять ростом, обеспечивая его необходимый и приемлемый темп.

На рисунке показано произвольное соотношение скоростей отвлечения и создания ресурса, в общем смысле отвечающее табл. 1.

Режимы «созидательного разрушения» и «комбинаторного наращения»

Зона AEC при $\alpha > \mu$ является зоной «созидательного разрушения», зона DEB – условным «комбинаторным наращением». При $\alpha < \mu$, наоборот, зона AEC – условное «созидательное разрушение», DEB – «комбинаторное наращение». Дальнейшее исследование причин изменения параметров α , μ и скоростей отвлечения и создания ресурсов закладывает основу для формирования конкретных способов институционального воздействия на экономический рост, а следовательно, решения задачи управления ростом. Конечно, при этом необходимо учитывать, как изменяются инвестиции, потребительские расходы, связав эти изменения с указанными параметрами, сведя тем самым картину управления ростом к изменению уровня технологичности экономической системы.

Положим, что валовой продукт создается за счет новых и старых технологий (комбинаций), иными словами – новаторов Y_n и консерваторов Y_k , тогда $Y = Y_n + Y_k$. Параметры, задающие экономическую структуру: $X = Y_k - Y_n$, $K = Y_n / Y_k$. В начальной точке можно считать, что объем производства, полученный на основе старых комбинаций, превосходит объем производства, полученный в результате новых комбинаций. Если отношение числа новаторов N к консерваторам KR обозначим как L , а технологическую структуру обозначим в виде отношения производительности на новых и старых комбинациях – новаторов и консерваторов $Z = P_n / P_k$, то нетрудно заметить, что произведение структуры занятых L на технологическую структуру Z даст продуктовую структуру $K = LZ$. Параметр технологической структуры фактически является функцией связи производительности новаторов и консерваторов, поскольку производства могут оказаться взаимосвязанными. Даже если это не так, то эффекты технологического замещения все равно сказываются на уровнях производительности по новым и старым технологиям (комбинациям).

Изменение числа новаторов, обеспечивающих положительный темп экономического роста системы (по сути, изменение новых комбинаций, которое обеспечивает темп роста выше нуля), можно получить исходя из следующих соображений.

Примем: $X = n - k$, доли новаторов ($n = N/S$) и консерваторов ($k = KR/S$), величина рабочей силы $S = N + KR + U$ (U – число безработных). Запишем выражение

$$\frac{du}{dt} = -\mu \left(\frac{dY}{dt} - h_0 \right),$$

где $u = U/S$ (тогда $n + k + u = 1$).

Оно представляет собой аналог закона А. Оукена, обеспечивающего связь между изменением валового продукта и изменением безработицы (μ , h_0 – параметры этого закона, определяются для данной экономической системы эмпирически с помощью метода наименьших квадратов) [6; 9; 13].

Отрицательные для российской экономики 2008–2014 гг. параметры отвлечения и создания ресурсов под новые технологии говорят о процессе дезинвестирования создания новых технологий. Такой эффект возможен, если ресурсы, которые изначально выделяются на какую-то программу, недостаточны для развития этого направления. Новые технологии возникают, но одновременно сокращаются уже используемые технологии.

Технологический уровень¹, оцениваемый по изменению (величине) добавленной стоимости на единицу используемого ресурса, и по экономике России в целом, и по обрабатывающим секторам понизился. Доля расходов на старые технологии в ВВП России составила от 13,5 до 15,5%, на новые – от 1,06 до 1,14% ВВП [9]. При этом увеличение данных расходов в первом случае улучшало технологический уровень, во втором – понижало. Конечно, присутствует и обратная связь: чем ниже технологический уровень экономики и обрабатывающих производств, тем более высокий объем расходов (инвестиций) понадобится на новые технологии. Возможно, величина этих расходов будет автоматически изменять наклон данной кривой связи технологического уровня и инвестиций/расходов на новые технологии. Чтобы всеобъемлюще учесть влияние структурных изменений на функционирование экономики, необходимо:

- оценить сложившуюся экономическую структуру, выделив, например, влияние секторов услуг (финансов), обработки, сырьевого комплекса на общую экономическую динамику;
- определить оптимальные варианты движения системы в плане изменения данной структуры, т. е. выделить наиболее перспективные виды деятельности, которые воспроизводятся уже в системе и которые необходимо создать;
- оценить уровень индустриализации/деиндустриализации обрабатывающих секторов, их технологичности, технического оснащения, состояния фондов и кадров (уровень деквалификации);
- использовать критерии индустриализации с учетом технологической структуры в каждом секторе в аспекте анализа «старые – новые технологии»;
- выделить сырьевой и несырьевой режимы развития, провести эмпирический анализ наблюдаемых изменений режимов, учесть в дальнейшем их инерцию;
- определить величину инвестиций в старые и новые технологии, исходя из имеющегося потенциала инвестирования данных объектов, осуществить поиск инвестиционного ресурса, если текущие возможности недостаточны и сильно отличаются от требуемых величин, т. е. развернуть исследование по линии «потребности – возможности – результаты»;
- подобрать и обосновать инструменты экономической/промышленной политики, изучив вопрос их факторного влияния на параметры текущей структуры и показатели

¹ Понятия «технологичность экономики» и «технологический уровень» используются как эквивалентные термины, однако второй термин применяется с точки зрения измерения, а не общей характеристики, как первый.

функционирования рассматриваемой системы, выделив наиболее релевантные по воздействию инструменты;

- определить этапы и спланировать ввод мер экономической политики, предусмотрев способы мониторинга изменений при введении выбранных инструментов воздействия.

