DOI: 10.29141/2218-5003-2019-10-1-1

Управление структурой технологического развития: риск и «процентный портфель»

О.С. Сухарев

Аннотация. Исследуемая проблема сводится к определению инструментов управления структурой технологического развития, определяемой наличием новых и старых технологий, инвестициями в технологическое обновление либо повышение эффективности применения технологий. В качестве инструментов управления рассматриваются риск и структура процентных ставок, влияющих на инвестиции в новые и старые технологии. Предметом исследования является процесс появления новой технологии, обеспечивающий создание нового и отвлечение уже имеющегося ресурса от действующих технологий. Этот эффект сказывается на структуре инвестиций, причем возникающие риски и процентная ставка могут оказывать значительное влияние на распределение финансового ресурса. Методологическую базу исследования составляют структурный анализ, теоретические модели, описывающие различные условия появления и взаимодействия технологий, укладов, секторов, эконометрические оценки и измерения. Методом исследования является создание эконометрических моделей двухсекторной экономики, статистическая оценка риска. Результатом исследования выступает сформулированное условие роста экономики в зависимости от различных режимов структурной динамики технологий. Изменение риска, доходности и технологичности экономики представлено в секторальном разрезе. Получена диаграмма соотношения темпов технологического развития в двухсекторной модели экономики, включающей обрабатывающий и транзакционно-сырьевой сектора, а также сформирован «процентный портфель», т.е. соотношение процентных ставок по кредитованию секторов, влияющее на перелив ресурсов в новые технологии. Основным выводом исследования является положение, что для опережающего технологического развития требуется создание дополнительного кредита и снижение риска в обработке посредством изменения структуры процентных ставок.

Ключевые слова: управляющие параметры, технологическое развитие, новые и старые технологии, инвестиции, риск, перелив ресурсов, взаимодействие секторов экономики, «процентный портфель», структура экономики, экономический рост.

JEL Classification: O11, O14, O32, O33, O41

Финансирование. Статья подготовлена в рамках исследований по гранту РНФ на выполнение фундаментальных и поисковых научных исследований по теме «Исследование возможностей долгосрочного научно-технического развития экономики в условиях глобальных технологических сдвигов и кризисов». Руководитель гранта академик РАН, советник Президента РФ С.Ю. Глазьев.

Дата поступления статьи: 6 декабря 2018 г.

Ссылка для цитирования: Сухарев О.С. Управление структурой технологического развития: риск и «процентный портфель» // Управленец. 2019. Т. 10. № 1. С. 2–15. DOI: 10.29141/2218-5003-2019-10-1-1.

ВВЕДЕНИЕ

Технологическое развитие происходит посредством замены старых технологий на новые, которые также со временем устаревают и заменяются новыми [Глазьев, 2017a, 2017b; Дементьев, 2017; Маевский, 1997; Нельсон, Уинтер, 2000; Перес, 2011; Сухарев, 2014, 2017, 2018; Татаркин, Сухарев, Стрижакова, 2017; Шумпетер, 2007; Норт, 1997]. При создании и внедрении новой технологии часто возникают дополнительные возможности ее совершенствования, которые сразу не могут быть обеспечены [Нельсон, Уинтер, 2000; Перес, 2011]. Поэтому факт появления новой технологии как бы программирует дальнейшее технологическое развитие, обретающее вид нескольких этапов совершенствования, растянутого во времени, пока не будут полностью исчерпаны возможности «технологического наращивания» в силу физики или инженерного содержания самой технологии либо объектов ее приложения [Silverberg, Verspagen, 1995; Winter, Kaniovski, Dosi, 2000; Su, Moaniba, 2017; Tsai, 2017; Zhao, Tang, 2018]. Это исчерпание приводит к потребности открытия новизны – появления передовой технологии, созданной на основе фундаментальных достижений в области науки и техники. Набор таких новых технологий создает каркас производительных сил, формирует производственные отношения, задаваемые правилами обслуживания, управления технологиями.

Появление новой технологии не обязательно сопровождается сокращением или вытеснением (замещением)

старых технологий, хотя этот процесс в каком-то масштабе присутствует. Новая технология может расширить возможности применения стандартного (уже давно применяющегося) набора технологий, увеличив их эффективность [Nelson, 2008; Andergassen, Nardini, Ricottilli, 2017; Foster, Wild, 1999; Fu, Pietrobelli, Soete, 2011; Luo, Olechowski, Magee, 2014].

Целью исследования является формализация механизма смены технологий, появления новых технологий, в виде агрегированной модели, описывающей эволюцию технологических укладов [Глазьев, 2017a, 2017b] и секторов экономики [Сухарев, 2014, 2017, 2018; Fu, Pietrobelli, Soete, 2011; Luo, Olechowski, Magee, 2014; Silverberg, Verspagen, 1995; Winter, Kaniovski, Dosi, 2000], отдельных технологий. Речь идет о разработке подхода к управлению технологической структурой, чтобы методами макроэкономической политики влиять на процесс технологического обновления. Управляющими параметрами здесь выступают риск экономической деятельности (инвестирования) и структура процентных ставок, так как новаторы нуждаются в заемном капитале [Шумпетер, 2007; Silverberg, Verspagen, 1995; Winter, Kaniovski, Dosi, 2000; Su, Moaniba, 2017; Tsai, 2017; Zhao, Tang, 2018].

Для реализации цели и задач исследования применительно к российской экономике осуществим анализ инвестиций в новые и старые технологии в зависимости от величины риска и процентной ставки. Определим наиболее приемлемое изменение процентной ставки исходя из

задачи поддержания положительного темпа экономического роста, первоначально введя структурные модели технологических изменений.

СТРУКТУРНЫЕ МОДЕЛИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ: УПРАВЛЯЮЩИЕ ПАРАМЕТРЫ «ДОХОДНОСТЬ» И «РИСК»

Представим модель развития технологий в рамках схемы замены старых технологий на новые, используя идею «жизненного цикла технологий» [Andergassen, Nardini, Ricottilli, 2017; Foster, Wild, 1999; Fu, Pietrobelli, Soete, 2011; Luo, Olechowski, Magee, 2014; Silverberg, Verspagen, 1995; Winter, Kaniovski, Dosi, 2000]. Дадим универсальную трактовку, применимую к различным по масштабу системам.

Пусть доминирование технологий измеряется по величине создаваемого с их помощью продукта Y : Y_1 – на старых технологиях, Y_2 – на новых технологиях¹. Создаваемый в экономике продукт равен сумме продукта на новых и старых технологиях: $Y = Y_1 + Y_2$. Причем новые технологии и производство с их помощью начинаются при исходном доминировании старых технологий, иными словами, в недрах старой технико-экономической парадигмы или уклада, если применять «макроагрегатную» терминологию.

На рис. 1 представлены возможные модели развития в рамках схемы «старые-новые» технологии при различном уровне соперничества последних.

На рис. 1а показано появление новой технологии, когда ее доминирование возрастает и, в конечном счете, она превосходит старую технологию. Процесс развития и конкуренции старой и новой технологий отражен кривыми на рис. 1а, где видны две фазы (или типовые модели технологического развития):

1) при появлении новой технологии старая технология пока продолжает доминировать до момента T^* , но разрыв X , описывающий ход процесса технологического замещения, сокращается, следовательно, динамика описывается: $Y_1 > Y_2$, $X = Y_1 - Y_2 > 0$, $dX/dt < 0$;

2) за точкой T^* вправо доминирует уже новая технология, и в этом случае динамика описывается: $Y_1 < Y_2$, $X = Y_2 - Y_1 > 0$, $dX/dt > 0$.

