

# СТРАТЕГИЯ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ

DOI: 10.15838/esc.2020.4.70.4

УДК 330.5, 338.001.36, ББК 65.012.3, 65.6

© Сухарев О.С., Ворончихина Е.Н.

## Структурная динамика экономики: влияние инвестиций в старые и новые технологии



**Олег Сергеевич  
СУХАРЕВ**

Институт экономики Российской академии наук  
Москва, Российская Федерация, 117218, Нахимовский пр., д. 32  
E-mail: o\_sukharev@list.ru  
ORCID: 0000-0002-3436-7703; ResearcherID: C-3767-2018



**Екатерина Николаевна  
ВОРОНЧИХИНА**

Пермский государственный национальный исследовательский университет  
Пермь, Российская Федерация, 614990, ул. Букирева, д. 15  
E-mail: voronchikhina.katya@yandex.ru  
ORCID: 0000-0001-7033-5832

**Аннотация.** Целью исследования выступают определение степени влияния инвестиций в технологическое обновление на экономический рост, установление соотношения вклада в темп роста инвестиций в старые и новые технологии. Данная задача решается при рассмотрении структурной динамики ВВП по расходам для США, Германии, России и Китая. Методологию исследования составляет структурный анализ, с помощью которого установлена «структурная формула», дающая оценку вклада в темп роста экономики инвестиций в новые и старые технологии, а также вклада иных компонент ВВП по расходам. Такой подход позволяет выделить сложившиеся в рассматриваемых странах модели экономического роста — потребительскую, инвестиционную, смешанную и режимы технологического развития по чувствительности общей технологичности экономики к инвестициям в новые и старые технологии. Под инвестициями в новые технологии

**Для цитирования:** Сухарев О.С., Ворончихина Е.Н. Структурная динамика экономики: влияние инвестиций в старые и новые технологии // Экономические и социальные перемены: факты, тенденции, прогноз. 2020. Т. 13. № 4. С. 74–90. DOI: 10.15838/esc.2020.4.70.4

**For citation:** Sukharev O.S., Voronchikhina E.N. Structural dynamics of the economy: impact of investment in old and new technologies. *Economic and Social Changes: Facts, Trends, Forecast*, 2020, vol. 13, no. 4, pp. 74–90. DOI: 10.15838/esc.2020.4.70.4

понимаются инвестиции в технологические инновации, а общая технологичность экономики определяется по соотношению объема отгруженных инновационных и объема не инновационных товаров, работ, услуг. Метод разбивки инвестиций помогает оценить вклад инвестиций в новые технологии в темп экономического роста, причем как в сравнительном ключе относительно иных компонент ВВП, так и для рассматриваемых стран. Результатом исследования явились идентификация модели экономического роста по наибольшему вкладу компоненты ВВП на рассматриваемом периоде, вкладу в темп инвестиций в новые и старые технологии, а также определение чувствительности технологичности к инвестициям в новые и старые технологии в США, Германии, Китае и России. В ходе анализа было установлено, что влияние инвестиций на динамику ВВП и уровень технологичности не синхронизировано, что требует изменения подхода в области макроэкономической политики, направленной не только на стимулирование инвестиций как локомотива роста, но и такое их распределение, которое бы совместно с изменением институтов приводило к повышению технологичности экономики.

**Ключевые слова:** структура ВВП по расходам, инвестиции, старые и новые технологии, технологичность, экономический рост, «структурная формула», модель экономического роста, режим технологического развития.

### Введение

Структурная динамика экономики охватывается проблемой роста при перманентном изменении элементов экономической структуры, причем рост этих элементов детерминирован их взаимодействием, взаимным влиянием. Такое видение происходящих в экономике изменений длительное время не находило отражения в экономических теориях роста [1]. Проблема состояла не только в сложности явления и долгосрочном характере структурных изменений, но и в том, что агрегатный подход в моделировании роста преобладал над структурным представлением. Отраслевые сдвиги, оцениваемые по перемещению труда, или изменению квалификации, либо модели отраслевой диверсификации [2] в силу действия эффекта производительности [3–5] стали использоваться совсем недавно, не говоря уже об учете эффекта проведения структурных реформ, влияния интеграции [6; 7] или эффективных структурных изменений на экономический рост [8]. Шумпетеровское направление в экономической науке за последнюю четверть века дало возможность учитывать технологические и институциональные трансформации в их влиянии на экономический рост [9–11].