Предложенный общий алгоритм формирования политики роста превосходит тот методологический подход, согласно которому нужно всего лишь определить причины торможения роста и затем подобрать средства (инструменты макроэкономической политики) для полного либо частичного устранения этих причин. Такая логика в самом лучшем случае возвратит рост на прежних факторах (если только причина не в самих факторах, которые изменились¹) [5; 11].

Таким образом, проблема в подлинно методологическом смысле (организации политики роста) сводится к определению силы воздействия тех или иных причин и изменчивости самих причин и к получению способа их установления. Самый простой способ изучения проблем экономического роста – исследование компонент, составляющих валовой продукт. Наибольшая по доле компонента будет первой при рассмотрении, так как даже небольшие ее изменения способны сильно повлиять на динамику продукта. Меньшие компоненты по доле в ВВП будут меньше влиять на его динамику, но общий итог влияния зависит от темпа изменения этих компонент. Если сама компонента небольшая, но быстро увеличивается, то она на данном интервале будет вносить весомый вклад в рост продукта/дохода системы. Быстрый рост приводит к насыщению компоненты, затем ее влияние на итоговый параметр (доход, продукт) ослабевает, и темп экономического роста изменяется. Если инвестиции занимают в ВВП меньшую долю, нежели совокупное потребление, то для того, чтобы их влияние было значительным, требуется довольно высокий темп их наращивания. Для потребления, чтобы влияние и вклад его в рост был соразмерен инвестициям, достаточен менее высокий темп прироста. Безусловно, требуется учитывать эффект кривой В. Базарова, обозначающий, что с вовлечением факторов в обеспечение темпа роста по мере их исчерпания (или при длительном времени действия), а также при трудностях замены или ввода новых факторов темп роста может затухать.

Технологический выбор фирмы: теоретическое решение в рамках шкалы «реальные – виртуальные технологии»

Технологии, которые применяет или намерена применить фирма, исполняют роль инструмента, позволяющего достигать некоторой величины прибыли для данной фазы эволюции фирмы. На фирме функционируют как технологии производства, т. е. преобразования материального ресурса в продукт, так и технологии принятия решений, организации, обработки (генерации²) и использования информации. Назовем первые технологии «реальными», касающимися материального ресурса, вторые – «виртуальными»³.

Опишем ситуацию в рамках модели конкуренции двух фирм, стремящихся к прибыли как к соблюдению условия (правила) своей конкурентоспособности. Величину прибыли для каждой фирмы представим в виде разницы между совокупным доходом фирмы ($R = pQ$), равным произведению цены продаваемого блага на объем блага, величиной материальных затрат (производственные технологии) и транзакционных

¹ Тогда задача сведется к тому, чтобы узнать причины изменения факторов.

² О рынке, продуктах, самих технологиях и конкурентах.

³ Широкая классификация технологий, включая и эту дихотомию, приведена в работе [9]. Привязывать технологии к издержкам – трансформационные и транзакционные – считаю некорректным выделением, так как все технологии представляют собой способ изменения, а значит, трансформации, неважно, какого объекта и предмета.

издержек (виртуальные технологии). Потенциал рынка оценим как величину Q^* , объемом производства первой фирмы как Q , второй – как q ($Q^* = Q + q$). Считаем потенциал рынка неизменным, а вот объемы производства каждой фирмы изменяемыми величинами. Цена на благо на рынке одинакова для двух фирм – p . Будем предполагать, что материальные затраты символизируют масштаб применения реальных технологий, транзакционные – виртуальных технологий. Обозначим соответственно $M(Q)$ и $Tr(N, Q)$ – материальные и транзакционные затраты первой фирмы, где N – число занятых в ней людей, $m(q)$, $tr(n, q)$ – материальные и транзакционные затраты второй фирмы, где n – число занятых людей на второй фирме. Все величины, кроме Q^* – масштаба рынка, являются функцией времени. Изменение структуры рынка, долей фирм происходит за счет изменения технологий, так что общий потенциал рынка Q^* остается неизменным для данного блага. Тогда запишем прибыль первой и второй фирмы r_1 и r_2 :

$$r_1 = pQ - M(N, Q) - Tr(N, Q); r_2 = pq - m(n, q) - tr(n, q).$$

Материальные затраты зависят от объема производства и от числа занятых на фирме агентов. Можно записать, что $M(Q(N))$, сведя материальные затраты к объему производства, который зависит от числа занятых на фирме людей.

Важно отметить, что транзакционные издержки зависят от числа работающих на фирме людей и от объема производства, так как больший объем требует большего складского хозяйства, перевозки, больших усилий по сбору информации о рынке, логистике, судам и т. д.

Введем связь между материальными и транзакционными издержками: $M = aTr$ – для первой фирмы и $m = btr$ – для второй фирмы (это модельное предположение, принятое для простоты анализа). Будем считать параметры a , b структурными, воплощающими соотношение между реальными и виртуальными технологиями для каждой фирмы. Параметр структуры рынка обозначим как $s = q/Q$, параметры эффективности фирм как $z_1 = (Tr + M)/Q$, $z_2 = (tr + m)/q$ соответственно.

Полагая, например, что для первой фирмы $a = \text{const}$, т. е. структура технологий, не изменяется по оценке затрат, несложно получить $r_1 = R - aTr - Tr = R - (1 + a)Tr$. Далее будем исследовать функцию прибыли на экстремум. Возьмем производную по времени и получим

$$\frac{dr_1}{dt} = \frac{dR}{dt} - \frac{dTr}{dt}(1 + a) = 0; \quad \frac{dR}{dTr} = 1 + a.$$

Иными словами, в точках экстремума прибыли (максимума и минимума) изменение дохода по транзакционным издержкам равно $(1 + a)$.