Нужно отметить, что возможны различные варианты технологического развития, что отражает рис. 1б, в. На рис. 1в видно, что новая технология только усиливает

развитие старой технологии, причем отрыв в производстве растет, что описывается: $Y_1 > Y_2$, $dX/dt > 0$, при $dY_1/dt > dY_2/dt$. Если нужен режим доминирования новой технологии, то необходимы иные параметры динамики: $dX/dt < 0$, $dY_2/dt > dY_1/dt$.

На рис. 1б показана ситуация, когда разрыв между старыми и новыми технологиями постоянен, т.е. $X = const$, $dX/dt = 0$, и имеются перманентные проблемы в области технико-технологического развития. Данная ситуация характерна для развивающихся стран, сильно отстающих в области технологий. Хотя для них разрыв может и увеличиваться, т.е. технологическое отставание возрастает, тогда график, отвечающий Y_2 на рис. 1б, склоняется книзу, X – растет, $dX/dt > 0$.

Могут доминировать новые технологии, причем $dY_1/dt < 0$, т.е. сокращается производство на старых технологиях.

Введем $k = Y_1/Y_2$ – структурный коэффициент, который вводится в параметр X , описывающий технологическое развитие, доминирование новых технологий. Тогда $X = Y_1 - Y_2 = (1 - k)Y_1$ при условии, что $Y_1 > Y_2$, и $X = (k - 1)Y_1$ в случае, когда $Y_2 > Y_1$.

Обозначим темп роста на старых и новых технологиях соответственно $g_{Y1} = (1/Y_1)dY_1/dt$, $g_{Y2} = (1/Y_2)dY_2/dt$. Тогда $dk/dt = k(g_{Y2} - g_{Y1})$. Для первого и второго случая на рис. 1а запишем:

$$1) \frac{dX}{dt} = -\frac{dk}{dt}Y_1 + (1 - k)\frac{dY_1}{dt};$$

$$\frac{dX}{dt} < 0; Y_1 > Y_2;$$

$$2) \frac{dX}{dt} = \frac{dk}{dy}Y_1 + (k - 1)\frac{dY_1}{dt};$$

$$\frac{dX}{dt} > 0; Y_2 > Y_1.$$

Подставляя значение dk/dt и преобразуя, получаем (при $g_{Y2} > 0$ – ситуация роста объема производства на новых технологиях):

$$1) k > \frac{g_{Y1}}{g_{Y2}};$$

$$\frac{dY_1}{dY_2} < 1;$$

$$\frac{dX}{dt} < 0; Y_1 > Y_2;$$

Рис. 1. Модели развития новых технологий

¹ Хотя, возможно, правильнее измерять числом технологий или величиной замещения одной новой технологией некоторого числа старых (используемых) технологий.

$$2) k > \frac{g_{r1}}{g_{r2}};$$

$$\frac{dY_1}{dY_2} < 1;$$

$$\frac{dX}{dt} > 0: Y_2 > Y_1.$$

Таким образом, для модели рис. 1а имеем совпадение основного условия роста новой технологии – темп роста продукта по новой технологии должен быть выше темпа роста продукта по старой технологии, а отношение продуктов должно быть больше отношения темпов, чтобы присутствовала динамика, обеспечивающая доминирование новой технологии.

В случае доминирования старой технологии $Y_1 > Y_2$ и $dX/dt > 0$, что отвечает рис. 1в, описание такого доминирования примет вид (при $gY_2 > 0$):

$$k < \frac{g_{r1}}{g_{r2}};$$

$$\frac{dY_1}{dY_2} > 1;$$

$$\frac{dX}{dt} > 0: Y_1 > Y_2.$$

Чтобы начала доминировать новая технология, необходимо $dX/dt < 0$, т.е. расстояние X должно начать сокращаться. Этот случай будет отвечать рассмотренной выше модели.

Если действует модель рис. 1б, то это означает, что $k = gY_1/gY_2$, т.е. изменение продукта в производстве на старых и новых технологиях одинаковое: $dY_1 = dY_2$.

Допустим, что продукты Y_1 и Y_2 зависят от перелива капитала и труда между производствами на старых и новых технологиях. Иными словами, вводится допущение о том, что появление новой технологии в институциональном смысле влияет на риск ведения хозяйственной деятельности, что сказывается на доходности производства, причем и на старых технологиях в том числе. Изменение соотношения рисков производства на старых и новых технологиях, а также их доходности, которая может быть связана с этим риском, приводит к перераспределению ресурса в пользу либо старых, либо новых технологий. Пусть риски (r_1 , r_2) и доходности (d_1 , d_2) производства соответственно на старых и новых технологиях связаны такой зависимостью:

$$r_1 = ad_1^{\alpha};$$

$$r_2 = bd_2^{\beta}.$$

Запишем возможные модели для продукта, исходя из соотношения рисков, доходностей и исходной технологичности экономики, задаваемой соотношением инвестиций (расходов) на новые (I_n) и старые (I_s) технологии, применительно как к макроэкономической (агрегатной) постановке задачи в каждом из секторов («укладов», «парадигм»), так и к микроэкономической задаче взаимодействия двух отдельных технологий.

Тогда, с учетом подстановки выражений для риска и обозначая $A = a_1 (a/b)^{\eta}$, $\alpha\eta + \chi = m_1$, $\beta\eta + \chi = m_2$ (η , χ – пока-

затели степени в соотношении доходностей и риска в выражении для продукта; a_1 – коэффициент), запишем выражение для Y_1 и ниже дадим по аналогии формулу для Y_2 .

$$Y_1 = a_1 \left(\frac{r_1}{r_2}\right)^{\eta} \left(\frac{d_1}{d_2}\right)^{\chi} \left(\frac{\gamma_1}{\gamma_2}\right)^{\varphi};$$

$$Y_1 = A \frac{d_1^{m_1}}{d_2^{m_2}} \left(\frac{\gamma_1}{\gamma_2}\right)^{\varphi};$$

$$Y_2 = B \frac{d_1^{n_1}}{d_2^{n_2}} \left(\frac{\gamma_1}{\gamma_2}\right)^{\varphi}.$$

С соответствующими поправками в свободных коэффициентах A , B можно переписать выражения для Y_1 и Y_2 только через риск производства на старых и новых технологиях (либо в первом и втором секторе). Тогда выражения примут вид:

$$Y_1 = A \frac{r_1^{c_1}}{r_2^{c_2}} \left(\frac{\gamma_1}{\gamma_2}\right)^{\varphi};$$

$$Y_2 = B \frac{r_1^{h_1}}{r_2^{h_2}} \left(\frac{\gamma_1}{\gamma_2}\right)^{\varphi}.$$

Для такой, вероятно упрощенной, формулировки модели представим теоретическое решение, проинтегрировав продукты Y_1 и Y_2 по времени, считая, что функция риска и технологичности есть функция времени. Обозначив темп технологичности по старым и новым технологиям соответственно $g_{\gamma_1} = (1/\gamma_1) d\gamma_1/dt$, $g_{\gamma_2} = (1/\gamma_2) d\gamma_2/dt$, а по риску $g_{r_1} = (1/r_1) dr_1/dt$, $g_{r_2} = (1/r_2) dr_2/dt$, получим:

$$g_{r_1} = c_1 g_{r_1} - c_2 g_{r_2} + \varphi(g_{\gamma_1} - g_{\gamma_2});$$

$$g_{r_2} = h_1 g_{r_1} - h_2 g_{r_2} + \varphi(g_{\gamma_1} - g_{\gamma_2});$$

$$k > \frac{g_{r_1}}{g_{r_2}}.$$

Обозначим:

$$Z_1 = c_1 g_{r_1} - c_2 g_{r_2};$$

$$Z_2 = h_1 g_{r_1} - h_2 g_{r_2};$$

$$\Psi = \varphi(g_{\gamma_1} - g_{\gamma_2});$$

$$k > \frac{Z_1 + \Psi}{Z_2 + \Psi}.$$

Откуда

$$g_{r_1} < g_{r_2} + \frac{1}{\varphi} \frac{kZ_2 - Z_1}{1 - k} \text{ при } \varphi > 0, 1 - k > 0 \text{ (так как } 0 < k < 1).$$

Таким образом, мы получаем соотношение темпов развития старых и новых технологий (старого и нового уклада либо набора старых и новых укладов в сумме), при котором их динамика усиливает доминирование новых технологий в экономике. Темп изменения технологичности старых технологий должен быть меньше темпа изменения технологичности новых технологий плюс некая величина, в которую входит взвешенная разница темпов риска и структурный коэффициент, определяющий соотношение производства на старых и новых технологиях.