Структурная динамика стала представляться в моделях, которые отнюдь не ориентированы на длительный период, поскольку скоростные изменения в технологиях, институтах довольно быстро сказываются на темпе развития элементов экономики, вносящих свой вклад в общую

величину динамики в период быстрых глобальных трансформаций [12].

Таким образом, экономический рост можно разложить по вкладу элементов экономической структуры в общую величину его темпа, отслеживая краткосрочные изменения. На каждый элемент, его долю в экономике и его динамику влияют факторы, которые могут действовать совместно или раздельно. В частности, понижение процентной ставки способно увеличить валовое потребление и активизировать инвестиции, но ухудшить, например, экспортные позиции страны посредством притока иностранной и укрепления национальной валюты, что сдержит экспорт и удешевит импорт. Соответственно, изменится соотношение вклада валового потребления и инвестиций в темп экономического роста, как и чистого экспорта. Структурные реформы, проводимые одновременно, могут каким-то образом усилить или ослабить этот процесс, изменив вклад компонент ВВП в общую динамику. Помимо изменения вклада и темпа валовых инвестиций, меняется и их структура. Данный аспект слабо учитывается в моделях технологических изменений и экономического роста [2; 13], причем диверсификация экономики далеко не всегда снижает риски развития [14] и способствует прогрессу в области технологий [15]. Структура инвестиций становится определяющей во влиянии на экономическую динамику и технологические изменения.

Существуют исследования, показывающие влияние прямых иностранных инвестиций на экономический рост [16], однако аспекты того, как влияют инвестиции в новые и старые технологии на технологичность и рост, требуют раскрытия, особенно в сравнительной части сложившихся моделей роста и режимов технологических изменений в различных странах. Структурные трансформации вне контекста инвестиций в новые и старые технологии, особенно при рассмотрении вопросов индустриального развития, эффектов деиндустриализации, технологического обновления, изучить в полном объеме проблематично [17; 18]. Новая промышленная политика требует оценить не только состояние институтов, инструментов политики или инвестиции в НИОКР [19], но и их влияние на структуру инвестиций [20], задающую возможности технологического обновления [21]. Это требует создать структурные модели экономического роста и провести эмпирические исследования с выделением в ходе структурного анализа взаимодействующих элементов экономики [13].

Рассмотрим задачу, связанную с определением вклада инвестиций в новые и старые технологии в темп экономического роста, а также распределением режимов технологического развития по чувствительности технологичности экономики к каждому типу инвестиций. Решение этой задачи предпринято ниже, оно позволит обозначить не только меры структурной, макроэкономической политики роста в стратегическом измерении, но и создать инструменты диагностики структурной динамики для рассматриваемых стран (США, Германия, Россия и Китай) с учетом сложившегося режима технологического развития.

#### **Методология исследования. Структурный анализ динамики ВВП и технологичности экономики**

Структурная динамика экономики может быть определена по изменению элементов агрегированного показателя, выступающего обобщенной характеристикой, в частности ВВП. Современное развитие выражается в его перманентном увеличении, однако его компоненты изменяют свою долю в величине продукта и темп динамики, что сказывается на величине

общего темпа экономического роста. По изменению соотношения долей компонент ВВП и их темпа можно оценивать происходящие структурные изменения, исследовать проблему структурной динамики и экономического роста. Вместе с тем отметим, что каждая компонента ВВП весьма неоднородна, в частности инвестиции осуществляются в различные виды деятельности, проекты, технологии, следовательно, структура инвестиций также перманентно изменяется и оказывает свое влияние на темп экономического роста.