Если технологическая структура изменяется, то выражение принимает более громоздкий вид:

$$\frac{dr_1}{dt} = \frac{dR}{dt} - \frac{dTr}{dt}(1 + a) - Tr \frac{da}{dt} > 0; \quad dR > dTr(1 + a) + Trda.$$

Это условие роста прибыли первой фирмы, для соблюдения которого совокупному доходу, зависящему от ситуации на рынке, необходимо изменяться так, чтобы это изменение превосходило сумму взвешенного (на структуру затрат) изменения транзакционных издержек и взвешенного (на величину транзакционных издержек) изменения структуры затрат (технологий).

Исследование функции прибыли на экстремум требует приравнивания выражения к нулю. Тогда

$$\frac{dr_1}{dt} = \frac{dR}{dt} - \frac{dTr}{dt}(1 + a) - Tr \frac{da}{dt} = 0; \quad dR = dTr(1 + a) + Trda.$$

Если пренебречь связью материальных и транзакционных издержек ($M \neq a Tr$, объем производства не связан с транзакционными издержками¹), но считать, что рыночная цена как-то связана с транзакционными издержками (что переговоры между фирмами ведутся: $p = f(Tr)$), то, если взять производную прибыли по транзакционным издержкам, получим $dR/dTr - 1 = 0$, откуда $dp/dTr = 1/Q$. Окончательно получаем

$$\int dTr = \int Q(p)dp; Tr = \int Q(p)dp + C,$$

где C – константа интегрирования.

Если связь между материальными и транзакционными издержками имеется, то объем производства Q при дифференцировании по Tr не будет равен нулю ($dQ/dTr \neq 0$) и выражение для транзакционных издержек, при котором прибыль принимает оптимальное значение (максимум или минимум), представим как

$$Tr = \frac{1}{1+a} \left[\int Q(p)dp + \int p(Q)dQ \right] + C_1, \quad (*)$$

где C_1 – константа интегрирования.

Таким образом определяется оптимальный масштаб виртуальных технологий (при данной величине «реальных» технологий, задающих величину материальных затрат M) по величине транзакционных издержек (главный параметр оценки их масштаба), чтобы прибыль фирмы принимала экстремальное значение (минимальное или максимальное). Для обозначения максимума прибыли, нужно ввести ряд неравенств на производную прибыли по времени или транзакционным издержкам, описывающих точку максимума прибыли. Иными словами, уровень виртуальных технологий, применяемых фирмой, должен давать транзакционные издержки, обозначенные в выражении (*), причем на их величину влияет объем производства и уровень цен на рынке. Большему производству не всегда, но часто необходима более детальная качественная, обработанная (аналитическая) информация. Поэтому затраты на ее поиск и обработку обычно выше. Тем самым рынок может задавать возможность применения современных или устаревших технологий, если следовать такому правилу. Когда фирме важнее применение новой технологии, поскольку она составляет ее перспективу, но это не может обеспечить транзакционные издержки на уровне наибольшей прибыли (здесь важен знак изменения функции прибыли), фирма принимает решение, которое, если рассматривать его вне стратегической перспективы, будет казаться ограниченно рациональным, хотя это и есть самое рациональное решение, так как новая технология даст возможность в будущем получать более высокую прибыль. Подобные ожидания имеют свойство и не сбываются, т. е. новая технология, конкурируя на следующих этапах жизни с иными технологиями, может не дать предполагаемого результата и принятое рациональное решение, ориентированное на будущее, окажется ошибочным².

Объем производства фирмы зависит от персонала N , n , в связи с чем можно записать прибыль для одной и второй фирмы:

$$r_1 = p Q(N) - M(N, Q) - Tr(N, Q); r_2 = p q(n) - m(n, q) - tr(n, q).$$

Тогда

$$\frac{dr_1}{dN} = p \frac{dQ}{dN} - \frac{dM}{dN} - \frac{dTr}{dN} = 0; \quad \frac{dr_2}{dn} = p \frac{dq}{dn} - \frac{dm}{dn} - \frac{dtr}{dn} = 0.$$

¹ В реальной ситуации, отличающейся от модели, это далеко не так. Рост транзакционных издержек может существенно повлиять на сокращение объема производства.

² От этого оно не станет менее рациональным. С еще большей величиной ошибки могут приниматься нерациональные (иррациональные) или недостаточно рациональные решения.

Отсюда получаем

$$Tr = \int p(Q)dQ - M + C_2; \quad tr = \int p(q)dq - m + C_3,$$

где C_2, C_3 – константы интегрирования.

Аналогичный результат получается, если искать $dr_1/dQ = 0$ и $dr_2/dq = 0$, т. е. взять производную прибыли фирмы по производству приравнять к нулю в поиске оптимума (максимума или минимума). Это величина транзакционных издержек для точки оптимума прибыли фирм. Предположив, что технологическая структура фирм не зависит от числа занятых работников $a \neq \varphi(N)$, $b \neq \varepsilon(n)$, можно записать:

$$\begin{aligned} \frac{dr_1}{dN} = p \frac{dQ}{dN} - \frac{dTr}{dN}(a+1) - \frac{da}{dN}Tr = 0; \quad \frac{dr_2}{dn} = p \frac{dq}{dn} - \frac{dtr}{dn}(b+1) - \frac{db}{dn}tr = 0; \\ \frac{da}{dN} = 0; \quad \frac{db}{dn} = 0. \end{aligned}$$

Отсюда получаем

$$Tr = \frac{1}{1+a} \int p(Q)dQ + A; \quad tr = \frac{1}{1+b} \int p(q)dq + B,$$

где A, B – константы интегрирования.