Иная формулировка выглядит так: темп изменения технологичности на новых технологиях должен превышать темп изменения технологичности на старых технологиях за вычетом величины E , которая равна

$$E = \frac{1}{\varphi} \frac{kZ2 - Z1}{1 - k}, \text{ т.е. } g_{\gamma 2} > g_{\gamma 1} - E.$$

На основании полученного решения представим диаграмму, связывающую темп технологических изменений по новым и старым технологиям (рис. 2).

Рис. 2. Соотношение темпов технологических изменений

Как видно из рис. 2, при условии $E > 0$ и любом положительном темпе изменения технологичности по старым технологиям, по новым технологиям может наблюдаться спад темпа технологичности (до $-E$). Это может отвечать только очень высокому исходному уровню технологичности по новым технологиям, так как темп изменения по ним допустим отрицательный, в то время как темп роста продукта на этих технологиях опережает темп роста продукта на старых технологиях ($k > g_{\gamma 1}/g_{\gamma 2}$), раз выполняется исходный критерий по доминированию новых технологий. Таким образом, они изначально доминируют, но темп изменения технологичности становится отрицательным по этим технологиям (высокотехнологичному сектору). Однако темп изменения технологичности по новым технологиям может быть и положительным – всё, что выше линии U и оси абсцисс, т.е. при темпе технологичности по старым технологиям $g_{\gamma 1} > E$. Если $g_{\gamma 1} = E$, то темп по новым технологиям также выше нуля или, в пиковом случае, равен нулю.

Если $E < 0$, то ситуация ограничивается линией W . Темп роста технологичности по новым технологиям должен быть всегда положительным, а при положительном темпе по старым технологиям превышать величину E (рис. 2, линия W).

Запишем условия 1) $E > 0$ и 2) $E < 0$, определив параметры, входящие в выражение E и дающие ему соответствующий знак.

$$1) E = \frac{1}{\varphi} \frac{kZ2 - Z1}{1 - k} > 0.$$

Откуда следует:

$$1.1) kZ2 - Z1 > 0, k > Z1/Z2;$$

$$\varphi(1 - k) > 0,$$

исходя из этого:

$$\varphi > 0, k < 1, \text{ т.е. } Y_2 < Y_1;$$

$$\varphi < 0, k > 1, \text{ т.е. } Y_2 > Y_1;$$

$$1.2) kZ2 - Z1 < 0, k < Z1/Z2;$$

$$\varphi(1 - k) < 0,$$

исходя из этого:

$$\varphi < 0, k < 1, \text{ т.е. } Y_2 < Y_1;$$

$$\varphi > 0, k > 1, \text{ т.е. } Y_2 > Y_1.$$

Следовательно, при $E > 0$ не важно, что доминирует в исходной точке – новый уклад (технология, сектор) или старый, важно соотношение структурного параметра системы и взвешенных рисков. Причем имеют значение темпы изменения рисков. Это институциональные параметры, определяемые различными условиями функционирования экономических секторов, использования технологий, появления новых технологий, замещающих старые технологии.

$$2) E = \frac{1}{\varphi} \frac{kZ2 - Z1}{1 - k} < 0.$$

2.1) $kZ2 - Z1 < 0, \varphi(1 - k) > 0$, откуда $k < Z1/Z2$ при соотношениях 1.1.

2.2) $kZ2 - Z1 > 0, \varphi(1 - k) < 0$, откуда $k > Z1/Z2$ при соотношениях 1.2.

Как видим, результат также определяется не исходной величиной доминирования технологии, а тем, как именно изменяются риски по одному и другому классу технологий.

Ресурс, включая и финансовые средства, распределяется между старыми и новыми комбинациями¹, причем структура этих комбинаций (технологий) влияет на процесс распределения, как и появление новой комбинации (технологии) влияет на распределение ресурса между уже существовавшими комбинациями (технологиями).

ИНВЕСТИЦИИ В ТЕХНОЛОГИЧЕСКУЮ СТРУКТУРУ: УПРАВЛЕНИЕ ЧЕРЕЗ «ПРОЦЕНТНЫЙ ПОРТФЕЛЬ»

Инвестиции в старые и новые технологии (уклады) представляют собой сумму полученных кредитов, инвестируемых собственных средств предпринимателей² и иных привлеченных средств, разделяемую в какой-то пропорции между технологическими возможностями. В связи с чем, рассматривая проблемы технологического развития, необходимо принимать во внимание не только обеспеченность экономики кредитом, но и то, каким именно образом кредитные ресурсы распределяются между типами технологий и как это сказывается на динамике секторов хозяйства.

Примем, что функция кредитования $Q = f(M, i)$ представляет собой функцию денежной массы и процентной ставки. Пусть αQ – объем кредитования новых технологий, βQ – соответственно старых технологий, либо можно считать, что это объем кредитования обрабатывающего и транзакционно-сырьевого секторов экономики ($\alpha + \beta = 1$). Инвестиции I_1 и I_2 складываются из кредитов (Q), собственных и иных привлеченных средств ($s_1 = v_1 Y_1, s_2 = v_2 Y_2$). Тогда запишем: $I_1 = \beta Q + s_1, I_2 = \alpha Q + s_2$. Введем норму инвестиции в создаваемый продукт на новых и старых технологиях либо в одном и другом секторе экономики

¹ Термин «комбинация» используется по Й. Шумпетеру, хотя для целей настоящего исследования под комбинацией понимается новая технология.

² Включая и средства государственного бюджета.

УПРАВЛЕНИЕ 2019. Том 10. № 1
 $n1 = I1/Y1$, $n2 = I2/Y2$ или $Y1 = d1 I1$, $Y2 = d2 I2$, где $d1 = 1/n1$, $d2 = 1/n2$.

Откуда получаем:

$$Y = d1 I1 + d2 I2;$$

$$Y = d1(\beta Q + s1) + d2(\alpha Q + s2).$$

Преобразуя, приходим к выражению:

$$Y = \frac{Q(d1\beta + d2\alpha)}{1 - d1v1 - d2v2}.$$

Далее положим, что риск производства на старых и новых технологиях или в одном и другом секторе определяется величиной процентной ставки по кредитованию этого производства ($i1$, $i2$), тогда можно записать:

$$r1 = a1 + b1 i1; r2 = a2 + b2 i2,$$

где $a1$, $a2$, $b1$, $b2$ – свободные коэффициенты.

Назовем отношение процентных ставок, по которым кредитуются новая и старая технология, величиной $\psi = i1/i2$, которая задает структуру процентных ставок, или «процентный портфель».