Под новыми технологиями будем понимать вновь созданные передовые технологии, а уже используемые — считать условно старыми технологиями<sup>1</sup>. Под технологичностью в строгом смысле следует понимать возможность получения одного и того же результата, но с меньшими издержками, достигаемыми за счет применения более совершенной или абсолютно новой технологии для рассматриваемого интервала времени. При этом на начальной стадии издержки обычно возрастают в силу дороговизны самой технологии, но затем они окупаются широкими возможностями ее применения. Однако в рамках задачи количественной оценки технологичности применим показатель «уровень технологичности», который можно определить как соотношение объема отгруженных товаров, работ, услуг, созданных

<sup>1</sup> В качестве инвестиций в новые технологии рассматривается показатель «затраты на технологические инновации» (источник для России — <https://www.gks.ru/folder/14477>). В связи с отсутствием в международных статистических источниках, в том числе в статистических службах стран, аналогичного показателя (затраты на технологические инновации) для США, Германии, Китая, по другим странам принят в расчет показатель «внутренние затраты на научные исследования и разработки» как в наибольшей степени близкий к затратам на технологические инновации (<https://data.worldbank.org/indicator/GB.XPD.RSDV.GD.ZS?view=chart>, методика расчета — [https://ec.europa.eu/eurostat/cache/metadata/en/rd\\_esms.htm](https://ec.europa.eu/eurostat/cache/metadata/en/rd_esms.htm)). Под инвестициями в старые технологии понимается разница между валовым накоплением основного капитала (валовые инвестиции — I, источник — <https://data.worldbank.org/indicator/NE.GDI.TOTL.ZS>) и затратами на технологические инновации (для всех рассматриваемых стран — показатель расчетный), поскольку разница по России в среднем составляет 30%, что является приемлемым, с нашей точки зрения, для задач исследования.

на новых технологиях – инновационных, к общему объему товаров, работ, услуг, относимых к неинновационным<sup>2</sup>. Инвестиции можно распределить между новыми и старыми технологиями, что может использоваться для характеристики технологического обновления, так как определенным образом влияет на технологичность – создание благ на новых и старых технологиях. В этом случае валовые инвестиции, как компоненту ВВП, можно представить в виде суммы инвестиций в новые и старые технологии, а именно  $I = In + Is$ . ВВП  $Y = C + I + G + Nx$ , представляющий собой сумму валового потребления ( $C$ ), инвестиций ( $I$ ), государственных расходов ( $G$ ) и чистого экспорта ( $Nx$ ), будет иметь вид:  $Y = C + In + Is + G + Nx$ . Продифференцировав по времени оба выражения для ВВП по расходам, получим структурные формулы, позволяющие оценить вклад каждого элемента ВВП в темп экономического роста. С общими инвестициями структурная формула примет вид:

$$g = gc * c + gI * i + gG * a + gNx * b, \quad (1)$$

где:

$$g = \left(\frac{1}{Y}\right) \left(\frac{dY}{dt}\right); gc = \left(\frac{1}{C}\right) \left(\frac{dC}{dt}\right); gI = \left(\frac{1}{I}\right) \left(\frac{dI}{dt}\right);$$

$$gG = \left(\frac{1}{G}\right) \left(\frac{dG}{dt}\right); gNx = \left(\frac{1}{Nx}\right) \left(\frac{dNx}{dt}\right) \quad \text{– темпы}$$

роста ВВП и его компонент;

<sup>2</sup> Объем отгруженных товаров, работ, услуг на новых технологиях определяется как объем отгруженных инновационных товаров, работ, услуг (источник для России – <https://www.gks.ru/folder/14477>; для США, Германии, Китая расчет произведен суммированием объема отгруженных товаров по видам деятельности, относящихся к инновационным, по методике Евростата: авиационно-космическая промышленность, вычислительная техника, электронное оборудование, фармацевтическая продукция, научные приборы, электротехническое оборудование, химическая продукция, неэлектрическая техника, вооружение. Источники: Евростат. URL: <https://ec.europa.eu/eurostat/data/database>; Бюро экономического анализа США. URL: <https://www.bea.gov/data/gdp>; Статистика Китая. URL: <http://www.stats.gov.cn/english/>). Объем отгруженных товаров, работ, услуг на старых технологиях равен разнице общего объема отгруженных товаров, работ, услуг за вычетом объема отгруженных инновационных товаров, работ, услуг.