Аналогичные соотношения получатся, если анализировать изменение прибыли по объему производства $dr_1/dQ = 0$, $dr_2/dq = 0$ или по транзакционным издержкам, при условии, что объемы производства $Q \neq f(Tr)$, $q \neq x(tr)$ не зависят от транзакционных издержек (хотя в действительности, как показано выше, это не так).

Вводя условие, при котором прибыль фирм должна расти ($dr_1/dQ > 0$, $dr_2/dq > 0$ либо $dr_1/dN > 0$, $dr_2/dn > 0$ или $dr_1/dTr > 0$, $dr_2/dtr > 0$), получим, что транзакционные издержки должны быть меньше выражения справа в неравенстве для каждой фирмы:

$$Tr < \frac{1}{1+a} \int p(Q)dQ + A; \quad tr < \frac{1}{1+b} \int p(q)dq + B.$$

И для общего случая

$$Tr < \int p(Q)dQ - M + C_2; \quad tr < \int p(q)dq - m + C_3.$$

Это является ограничением затрат на применение виртуальных технологий, чтобы прибыль фирм росла. Запишем выражение для прибыли фирм, учтя эффективность $z_1 = (Tr + M)/Q$, $z_2 = (tr + m)/q$:

$$r_1 = pQ - z_1Q; \quad r_2 = pq - z_2q.$$

Найдя производные dr_1/dQ и dr_2/dq , приравняв их к нулю, рассчитаем величину эффективности фирм в точке оптимальной прибыли (максимум и минимум прибыли):

$$z_1 = p + \frac{\exp(c_1)}{Q}; \quad z_2 = p + \frac{\exp(c_2)}{q},$$

где c_1 и c_2 – константы интегрирования.

Чтобы прибыль росла в зависимости от изменяемого объема производства, требуется $dr_1/dQ > 0$, $dr_2/dq > 0$, из чего несложно определить, в каком диапазоне должна быть записанная в общем виде эффективность z :

$$p < z < p + \exp(c)/Q,$$

где c – константа интегрирования.

Если рыночная цена не зависит от объема производства Q , то эффективность фирм $z = (Tr + M) / Q$ будет равна в точке оптимальной прибыли $dr_1 / dQ = 0$ следующей величине (исходя из условий задачи):

$$z = p - \exp(c) / Q.$$

Рассмотрим две фирмы, каждая из которых характеризуется своей технологической структурой и эффективностью функционирования. Воспользуемся введенными обозначениями:

$$Q^* = Q + q;$$

$$a = M / Tr, b = m / tr - \text{технологическая структура каждой фирмы};$$

$$s = q / Q - \text{структура рынка};$$

$z_1 = (Tr + M) / Q$, $z_2 = (tr + m) / q$ – эффективность фирм: чем ниже общий объем затрат для одного и того же выпуска, тем эффективнее работает фирма. Откуда следует, что $z_1 = (1 + a) Tr / Q$, $z_2 = (1 + b) tr / q$, причем $t_1 = Tr / Q$, $t_2 = tr / q$ – величина транзакционной каждой фирмы или транзакционного сектора $t = t_1 + t_2$. Для объемов производства будет справедливо $Q = Q^* / (1 + s)$, $q = sQ^* / (1 + s)$.

Используя указанные соотношения, несложно получить выражения для эффективности фирм:

$$z_1 = (1 + a)(1 + s) \frac{Tr}{Q^*}; \quad z_2 = (1 + b) tr \frac{1 + s}{sQ^*}.$$

Условие, когда эффективность первой фирмы выше, чем второй, отвечает неравенству $z_1 < z_2$. Получим, каким должно быть соотношение транзакционных издержек, символизирующих применение виртуальных технологий на двух фирмах:

$$\frac{Tr}{tr} < \frac{1 + b}{s(1 + a)}.$$

Очевидно, что чем выше доля второй фирмы на рынке при неизменном ее потенциале, тем меньшими должны быть транзакционные издержки первой фирмы для сохранения превосходства по своей эффективности над второй фирмой, либо должны резко повыситься транзакционные издержки второй фирмы.

Технологические структуры фирм определяют также возможности относительно применения виртуальных технологий. Повышение значения реальных технологий на первой фирме (a) потребует снижения ее транзакционных издержек либо роста транзакционных издержек второй фирмы, чтобы соотношение по эффективности сохранялось в пользу первой фирмы. Это означает или применение более эффективных виртуальных технологий на первой фирме, или расширение виртуальных технологий более низкого уровня (затратного) на второй фирме. Увеличение параметра может означать для первой фирмы снижение эффективности реальных технологий, но компенсация может возникнуть, если у второй фирмы снизится эффективность виртуальных технологий (повысятся транзакционные издержки tr), или снизится эффективность реальных технологий второй фирмы (повысится b). Однако параметры a и b могут повыситься в связи с применением новой технологии, которой нужен более дорогой материальный ресурс, ибо новая технология дает экономию (эффект масштаба) только на стадии ее тиражирования или близкой к ней, когда производство окупает осуществленные вложения.