Преобразуя выражения для риска и выразив из них процентные ставки, полагая, что они различаются для новой и старой технологии или двух экономических секторов, получим величину «процентного портфеля», выраженную через риски производства по новым и старым технологиям или секторам:

$$\Psi = \frac{b2}{b1} \frac{r1 - a1}{r2 - a2}. \quad (*)$$

Риск производства по типам технологий и секторам экономики динамически изменяются, процентные ставки по кредиту тоже представляют собой динамически изменяющиеся параметры. Поэтому в общем виде возьмем производную по времени функции процентного портфеля ψ . Обозначая темп изменения этой функции и рисков соответственно $g_\psi = (1/\psi) d\psi/dt$, $g_{r1} = (1/r1) dr1/dt$, $g_{r2} = (1/r2) dr2/dt$, получим:

$$g_\psi = \frac{r1}{r1 - a1} g_{r1} - \frac{r2}{r2 - a2} g_{r2}.$$

Если соотношение процентных ставок не изменяется, $\psi = const$, включая и случай, когда $i1 = i2$ и $\psi = 1$, то $d\psi/dt = 0$, откуда

$$\frac{dr1}{dt} = \frac{r1 - a1}{r2 - a2} \frac{dr2}{dt};$$

$$\Psi = \frac{b2}{b1} \frac{dr1}{dr2}$$

или

$$\Psi = \frac{b2}{b1} \frac{r1}{r2} \frac{g_{r1}}{g_{r2}}.$$

Если процентные ставки не равны для производства на новых и старых технологиях или в секторах (для новых ставка вводится как вариант льготной, т.е. $i1 > i2$, второй сектор – это аналог новых технологий, процентная став-

ка для него меньше, чтобы стимулировать его развитие), то $i2 < i1$, $\psi = const$. Так как ставки не изменяются на рассматриваемом интервале времени, то $\psi > 1$, откуда получаем¹, что

$$\frac{r1}{r2} > \frac{b1}{b2} \frac{g_{r2}}{g_{r1}}.$$

Таким образом, при стабильных процентных ставках и дифференцированной цене кредита для различных секторов и типов технологий, при допущении, что для новых технологических возможностей устанавливается меньшая ставка цены кредита, соотношение рисков в этих секторах (технологиях) должно быть больше взвешенного обратного отношения темпов изменения рисков (весовой коэффициент представлен отношением $b1/b2$).

Из выражения (*) получаем риск для второго сектора или новой технологии – $r2$, который принимает вид

$$r2 = a2 + (r1 - a1) \frac{b2}{b1} \frac{1}{\Psi}.$$

Чтобы происходило опережающее развитие данного сектора (новой технологии), риск должен понижаться, т.е. $dr2/dt < 0$, что будет отвечать условию² (при $b2/b1 > 0$, $\psi > 0$):

$$g_\psi > \frac{r1}{r1 - a1} g_{r1};$$

$$\frac{r2}{a2 - r2} g_{r2} > 0,$$

откуда

$$g_{r2} < 0;$$

$$r2 > a2.$$

Нас интересует ситуация, когда риск во втором секторе (в новых технологиях) уменьшается. Это условие выполняется для величины риска $r2$, превосходящей величину $a2$.

Кроме того, чтобы перелив ресурсов происходил в пользу нового сектора (новых технологий), необходимо, чтобы $r2 < r1$, $g_{r1} > 0$ и риск в первом секторе и старых технологиях нарастал.

Если соотношение процентных ставок стабильное, $\psi = const$, то, как было показано выше,

$$\Psi = \frac{b2}{b1} \frac{r1}{r2} \frac{g_{r1}}{g_{r2}}.$$

Откуда получаем, какой должна быть процентная ставка для второго сектора (новой технологии), чтобы риск $r2 < r1$, а эта ситуация отвечает переливу ресурса в пользу развития второго сектора (новой технологии):

$$r2 < r1;$$

$$i2 < i1 \frac{b1}{b2} \frac{g_{r2}}{g_{r1}}. \quad (**)$$

¹ При записи неравенств, разумеется, предполагается, что деление осуществляется на положительное число. Если оно отрицательное, то знак неравенства изменяется на противоположный. Для данного варианта решения это обстоятельство нужно иметь в виду. Все возможные случаи здесь не описываются по причине их очевидности и экономии места.

² Измерение риска всегда дает $r2$ и $r1$ больше нуля.

При проценте i_1 для второго сектора (новой технологии) меньше, чем правая часть неравенства (**), риск в этом секторе (для новой технологии) будет ниже, что и обеспечит больший приток ресурсов на развитие. Если процентный портфель перманентно изменяется, $\psi \neq const$, тогда $g_\psi = g_{i1} - g_{i2}$.

Полагая, что риск для второго сектора должен снижаться, $gr_2 < 0$ и $r_2 < r_1$, окончательно получим (для $r_2 > a_2$), что темп изменения процентной ставки для второго сектора (новой технологии) должен быть меньше разницы темпа изменения процентной ставки для первого сектора (старых технологий) за вычетом взвешенного темпа изменения риска для первого сектора (старых технологий), что записывается в виде

$$g_{i2} < g_{i1} - \frac{r_1}{r_1 - a_1} g_{r1}.$$

Инвестиции в старые и новые технологии или сектора зависят от риска в них – r_1 и r_2 . Можно записать $I_1 = f_1(r_1)$, $I_2 = f_2(r_2)$. Предлагается эти функции представить в виде [Сухарев, 2016]:

$$I_1 = r_1^{\beta_1} \exp(1 - r_1);$$

$$I_2 = r_2^{\beta_2} \exp(1 - r_2).$$

Взяв производную инвестиции по риску, получим:

$$\frac{dI_1}{dr_1} = r_1^{\beta_1} \exp(1 - r_1) \left[\frac{\beta_1}{r_1} - 1 \right];$$

$$\frac{dI_2}{dr_2} = r_2^{\beta_2} \exp(1 - r_2) \left[\frac{\beta_2}{r_2} - 1 \right].$$

Технологическое развитие новых технологий (второго сектора) предполагает увеличение инвестиций с ростом риска $dI_2/dr_2 > 0$, для старых технологий (первого сектора) – наоборот, т.е. $dI_1/dr_1 < 0$. Откуда вытекает требование: $r_1 > \beta_1$, $r_2 < \beta_2$.

Первое неравенство принимает вид:

$$a_1 + \frac{b_1}{b_2} \Psi r_2 - \frac{b_1}{b_2} a_2 \Psi > \beta_1;$$

$$r_2 > \frac{1}{\Psi} \left[\frac{b_2}{b_1} \beta_1 - a_1 \frac{b_2}{b_1} + a_2 \Psi \right];$$

$$r_2 < \beta_2.$$

Откуда получаем:

$$\beta_2 > \frac{1}{\Psi} \left[\frac{b_2}{b_1} \beta_1 - a_1 \frac{b_2}{b_1} \right] + a_2;$$

$$\Psi > \frac{b_2}{b_1} \frac{1}{\beta_2} \left[\beta_1 - a_1 + \frac{b_1}{b_2} a_2 \right].$$

Обозначим правую часть неравенства буквой λ , учитывая $\psi = i_1/i_2$, имеем:

$$i_1 > i_2 \lambda;$$

$$\lambda = \frac{b_2}{b_1} \frac{1}{\beta_2} \left[\beta_1 - a_1 + \frac{b_1}{b_2} a_2 \right].$$

Таким образом, чтобы инвестиции в новые технологии (второй сектор) росли по риску, необходимо, чтобы процентная ставка кредита для них (второго сектора) была меньше процентной ставки для старых технологий (пер-

вого сектора), помноженной на $1/\lambda$, т.е. $i_2 < i_1/\lambda$. Это условие инвестирования на развитие второго сектора (новых технологий) исходя из принципа «процентного портфеля», обеспечивающего неравные процентные ставки по предоставляемым на развитие старых и новых технологий кредитам.

Учитывая, что $dI_1/dt = (dI_1/dr_1) dr_1/dt$, $dI_2/dt = (dI_2/dr_2) dr_2/dt$, а также что $Y_1 = dI_1/I_1$, $Y_2 = dI_2/I_2$, где параметры d_1 , d_2 – обратные величине нормы инвестирования n_1 , n_2 соответственно по первому и второму сектору (старым и новым технологиям), получим, обозначая темп $g_{Y_1} = (1/Y_1) dY_1/dt$, $g_{Y_2} = (1/Y_2) dY_2/dt$, $g_{n_1} = (1/n_1) dn_1/dt$, $g_{n_2} = (1/n_2) dn_2/dt$:

$$g_{r1} = -g_{n1} + \left(\frac{\beta_1}{r_1} - 1 \right) \frac{dr_1}{dt};$$

$$g_{r2} = -g_{n2} + \left(\frac{\beta_2}{r_2} - 1 \right) \frac{dr_2}{dt}.$$

Рост секторов (старых и новых технологий) отвечает условию:

$$g_{Y_1} > 0;$$

$$g_{Y_2} > 0.$$

Откуда несложно записать условие роста в виде соотношения темпов нормы инвестирования и риска:

$$g_{n1} < g_{r1} (\beta_1 - r_1);$$

$$g_{n2} < g_{r2} (\beta_2 - r_2).$$

Затем можно совместить критерий роста сектора (технологии) с критерием сокращения инвестиций по риску для первого сектора (старых технологий – риск растет, инвестиции сокращаются) и увеличения инвестиций по риску для второго сектора (новых технологий – риск растет, инвестиции растут). Получаем:

$$r_1 < \beta_1 - \frac{g_{n1}}{g_{r1}};$$

$$r_1 > \beta_1;$$

$$\frac{dI_1}{dr_1} < 0.$$

Неравенства для первого сектора (старых технологий) могут быть выполнены при $\beta_1 > 0$, если $g_{n1}/g_{r1} < 0$. Здесь возникают два варианта:

$$1) g_{n1} < 0, g_{r1} > 0;$$

$$2) g_{n1} > 0, g_{r1} < 0.$$

Первый вариант показывает, что рост в первом секторе (на старых технологиях) и одновременно $dI_1/dr_1 < 0$ – снижение инвестиций при росте риска r_1 происходят при положительном темпе роста риска r_1 и отрицательном темпе роста нормы инвестирования. Во втором варианте риск снижается, а норма инвестиций увеличивается. Поскольку экономическая политика должна исходить из стимулирования применения новых технологий, то второй исход является нежелательным, так как при снижении риска по старым технологиям (первый сектор) и росте нормы их инвестирования развиваться будут именно старые технологии.

Если $\beta_1 < 0$, то условие соблюдается без дополнительных разъяснений.

Для второго сектора (новые технологии) имеем аналогично:

$$\begin{aligned} r_2 &< \beta_2 - \frac{g_{n2}}{g_{r2}}; \\ r_2 &< \beta_2; \\ \frac{dI_2}{dr_2} &> 0. \end{aligned}$$

Выполнение неравенств для второго сектора (новых технологий) требует, чтобы при $\beta_2 > 0$ выполнялось $g_{n2}/g_{r2} > 0$. Чтобы риск снижался во втором секторе (для новых технологий) $g_{r2} < 0$, для выполнения $g_{n2}/g_{r2} > 0$ нужен отрицательный темп по норме накопления. Тогда неравенства соблюдаются, инвестиции по риску увеличиваются и происходит рост сектора новых технологий (норма инвестиций будет демонстрировать снижение за счет более высокого прироста продукта).

Если $g_{n2}/g_{r2} < 0$, то лимитирующим становится второе неравенство $r_2 < \beta_2$, причем ситуация с $g_{n2} < 0$ и $g_{r2} > 0$ не рассматривается в силу того, что риск во втором секторе необходимо снижать. Следовательно, для второго сектора (новых технологий) $g_{n2} > 0$, $g_{r2} < 0$ – снижается риск и увеличивается норма инвестирования.

В рамках структуры «старые-новые» технологии возможны различные режимы функционирования. Поэтому меры экономической политики требуется оценивать с учетом их чувствительности, исходить из особенностей перемещения ресурсов между секторами и технологиями.

Способствовать такому управлению и перемещению ресурсов можно, обеспечивая соотношение рисков $r_2 < r_1$. Но поддержание данного соотношения потребует $i_2 < (1/\lambda)i_1$. Это соотношение процентных ставок выступает условием инвестирования второго сектора (новых технологий). А по соотношению рисков $r_2 < r_1$ получаем, что

$$i_2 < \frac{a_1 - a_2}{b_2} + \frac{b_1}{b_2} i_1.$$

Откуда получаем условие, какой должна быть процентная ставка по кредитованию старых технологий (первый сектор):

$$i_1 > \frac{(a_1 - a_2)\lambda}{b_2 - b_1\lambda}.$$

Исходя из соотношений, где a, b, c – условия: а) на соотношение рисков как требование экономической политики (для управления переливом ресурсов); б) роста первого сектора; в) «процентный портфель», позволяющий обеспечить увеличение инвестиций по риску во второй сектор (новые технологии):

$$\begin{aligned} r_1 &= a_1 + b_1 i_1; \\ r_2 &= a_2 + b_2 i_2; \\ a) \quad r_2 &< r_1; \\ b) \quad r_1 &< \beta_1 - \frac{g_{n1}}{g_{r1}}; \\ c) \quad \lambda i_2 &< i_1. \end{aligned}$$

Тогда несложно получить ограничение по процентной ставке для второго сектора (новые технологии), которая должна быть меньше выражения справа в следующем неравенстве (чтобы происходило наращение инвестиций и рост второго сектора):

$$i_2 < \frac{1}{\lambda} \frac{1}{b_1} (\beta_1 - a_1 - \frac{g_{n1}}{g_{r1}}).$$

На рис. 3 показано соотношение процентных ставок по кредиту новых (i_2) и старых (i_1) технологий или секторов (укладов). При $\lambda > 0$ значение имеет, превосходит этот параметр единицу или нет. Если превосходит ($\lambda > 1$), ситуация описывается сегментом ВОС, процент i_2 должен быть существенно меньше i_1 . Если же $\lambda < 1$, то ситуация описывается сегментом АОС, в таком случае процент по кредиту для второго сектора (новых технологий) выше, нежели для старых технологий (первого сектора). Данная ситуация не может рассматриваться как правдоподобная в вопросе такого распределения инвестиций между новыми и старыми технологиями, чтобы происходило стимулирование новых технологий. Следовательно, приемлемую ситуацию отражает сегмент ВОС на рис. 3 (линии ОА, ОВ есть $i_2 = i_1/\lambda$).

Рис. 3. Соотношение процентных ставок ($i_2 < i_1/\lambda$)

При отрицательном значении λ кривые расположатся во втором и четвертом квадрантах, анализ аналогичен с поправкой на знак и возможное отрицательное значение i_1 или i_2 . Однако если процентные ставки не отрицательные, здесь рассматриваются номинальные процентные ставки, то достаточно иллюстрации в первом квадранте. В данной модели, разумеется, может использоваться и реальная процентная ставка, которая вполне может быть отрицательной, так как представляет собой разницу между номинальной ставкой и инфляцией.