Запишем прибыль двух фирм:

$$r_1 = pQ - M - Tr; \quad r_2 = pq - m - tr; \quad Tr = z_1 Q / (1 + a); \quad tr = z_2 q / (1 + b).$$

Получаем

$$r_1 = Q(p - z_1); \quad r_2 = Q(p - z_2); \quad \frac{r_2}{r_1} = s \frac{p - z_2}{p - z_1}.$$

Далее возьмем $dr_1/dt = 0$, $dr_2/dt = 0$, определяя оптимальную прибыль для каждой фирмы.

Отсюда

$$Q(p - z_1) = \exp(c_1); sQ(p - z_2) = \exp(c_2).$$

Получаем структуру рынка, при которой в зависимости от складывающейся цены и эффективности двух данных фирм прибыль может быть наибольшей, при условии: если функция прибыли $dr_1/dt > 0$ и $dr_2/dt > 0$, то точки $t = t_{\max}$. После этой точки производная функции прибыли меньше нуля для каждой фирмы. Итак,

$$s = \frac{p - z_1}{p - z_2} \exp(c_2 - c_1).$$

При той же рыночной цене (стабильный рынок) повышение эффективности первой фирмы изменит структуру рынка не в пользу второй фирмы (s понизится), при повышении эффективности второй фирмы – в ее пользу (s повысится). Увеличение (уменьшение) цены на рынке при той же эффективности фирм существенно не скажется на структуре данного рынка (по условиям задачи отсутствуют агенты, которые могут выйти на этот же рынок, третья фирма не рассматривается).

Сохранение превосходства по эффективности для первой фирмы ($z_1 < z_2$) потребует, чтобы структура рынка была $s > \exp(c_2 - c_1)$ при $z_2 < p$, и, что равнозначно (второй случай), $s < \exp(c_2 - c_1)$ при $z_2 > p$.

Выражение для цены при оптимальной прибыли обеих фирм будет следующим¹:

$$p^* = \frac{s^* z_2^* - z_1^* \exp(c_2 - c_1)}{s^* - \exp(c_2 - c_1)}.$$

Через подобные параметры можно определить связь эффективности первой и второй фирмы.

Будем считать, что материальные затраты и транзакционные издержки первой фирмы не зависят от объема производства q второй фирмы. Тогда запишем функцию прибыли первой фирмы и возьмем производную ее функции прибыли по объему производства второй фирмы, выразив объем производства первой фирмы как разницу общего потенциала рынка Q^* , который изменяется, и производства второй фирмы q :

$$r_1 = p(Q^* - q)[Q^* - q] - M - Tr.$$

Тогда получим

$$\frac{dr_1}{dq} = \frac{dp}{dq}[Q^* - q] + p \left[\frac{dQ^*}{dq} - 1 \right] = 0.$$

Преобразовывая и интегрируя, приходим к

$$p(Q^* - q) = \exp(B).$$

Получаем объем производства первой и второй фирмы, когда производная прибыли первой фирмы по объему производства второй равна нулю:

$$Q = \frac{1}{p} \exp(B); q = Q^* - \frac{\exp(B)}{p}.$$

¹ Звездочкой отмечено значение соответствующих параметров для точки оптимальной прибыли фирм.

Для цены p_0 можно получить Q_0 и q_0 . Как видим, система взаимосвязей довольно сложна. Даже при рассмотрении двух конкурирующих фирм изменение технологической структуры фирм и рынка влияет на результат их функционирования. Здесь не рассматривался эффект власти, обучения одной и второй фирмы, копирования технологии другой фирмы и т. д. Эти институциональные особенности совокупно влияют на технологические возможности фирм, потенциал их обновления и конкуренцию, макроэкономическую структуру технологий и динамику.

Эмпирическая оценка структуры технологий (макроуровень)

Проведем анализ изменений в структуре технологий, выделяя «старые» и «новые»¹ компоненты производства соответственно [10; 12]. Это позволит подчеркнуть структурный аспект инвестиционной стратегии развития российской экономики для формирования новой модели экономического роста. Выводы и содержание данного параграфа автор базирует на предыдущей работе, выполненной под руководством академика РАН А. И. Татаркина [10].

Согласно данным официальной статистики, в 2009–2014 гг. общая величина инвестиций в секторы промышленности России возростала, инвестиции в технологические инновации росли в абсолютном выражении, повышалась также их доля в структуре инвестиций. За 2009–2014 гг. объем инвестиций в «новые» технологии увеличился в 2,9 раза, в «старые» – в 1,8 раза без учета инфляции, что объясняется политикой поощрения инновационной деятельности предприятий².

Число занятых в «новых производствах» за данный период несколько сократилось (табл. 2–3), в «старых производствах» – более существенно. Следовательно, в обрабатывающих секторах (промышленности) наблюдается явный отток кадров, что создает существенное ограничение в смысле организации роста экономики этих секторов.

Таблица 2

Численность занятых в «новых производствах», чел. [10; 12]

Показатель	2005	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Экономика России	813 207	736 540	735 273	726 318	727 029	732 274	738 857	722 291

Составлено по: Регионы России. Социально-экономические показатели. 2015: стат. сб. / Росстат. М., 2015. С. 189–195; Регионы России. Социально-экономические показатели. 2017: стат. сб. / Росстат. М., 2017.

Таблица 3

Численность занятых в «старых производствах», чел. [10; 12]

Показатель	2005	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Экономика России	13 861 993	12 518 660	12 547 727	12 470 482	12 348 371	12 116 526	12 641 143	12 634 709

Составлено по: Труд и занятость в России. 2017: стат. сб. / Росстат. М., 2017. С. 107–109.