Управляя процентной ставкой, можно влиять на риск и инвестирование, распределение ресурсов между типами технологий и экономическими секторами, стимулируя развитие новых научно-технических направлений. С одной стороны, процентная ставка формируется как цена стоимости кредитного ресурса, благодаря взаимодействию спроса и предложения на кредитном рынке. С другой стороны, спрос на кредит зависит от состояния субъекта, который в нем нуждается, потенциала его развития, величины стоимости кредита, условий его предоставления, в то время как предложение зависит от возможностей банковской системы по предоставле-

нию кредитов, создания ею денег и других параметров денежно-кредитной политики в стране. Поскольку кредитование осуществляется на возвратной основе, то важным обстоятельством выступает то, какую доходность обеспечит субъект, получающий кредит, в состоянии ли он вернуть полученные деньги. В этом смысле риск ведения хозяйственной деятельности выступает определяющим параметром для кредитования. Более рискованный сектор экономики, особенно показывающий невысокую доходность функционирования, т.е. низкую возвратную способность, будет в меньшем объеме кредитоваться банковской системой, чем сектор с прямо противоположными характеристиками. Это не может не сказаться на внедрении новых технологий.

Поэтому требуется, во-первых, определять структуру процентных ставок, задающих перемещение капитала

Рис. 4. Рентабельность, процентная ставка, риск (а, б) в 2005–2017 гг., модель «рентабельность – риск» для РФ (в) в 2006–2016 гг., млн р.¹

¹ Источник: Инвестиции в России 2017. URL: www.gks.ru/free_doc/doc_2017/invest.pdf. Статистики модели: $R^2=0,81$; $R^2adj=0,8$; F-критерий=84,3; D-W критерий=1,79; тест Уайта: χ^2 расчет.=2,45; χ^2 крит.=5,99.

и труда между секторами, во-вторых, проектировать их соотношение для различных видов деятельности и видов кредитования, а в-третьих, определять соотношение риска для взаимодействующих секторов, реализующих старые и новые технологии.

Предпримем для российской экономики анализ инвестиций в новые и старые технологии в зависимости от величины риска и процентной ставки.

ИНВЕСТИЦИИ В НОВЫЕ И СТАРЫЕ ТЕХНОЛОГИИ: РИСК И ПРОЦЕНТНАЯ СТАВКА (ЭМПИРИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ)

Инвестирование в разных секторах экономики определяется риском ведения хозяйственной деятельности в этих секторах. Следовательно, необходимо получить модель, связывающую инвестиции в новые и старые технологии с величиной риска¹ в соответствующем секторе. На рис. 4а,б показана динамика риска процентной ставки и рентабельности российской экономики (слева и в центре), которая подтверждает трудности технологического развития, так как процентная ставка превышает рентабельность, что затрудняет кредитование новых технологий, и риск сопоставим с процентной ставкой, что выступает «запирающим» развитие условием. Повышение риска действует в направлении снижения рентабельности. Для одной величины риска инвестиции в старые технологии много выше, чем инвестиции в новые технологии (рис. 5). Следовательно, в экономике России действуют условия, затрудняющие инвестиции в новые технологии, но позволяющие инвестировать старые технологии.

Ситуацию в обработке и транзакционно-сырьевом секторе отражает рис. 5.

В обработке риск значительно больше, чем в транзакционно-сырьевом секторе, и выше, чем в экономике РФ в целом. Интересно отметить, что с ростом инвестиций (как видно по фактическим точкам на рис. 5), растет и риск, как по старым технологиям, так и по новым, однако с некоторой величины дальнейшее увеличение риска сопровождается снижением инвестиций и в старые, и в новые технологии. Причем эта зависимость характерна и для обработки, и для транзакционно-сырьевого сектора, и для российской экономики в целом.

Можно отобразить на одной координатной сетке инвестиции в обработку и транзакционно-сырьевом секторе в новые технологии (рис. 6а) и в старые технологии (рис. 6б).

Как видно из рис. 6а, инвестиции в новые технологии выше в обработке, нежели в транзакционно-сырьевом секторе, и риск их значительно выше (в 2,5–3 раза). Инвестиции в старые технологии выше в транзакционно-сырьевом секторе при низком риске, нежели в обработке, где они ощутимо ниже при высоком риске (рис. 6б). Причем разница по инвестициям доходит до 3–5 раз, по риску до 2,5–3 раз.

¹ Оценка риска осуществлялась по среднему квадратическому отклонению валовой прибыли.

Рис. 5. Инвестиции в старые и новые технологии в обработке¹ (а), транзакционно-сырьевом секторе² (б) и риск, 2005–2016 гг., млн р.

¹ Статистики для сектора обработки: 1) модель инвестиций в новые технологии: $R^2 = 0,84$; $R^2_{adj} = 0,83$; F -критерий = 58,1; $D-W$ критерий = 1,64; тест Уайта: χ^2 расчет. = 1,81; χ^2 крит. = 5,99; 2) модель инвестиций в старые технологии: $R^2 = 0,84$; $R^2_{adj} = 0,83$; F -критерий = 56,1; $D-W$ критерий = 1,46; тест Уайта: χ^2 расчет. = 1,93; χ^2 крит. = 5,99.

² Статистики для транзакционно-сырьевого сектора: 1) модель инвестиций в новые технологии: $R^2 = 0,79$; $R^2_{adj} = 0,77$; F -критерий = 39,6; $D-W$ критерий = 1,3; тест Уайта: χ^2 расчет. = 3,4; χ^2 крит. = 5,99; 2) модель инвестиций в старые технологии: $R^2 = 0,77$; $R^2_{adj} = 0,75$; F -критерий = 36,7; $D-W$ критерий = 1,41; тест Уайта: χ^2 расчет. = 2,2; χ^2 крит. = 5,99.

Рис. 6. Инвестиции в новые технологии (а), старые технологии (б) для обработки и транзакционно-сырьевого секторов и риск, 2005–2016 гг., млн р.

Рис. 7. Риск и процентная ставка в обработке¹ (а), транзакционно-сырьевом секторе² (б), 2005–2016 гг.

¹ Статистики модели для сектора обработки: $R^2 = 0,74$; $R^2_{adj} = 0,71$; F -критерий = 4,98; $D-W$ критерий = 1,84; тест Уайта: χ^2 расчет. = 1,43; χ^2 крит. = 5,99.

² Статистики модели для транзакционно-сырьевого сектора: $R^2 = 0,73$; $R^2_{adj} = 0,7$; F -критерий = 22,0; $D-W$ критерий = 1,47; тест Уайта: χ^2 расчет. = 2,04; χ^2 крит. = 5,99.

Рис. 8. Риск (а) и доходность (б) в обрабатывающем и транзакционно-сырьевом секторах России

Зависимость риска от средневзвешенной процентной ставки по предоставленным кредитам по секторам показана на рис. 7.

С ростом процентной ставки возрастает и риск ведения бизнеса в экономическом секторе, разумеется, по-разному, в зависимости от условий функционирования этого сектора. Для экономики России в целом сохраняется такое же соотношение риска и процентной ставки по предоставляемым кредитам с неплохой статистической значимостью.

Исходя из полученных эмпирических моделей для экономики России, риск от процентной ставки в транзакционно-сырьевом и обрабатывающем секторах описывается выражениями:

$$r_1 = 56967 + 5430 i_1;$$
$$r_2 = 87224 + 12997 i_2.$$

Если процентная ставка одна и та же по кредитованию секторов и фактически $r_2 > r_1$, то для развития обработки необходимо, чтобы риск снижался, т.е. $g_{r_2} < 0$, а для транзакционно-сырьевого сектора возрастал – $g_{r_1} > 0$.

Изменение риска и доходности (рентабельности) в транзакционно-сырьевом и обрабатывающем секторах в зависимости от времени дается на рис. 8.

Как следует из рис. 8, риск в обработке снижается, а в транзакционно-сырьевом секторе сначала возрастает, затем остается почти неизменным. Доходность транзакционно-сырьевого сектора много выше доходности обработки и в период с 2013 по 2016 г. возрастает.

Растут инвестиции в оба сектора, хотя в обработку значительно медленнее (и меньше по объему). Модели «инвестиции – риск» принимают вид как на рис. 9 и задаются формулами:

$$I_1 = 27610 r_1^{0,43};$$
$$I_2 = 15413 r_2^{0,33}.$$

Рис. 9. Модель «инвестиции – риск» для секторов экономики России: а – сектор обработки; б – транзакционно-сырьевого сектор

Условие роста сектора обработки (второй сектор) принимает вид

$$g_{n_2} < \frac{1}{I_2} \frac{dI_2}{dt},$$

где $g_{n_2} = (1/n_2) dn_2/dt$, $n_2 = I_2/Y_2$, Y_2 – продукт сектора обработки.

Откуда, учитывая что по факту $r_2 > r_1$, формулируется условие экономического роста сектора обработки:

$$r_2 < 4289 i \frac{g_i}{g_{n_2}},$$

где $g_i = (1/i) di/dt$ – темп изменения процентной ставки.

Изменение рисков в секторах будет:

$$\frac{dr_1}{dt} = 5430 \frac{di_1}{dt};$$
$$\frac{dr_2}{dt} = 12997 \frac{di_2}{dt}.$$

Учитывая что риск должен снижаться в обработке и расти в транзакционно-сырьевом секторе, т.е. $dr_1/dt > 0$, $dr_2/dt < 0$, «процентный портфель» должен давать снижающуюся ставку по кредитованию для обработки и повышающуюся ставку для транзакционно-сырьевого сектора. Причем транзакционно-сырьевой сектор в свою очередь может быть разделен на транзакционный и сырьевой сектора, что перенесет развиваемый здесь подход на большее число секторов.

Принимая во внимание связь риска и процентной ставки по кредитам, несложно определить, что при $r_2 > r_1$ процентная ставка должна быть $i > -3,99$. Иначе говоря, процентная ставка должна быть выше -4% . При $r_2 < r_1$ соответственно меньше -4% . Таким образом, отрицательное значение процентной ставки для выполнения условия по соотношению рисков говорит о наличии большой диспропорции в развитии обрабатывающего и транзакционно-сырьевого секторов России.

Причем эта диспропорция складывается в силу того, что обработка бедна инвестициями, а транзакционно-сырьевой сектор, наоборот, показывает наибольшую величину инвестиций.

Только при отрицательном проценте для сложившихся моделей возможно соотношение $r_2 < r_1$, т.е. риск в обработке будет меньше риска в транзакционно-сырьевом секторе. Это подтверждает, что имеется острый дефицит инвестиций в обработку, что развитие индустрии нуждается в субсидировании, дополнительном обеспечении ресурсами этого сектора, о чем и говорит отрицательная процентная ставка (в рамках используемых моделей).

Соотношение рисков ведения экономической деятельности в секторах российской экономики (обработке и транзакционно-сырьевым) и процентной ставки отражает таблица.

нижающие риск ведения хозяйственной деятельности в области новых технологий и обрабатывающих секторов, чтобы обеспечить приоритетное их развитие за счет поступающего банковского капитала.

Соответственно, понадобятся институциональные коррекции, выполняемые в рамках отраслевой (структурно-промышленной и инвестиционной) политики. Причем рост инвестиций в новый сектор (новые технологии) по риску требует, чтобы процентная ставка по креди-

там для проектов этого сектора была меньше, нежели для проектов первого сектора (старые технологии), как минимум в λ раз, тогда dl_2/dr_2 будет возрастать, как показано выше, инвестиции будут увеличиваться с ростом риска в секторе новых технологий. Представленные модели развивают теорию технологических укладов [Глазьев, 2017a] за счет структурной схемы анализа перелива ресурсов в область новой технологии (комбинации). ■

Источники

- Глазьев С.Ю. (2017a). О путях обеспечения роста российской экономики // Научные труды Вольного экономического общества России. Т. 203. С. 229–242.
- Глазьев С.Ю. (2017b). Семь сценариев для России // Стратегические приоритеты. № 1(13). С. 101–105.
- Дементьев В.Е. (2017). 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. С. 26–29.
- Маевский В.И. (1997). Введение в эволюционную макроэкономику. М.: Япония сегодня.
- Нельсон Р., Уинтер С. (2000). Эволюционная теория экономических изменений. М.: Финстатинформ.
- Норт Д. (1997). Институты, институциональные изменения и функционирование экономики. М.: Фонд экономической книги «Начала».
- Перес К. (2011). Технологические революции и финансовый капитал. М.: Дело.
- Сухарев О.С. (2014). Экономический рост, институты и технологии. М.: Финансы и статистика.
- Сухарев О.С. (2016). Теория реструктуризации экономики. М.: Ленанд, 2016. С. 161–162.
- Сухарев О.С. (2017). Эволюционная экономическая теория институтов и технологий. Проблемы моделирования. М.: Ленанд.
- Сухарев О.С. (2018). Структурный анализ технологических изменений и стратегия экономического роста // Известия Уральского государственного экономического университета. Т. 19. № 3. С. 26–41.
- Татаркин А.И., Сухарев О.С., Стрижакова Е.Н. (2017). Определение вектора промышленной политики на основе не-ошумпетерианской теории // Вестник Пермского университета. Экономика. Т. 12. № 1. С. 5–22.
- Шумпетер Й. (2007). Теория экономического развития. Капитализм, социализм и демократия. М.: Эксмо.
- Andergassen R., Nardini F., Ricottilli M. (2017). Innovation diffusion, general purpose technologies and economic growth. *Structural Change and Economic Dynamics*, vol. 40, pp. 72–80.
- Foster J., Wild P. (1999). Detecting self-organisational change in economic processes exhibiting logistic growth. *Journal of Evolutionary Economics*, vol. 9, pp. 109–133.
- Fu X., Pietrobelli C., Soete L. (2011). The Role of Foreign Technology and Indigenous Innovation in the Emerging Economies: Technological Change and Catching-up. *World Development*, vol. 39, pp. 1204–1212.
- Luo J., Olechowski A.L., Magee C.L. (2014). Technology-based design and sustainable economic growth. *Technovation*, vol. 34, pp. 663–677.
- Nelson R. (2008). Economic Development from the Perspective of Evolutionary Economic Theory. *Oxford Development Studies*, vol. 36(1), pp. 9–21.
- Silverberg G., Verspagen B. (1995). Evolutionary Theorising on Economic Growth. In: Dopfer K. (ed.). *The evolutionary principles of economics*. Norwell, MA: Kluwer Academic Publishers. Pp. 1–20.
- Su H.-N., Moaniba I.M. (2017). Investigating the dynamics of interdisciplinary evolution in technology developments. *Technological Forecasting and Social Change*, vol. 122, pp. 12–23.
- Tsai D.A. (2017). The effects of dynamic industrial transition on sustainable development. *Structural Change and Economic Dynamics*, vol. 44(C), pp. 46–54.
- Winter S.G., Kaniovski Y.M., Dosi G. (2000). Modeling industrial dynamics with innovative Entrants. *Structural Change and Economic Dynamics*, vol. 11, pp. 255–293.
- Zhao J., Tang J. (2018). Industrial structure change and economic growth: A China-Russia comparison. *China Economic Review*, vol. 47, pp. 219–233.

Информация об авторе

СУХАРЕВ Олег Сергеевич

Доктор экономических наук, профессор, главный научный сотрудник. Институт экономики РАН (117218, РФ, г. Москва, Нахимовский пр., 32). E-mail: o_sukharev@list.ru.