Утверждается, что низкая производительность является ценой низкой безработицы и если ликвидировать эту якобы «избыточную занятость», несоразмерную фондам,

¹ Тем самым под «новыми» технологиями понимаются технологические инновации, под «старыми» – имеющиеся традиционные (созданные, но уже используемые) технологии. Когда употребляется термин «новое производство», то имеется в виду производство по новым технологиям, т. е. при осуществлении технологических инноваций.

² Официальный сайт Федеральной службы государственной статистики. URL: http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/science_and_innovations/science/#.

то параметры развития обрабатывающих секторов улучшатся. Подобное объяснение не выдерживает критики, если принять во внимание эволюцию обрабатывающих секторов и состояние технологического базиса, которое может еще более ухудшиться при сокращении занятости, вызывая на последующих этапах развития сокращение трудового потенциала. Эволюционный аспект необратимых изменений требуется учитывать в структурном анализе экономических систем [6; 14; 15; 16].

Кроме того, необходимо учитывать, не перемещаются ли занятые в производстве на старых технологиях агенты в те производства, которые переходят на новые технологии, что может обусловить представленное изменение в числе занятых в соответствующих производствах. Важно также исследование потерь квалифицированной рабочей силы в условиях технологического замещения и при отсутствии таковых. Для российской экономики технологическое замещение не обнаруживает себя как устойчивое явление, поскольку происходит снижение общего технологического уровня экономики, что подтверждается количественными оценками. Если бы наблюдалось технологическое замещение, такого эффекта (снижения общего уровня) не существовало бы. Он наблюдается в силу того, что происходит большая потеря старых технологий и какое-то наращение новых технологий в результате концентрации небольших ресурсов на приоритетных направлениях развития в рамках реализуемых государственных программ (табл. 4).

Таблица 4

Динамика технологий по секторам промышленности, ед. [10; 12]

«Новые» технологии							«Старые» технологии						
2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
221	320	340	420	439	446	585	144 565	128 970	132 777	137 565	143 824	160 403	184 658

Рассчитано на основе данных официального сайта Федеральной службы статистики. URL: http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/economydevelopment/#.

Как видно из табл. 4, число новых технологий возросло в два раза за пять лет¹, но при этом число старых технологий сначала сократилось на 10–12 тыс. ед. за три года, затем за два года резко увеличилось (см. табл. 4). Стоит отметить, что рост числа новых и старых технологий приходится на кризисный 2015 и 2016 гг. Это говорит не только о специфике учета нововведений, но и о том, что кризис не был связан с фундаментальной основой развития обрабатывающих секторов. Причины были внешние, величина внутренних затрат на внутренние исследования и разработки оставалась на уровне 1,1% ВВП, в 2011–2014 гг. она была несколько ниже. Следовательно, важен не просто рост технологий, а расширение использования некоторых типов технологий в конкретных секторах, причем отечественных. Число работников снизилось и на старых, и на новых производствах (см. табл. 2–3). Если производительность не повышалась, то это был отрицательный результат внедрения новых и расширения старых технологий.

В период положительного темпа роста создание нового ресурса при той же величине отвлечения ресурса от старых технологий будет повышать темп роста, а его снижение будет происходить медленнее. В период отрицательного темпа роста (спада) при попытке создавать новые виды ресурса спад будет (ожидается) сильнее. Следовательно, необходимо сосредоточиться на существующих технологических возможностях и использовать ресурсы по уже освоенным направлениям, что подтверждается статистикой последних лет по России [9; 10; 12].

¹ Разумеется, важно учитывать новые технологии в оборонном комплексе и гражданских производствах. Можно предположить (в силу объективного отсутствия точной информации по оборонно-промышленному комплексу), что число новых технологий в гражданских производствах сильно уступает их числу в оборонном комплексе страны.

Теория q -Тобина, описывающая влияние денежно-кредитной политики на объем выпуска через курсы ценных бумаг (акций), связана с развиваемым здесь представлением о скорости отвлечения ресурса от старых технологий и скорости создания нового ресурса, которые ассоциируются с параметрами α , μ . Возникает своеобразное q -правило (институт), с помощью которого можно описать смену режимов развития (переключение) с одной модели на другую. Как известно, величина q , по Тобину, представляет собой отношение рыночной стоимости фирм к восстановительной стоимости их капитала. Когда рыночная стоимость превосходит стоимость капитала, то новая комбинация средств производства будет относительно дешевой (если сравнить со стоимостью фирм), акций будет выпущено немного, инвестиции возрастут, будут создаваться новые мощности, комбинации (технологии). Это отвечает доминированию новой технологии. Если q низок, т. е. рыночная стоимость фирм невысока относительно их капитала, новые комбинации будут довольно дорогими, поэтому фирмы будут торговать старым капиталом. Это отвечает доминированию старых комбинаций и режиму отвлечения ресурса, задаваемого параметром α . Инвестиции в новые комбинации сократятся или будут низкими. Рыночная стоимость фирмы оценивается по суммарной стоимости акций (акционерному капиталу). Если котировки снижаются, то и параметр q снижается, порождая режим торговли старым капиталом, что сводится в предложенной модели к отвлечению ресурсов от старых комбинаций в пользу новых комбинаций.

С ростом цен акций будут увеличиваться, по q -правилу, возможности системы в создании новых комбинаций (инвестиций в новые средства производства). Монетарная экспансия может способствовать такому развитию. Если в экономической системе акционерный капитал незначителен, т. е. большое число компаний не выпускают акций, то применение q -правила становится затруднительным. В связи с этим может оказаться удобным проводить анализ напрямую через оценку параметров скорости отвлечения и создания нового ресурса. Динамика инвестиций в старые технологии обеспечивает основное воздействие на темп экономического роста, например в России. Инвестиции в новые технологии незначительны по величине и не оказывают сильного влияния на уровень технологичности [8; 9; 10].

Снижение трудоемкости возможно только при повышении технологичности – это будет следствием данного процесса, а рост выработки возможен при сокращении персонала при том же объеме производства. Нарращение объема выпуска при тех же технологиях и фондах, когда отсутствует должный спрос, окажется на складе. Существует и обратная связь, когда рост заработной платы должен стимулировать рост производительности труда, как и рост инвестиций из прибыли владельцев капитала должен повышать производительность в результате технологического обновления. Часто темп роста производительности отстает (причем на длинном временном интервале) от темпа технических изменений (парадокс Р. Солоу [16]¹), но детерминируется именно этими изменениями, когда возможности повышения производительности за счет фактора «труд» исчерпаны.

Заключение

«Технологический рост» экономики зависит не столько от роста необходимых инвестиций в технологии, сколько от эффективного их распределения между старыми и новыми технологическими возможностями, а также от состояния сферы науки, обеспечивающей производство фундаментальных результатов, из которых затем тиражируются различные технологии.

¹ В России работы в данном направлении обобщил член-корреспондент РАН В. Е. Дементьев [3. С. 26–27].

Технологические цепочки в России необходимо восстанавливать, причем технологическая структура и распределение инвестиций между старыми и новыми технологиями составляют релевантный фактор экономического роста. Управление переливом ресурсов между секторами и технологиями определит не только темп роста экономики, но и будущее качество ее структуры и развитие. Речь необходимо вести не о новом укладе, а о взаимосвязанном и определяющем друг друга наборе технологий, позволяющих увеличить технологичность функционирования экономики и тем самым обеспечить соответствующий уровень ее индустриализации. Цифровые технологии исполняют функцию инфраструктурной связки с другими видами технологий, улучшая их качество и возможности применения, но и сами по себе они обладают большим транзакционным эффектом, аккумулятивное которого, может дать существенную экономию самого ценного ресурса – времени. Подобный результат не является предопределенным и зависит от многих причин распространения и применения таких технологий.

Источники

1. Аганбегян А. Г. Сокращение инвестиций – гибель для экономики, подъем инвестиций – ее спасение // Экономические стратегии. 2016. № 4. С. 74–83.
2. Глазьев С. Ю. О путях обеспечения роста российской экономики // Научные труды Вольного экономического общества России. 2017. Т. 203. С. 229–242.
3. Дементьев В. Е. Возможности приспособления к парадоксу производительности при обновлении технологической базы экономики // Львовские чтения – 2017: сб. ст. V Всерос. науч. конф. / под науч. ред. Г. Б. Клейнера. М.: Изд. дом ГУУ, 2017. С. 26–29.
4. Ивантер В. В. Структурно-инвестиционная составляющая долгосрочной экономической стратегии России // Общество и экономика. 2017. № 8. С. 5–32.
5. Кругман П. Депрессии – это нечто иное // Экономика для любознательных. О чем размышляют Нобелевские лауреаты. М.: Изд-во Ин-та Гайдара, 2017. С. 24–35.
6. Маевский В. И. Введение в эволюционную макроэкономику. М.: Япония сегодня, 1997.
7. Перес К. Технологические революции и финансовый капитал. М.: Дело, 2011.
8. Сухарев О. С. Эволюционная экономическая теория институтов и технологий. Проблемы моделирования. М.: Ленанд, 2017.
9. Сухарев О. С. Экономический рост, институты и технологии. М.: Финансы и статистика, 2014.
10. Татаркин А. И., Сухарев О. С., Стрижакова Е. Н. Определение вектора промышленной политики на основе неошумпетерианской теории // Вестник Пермского университета. Экономика. 2017. Т. 12, № 1. С. 5–22.
11. Хэлпман Э. Загадка экономического роста. М.: Изд-во Ин-та Гайдара, 2012.
12. Цветков В. А., Сухарев О. С. Экономический рост России: новая модель управления. М.: Ленанд, 2017.
13. Шумпетер Й. Теория экономического развития. Капитализм, социализм и демократия. М.: ЭКСМО, 2007.
14. Nelson R. Economic Development from the Perspective of Evolutionary Economic Theory // Oxford Development Studies. 2008. Vol. 36, issue 1. Pp. 9–21.
15. Silverberg G., Verspagen B. Evolutionary Theorising on Economic Growth // Discussion Paper MERIT, Maastricht. 1995, August. Pp. 1–20.
16. Solow R. M. The Last 50 Years in Growth Theory and the Next 10 // Oxford Review of Economic Policy. 2007. Vol. 23, no. 1. Pp. 3–14.

Structural Analysis of Technological Changes and the Strategy of Economic Growth

by Oleg S. Sukharev

The paper explores the issue of determining the structural parameters of the economy during the formation of macroeconomic growth policy. It points to two basic economic development regimes, which differ in terms of the relationship between the processes of diverting and creating a resource. The paper proves that ratio between the speeds of these processes, namely “creative destruction” and “combinative expansion”, preconditions the characteristics of the economic growth model. The author examines an investment strategy, which constitutes the principal part of the model of economic growth based on new factors, at this, the level of technologies and the possibility to correlate the rates of diverting and creating a new resource significantly determine it. The researcher concludes that the Russian economic development model should allow for the structure “old–new technologies”, which will define the regime of economic growth. The author suggests a solution: at the microlevel, a firm chooses a technological structure within the scale “real–virtual technologies”, at this the ratio between the efficiencies of competing firms, affecting the choice of the scale of virtual and real technologies’ application, crucially influences this procedure.