DOI: 10.29141/2218-5003-2019-10-1-1

Managing the technological development structure: Risk and "interest portfolio"

Oleg S. SUKHAREV

Abstract. The paper identifies the tools for managing the technological development structure determined by the availability of new and old technologies, investment in technological update or increasing efficiency of technologies. The management tools under review are risk and the structure of interest rates influencing investment in advanced and outdated technologies. The research subject is the emergence of the latest technology creating a new resource and diverting the existing resources from current technologies. This aspect affects the structure of investment. At that, the emerging risks and interest rate can have a significant impact on the distribution of financial resources. The methodological basis is structural analysis, theoretical models describing various conditions for the emergence and interaction of technologies, modes, sectors, econometric assessments and measurements. The research method is creation of econometric models of two-sector economy and statistical risk assessment. The paper formulates the condition for economic growth based on various modes of structural dynamics of technologies. Changes in risk, profitability and technical advancement of economy are provided in a sectoral context. The author presents a diagram of the ratio of technological development rates in the two-sector model of the economy, which incorporates the manufacturing and transactional-material sector, as well as forms an "interest rate portfolio", i.e. the ratio of interest rates on sectoral lending affecting the redistribution of resources for new technologies. Our findings indicate that advanced technological development requires additional credit to be created and processing risk to be reduced by changing the structure of interest rates.

Keywords: management parameters, technological development, new technology, old technology, investment, risk, redistribution of resources, interaction of economic sectors, interest portfolio, structure of economy, economic growth.

JEL Classification: O11, O14, O32, O33, O41

Acknowledgments. The article is prepared under the grant of the Russian Science Foundation (RNF) for performing fundamental and exploratory research on the topic "Study of the possibilities of long-term scientific and technological development of economy in the context of global technological shifts and crises". The head of the grant is Academician of the Russian Academy of Sciences, Adviser to the President of the Russian Federation S.Yu. Glaziev.

Paper submitted: December 6, 2018.

For citation: Sukharev O.S. (2019). Managing the technological development structure: Risk and "interest portfolio". *Upravlenets – The Manager*, vol. 10, no. 1, pp. 2–15. DOI: 10.29141/2218-5003-2019-10-1-1.

References

- Glaziev S.Yu. (2017a). O putyakh obespecheniya rosta rossiyskoy ekonomiki [On ensuring the growth of the Russian economy]. *Nauchnye trudy Vol'nogo ekonomicheskogo obshchestva Rossii – Scientific Works of the VEO of Russia*, vol. 203, pp. 229–242.
- Glaziev S.Yu. (2017b). Sem' stseneriev dlya Rossii [Seven scenarios for Russia]. *Strategicheskie priority – Strategic Priorities*, no. 1(13), pp. 101–105.
- Dementiev V.E. (2017). [Opportunities to adapt to the paradox of productivity when updating the technological base of economy]. *L'vovskie chteniya – 2017: sb. st. V Vserossiyskoy nauch. konf. / pod nauch. red. G.B. Kleynera. [In: Kleyner G.B. (ed.). Lvov Readings – 2017. Proc. of the 5th All-Russia sci. conf.]. Moscow: GUU Publ., pp. 26–29.*
- Maeviskiy V.I. (1997). *Vvedenie v evolyutsionnyu makroekonomiku* [Introduction to evolutionary macroeconomics]. Moscow: Yaponiya segodnya.
- Nelson R., Uinter S. (2000). *Evolutsionnaya teoriya ekonomicheskikh izmeneniy* [Evolutionary theory of economic change]. Moscow: Finstatinform.
- Nort D. (1997). *Instituty, institutsional'nye izmeneniya i funktsionirovanie ekonomiki* [Institutions, institutional changes and the functioning of economy]. Moscow: Nachala.
- Peres K. (2011). *Tekhnologicheskie revolyutsii i finansovyy kapital* [Technological revolution and financial capital]. Moscow: Delo.
- Sukharev O.S. (2014). *Ekonomicheskiy rost, instituty i tekhnologii* [Economic growth, institutions and technology]. Moscow: Finansy i statistika.
- Sukharev O.S. (2016). *Teoriya restrukturizatsii ekonomiki* [Theory of economic restructuring]. Moscow: Lenand, 2016. Pp. 161–162.
- Sukharev O.S. (2017). *Evolutsionnaya ekonomicheskaya teoriya institutov i tekhnologii. Problemy modelirovaniya* [Evolutionary economic theory of institutions and technologies. Modelling problems]. Moscow: Lenand.
- Sukharev O.S. (2018). Strukturnyy analiz tekhnologicheskikh izmeneniy i strategiya ekonomicheskogo rosta [Structural analysis of technological change and strategy of economic growth]. *Izvestiya Ural'skogo gosudarstvennogo ekonomicheskogo universiteta – Journal of the Ural State University of Economics*, vol. 19, no. 3, pp. 26–41.
- Tatarkin A.I., Sukharev O.S., Strizhakova E.N. (2017). Opredelenie vektora promyshlennoy politiki na osnove neoshumpeterianskoy teorii [Establishing the vector of industrial policy on the basis of Neo-Schumpeterian theory]. *Vestnik Permskogo universiteta. Ekonomika – Bulletin of Perm University. Series: Economics*, vol. 12, no. 1, pp. 5–22.
- Shumpeter Y. (2007). *Teoriya ekonomicheskogo razvitiya. Kapitalizm, sotsializm i demokratiya* [Theory of economic development. Capitalism, socialism and democracy]. Moscow: Eksmo.
- Andergassen R., Nardini F., Ricottilli M. (2017). Innovation diffusion, general purpose technologies and economic growth. *Structural Change and Economic Dynamics*, vol. 40, pp. 72–80.
- Foster J., Wild P. (1999). Detecting self-organisational change in economic processes exhibiting logistic growth. *Journal of Evolutionary Economics*, vol. 9, pp. 109–133.

- Fu X., Pietrobelli C., Soete L. (2011). The Role of Foreign Technology and Indigenous Innovation in the Emerging Economies: Technological Change and Catching-up. *World Development*, vol. 39, pp. 1204–1212.
- Luo J., Olechowski A.L., Magee C.L. (2014). Technology-based design and sustainable economic growth. *Technovation*, vol. 34, pp. 663–677.
- Nelson R. (2008). Economic Development from the Perspective of Evolutionary Economic Theory. *Oxford Development Studies*, vol. 36(1), pp. 9–21.
- Silverberg G., Verspagen B. (1995). Evolutionary Theorising on Economic Growth. In: Dopfer K. (ed.). *The evolutionary principles of economics*. Norwell, MA: Kluwer Academic Publishers. Pp. 1–20.
- Su H.-N., Moaniba I.M. (2017). Investigating the dynamics of interdisciplinary evolution in technology developments. *Technological Forecasting and Social Change*, vol. 122, pp. 12–23.
- Tsai D.A. (2017). The effects of dynamic industrial transition on sustainable development. *Structural Change and Economic Dynamics*, vol. 44(C), pp. 46–54.
- Winter S.G., Kaniovski Y.M., Dosi G. (2000). Modeling industrial dynamics with innovative Entrants. *Structural Change and Economic Dynamics*, vol. 11, pp. 255–293.
- Zhao J., Tang J. (2018). Industrial structure change and economic growth: A China-Russia comparison. *China Economic Review*, vol. 47, pp. 219–233.

Information about the author

Oleg S. SUKHAREV

Dr. Sc. (Econ.), Professor, Chief Researcher. **Institute of Economics of the Russian Academy of Sciences** (32 Nakhimovsky Ave., Moscow, 117218, Russia). E-mail: o_sukharev@list.ru.