Keywords: technological changes; structural analysis; investment strategy; economic growth; real and virtual technologies; technological choice of a firm.

References:

1. Aganbegyan A.G. Sokrashchenie investitsiy – gibel' dlya ekonomiki, podryem investitsiy – ee spasenie [Reduced investment is the death for the economy, increased investment is its salvation]. *Ekonomicheskie strategii – Economic Strategy*, 2016, no. 4, pp. 74–83.
2. Glazyev S.Yu. O putyakh obespecheniya rosta rossiyskoy ekonomiki [On the ways of maintaining growth of the Russian economy]. *Nauchnye trudy Volnogo ekonomicheskogo obshchestva Rossii – Scientific Works of the Free Economic Society of Russia*, 2017, vol. 203, pp. 229–242.
3. Dement'yev V.Ye. Vozmozhnosti prispособleniya k paradoksu proizvoditel'nosti pri obnovenii tekhnologicheskoy bazy ekonomiki [Possibilities of adaptation to the paradox of productivity when updating the technological base of the economy]. *Materialy V Vserossiyskoy nauchnoy konferentsii “Lvovskie chteniya – 2017”* [Proc. 5th All-Russian Sci. Conf. “Lvov Readings 2017”]. Moscow: State University of Management, 2017, pp. 26–29.
4. Ivanter V.V. Strukturno-investitsionnaya sostavlyayushchaya dolgosrochnoy ekonomicheskoy strategii Rossii [Structural investment component of Russia's long-term economic strategy]. *Obshchestvo i ekonomika – Society and Economics*, 2017, no. 8, pp. 5–32.
5. Krugman P. Depressii – eto nehto inoe [Depression is something else]. In: *Ekonomika dlya lyuboznatel'nykh. O chem razmyshlyayut Nobelevskie laureaty* [Economics for the inquisitive. What the Nobel laureates are thinking about]. Moscow: Gaydar Institute, 2017, pp. 24–35.
6. Maevskiy V.I. Vvedenie v evolyutsionnyu makroekonomiku [Introduction to evolutionary macroeconomics]. Moscow: Yaponiya segodnya Publ., 1997.
7. Perez C. *Tekhnologicheskie revolyutsii i finansovyy kapital* [Technological revolutions and financial capital]. Moscow: Delo Publ., 2011.
8. Sukharev O.S. *Evolutsionnaya ekonomicheskaya teoriya institutov i tekhnologiy. Problemy modelirovaniya* [Evolutionary economic theory of institutions and technologies. Problems of modelling]. Moscow: Lenand Publ., 2017.
9. Sukharev O.S. *Ekonomicheskiy rost, instituty i tekhnologii* [Economic growth, institutions and technologies]. Moscow: Finansy i statistika Publ., 2014.
10. Tatarkin A.I., Sukharev O.S., Strizhakova Ye.N. Opredelenie vektora promyshlennoy politiki na osnove neoshumpeterianskoy teorii [Defining the vector of industrial policy based on the neo-Schumpeterian theory]. *Vestnik Permskogo universiteta. Ekonomika – Perm University Herald. Economy*, 2017, vol. 12, no. 1, pp. 5–22.
11. Helpman E. *Zagadka ekonomicheskogo rosta* [The mystery of economic growth]. Moscow: Gaydar Institute, 2012.
12. Tsvetkov V.A., Sukharev O.S. *Ekonomicheskiy rost Rossii: novaya model' upravleniya* [Russia's economic growth: A new management model]. Moscow: Lenand Publ., 2017.

13. Schumpeter J. *Teoriya ekonomicheskogo razvitiya. Kapitalizm, sotsializm i demokratiya* [The theory of economic development. Capitalism, socialism and democracy]. Moscow: EKSMO Publ., 2007.
14. Nelson R. Economic Development from the Perspective of Evolutionary Economic Theory. *Oxford Development Studies*, 2008, vol. 36, issue 1, pp. 9–21.
15. Silverberg G., Verspagen B. Evolutionary Theorising on Economic Growth. *Discussion Paper MERIT, Maastricht*, 1995, August, pp. 1–20.
16. Solow R. M. The Last 50 Years in Growth Theory and The Next 10. *Oxford Review of Economic Policy*, 2007, vol. 23, no. 1, pp. 3–14.

Contact Info:

Oleg S. Sukharev, Dr. Sc. (Econ.), Prof.,
 Head of Institutional Economics Laboratory
 Phone: (499) 724-27-61
 e-mail: o_sukharev@list.ru

Market Economy Institute of RAS
 47 Nakhimovsky Ave., Moscow, Russia, 117418

Ссылка для цитирования: Сухарев О.С. Структурный анализ технологических изменений и стратегия экономического роста // Известия Уральского государственного экономического университета. 2018. Т. 19, № 3. С. 26–41. DOI: 10.29141/2073-1019-2018-19-3-4

For citation: Sukharev O.S. Strukturnyy analiz tekhnologicheskikh izmeneniy i strategiya ekonomicheskogo rosta [Structural analysis of technological changes and the strategy of economic growth]. *Izvestiya Uralskogo gosudarstvennogo ekonomicheskogo universiteta – Journal of the Ural State University of Economics*, 2018, vol. 19, no. 3, pp. 26–41. DOI: 10.29141/2073-1019-2018-19-3-4