$$c = \frac{C}{Y}, i = \frac{I}{Y}, a = \frac{G}{Y}, b = \frac{Nx}{Y} \quad \text{– структурные}$$

параметры ВВП по расходам, доли, соответственно, валового потребления, инвестиций, правительственных расходов и чистого экспорта.

$$g = gc * c + gIn * n + gIs * s + gG * a + gNx * b, \quad (2)$$

где:

$gIn, gIs$  – темп роста инвестиций в новые и старые технологии соответственно,  
 $n, s$  – доля инвестиций в новые ( $n = \frac{In}{Y}$ ) и старые ( $s = \frac{Is}{Y}$ ) технологии в ВВП.

Выражения (1)–(2) представляют собой «структурную формулу», позволяющую оценить вклад каждой компоненты ВВП в темп экономического роста для текущего интервала времени.

Согласно структурным формулам (1) и (2) видно, что каждая компонента ВВП вносит свой вклад в темп экономического роста страны. Отметим, что этот вклад изменяется, в связи с чем можно вести речь о доминировании той или иной компоненты ВВП по ее вкладу в темп роста на некотором интервале времени. Если основной вклад в темп роста вносит валовое потребление, можно говорить о потребительской модели экономического роста, если инвестиционные расходы – то об инвестиционной. Если доминирует чистый экспорт, то это внешнеэкономическая модель роста. При условии, что государственные расходы будут вносить основной вклад в темп роста, хотя для рассматриваемых стран такой случай не характерен, будет присутствовать модель роста за счет государственного сектора. В теории она возможна исключительно по оценке влияния рассматриваемых компонент. В том случае, когда не удастся установить доминирующее значение ни одной компоненты, их вклад на интервале времени перемешивается, можно говорить о смешанной модели роста, без явно выраженной доминанты. Для того чтобы воздействовать на экономический рост, подыскивая инструменты экономической политики, следует оценить вклад этих компонент и факторов, влияющих на их динамику и долю в ВВП.

Конечно, изменяющиеся компоненты ВВП могут показывать связную динамику, иметь одни и те же причины изменения. Например, при снижении процента (ключевая процентная ставка) способны увеличиться как инвестиции, так и потребление. Однако не факт, что инвестиции увеличатся равнозначно по направлению новых и старых технологий. Это зависит и от величины снижения процентной ставки, и от его исходного уровня, и от других институциональных условий, влияющих на процесс технологического замещения.

Происходящие трансформации обычно охватывают все элементы структуры, в связи с чем перманентно изменяется соотношение инвестиций в новые и старые технологии, причем по-разному при данной динамике общей величины инвестиций.

Так, общие инвестиции растут, структура распределения инвестиций в новые и старые технологии, например, сохраняется при соответствующем их увеличении. Однако структура распределения может изменяться при росте либо сокращении общей величины инвестиций. Также вполне возможен вариант, когда общая величина инвестиций сохраняется, но структура распределения инвестиций между старыми и новыми технологиями изменяется. Аналогичные процессы могут происходить не только при росте общих инвестиций, но и при их сокращении. Как бы ни изменялись схемы распределения инвестиций, они, вне всяких сомнений, влияют на процесс технологического обновления, то есть на то, как старые технологии вытесняются новыми. Технологическое обновление влияет на процесс создания новых видов благ и его эффективность. Масштаб и скорость производства, в свою очередь, тоже зависят от того, каким образом распределяются инвестиции, а само распределение зависит от исходной эффективности. В каждой экономике существует своя доля создаваемых на новых технологиях благ и инвестиций в новые технологии, в связи с чем они отличаются по вкладу в темп экономического роста, так как динамизм технологического обновления также зависит от многих институциональных условий и исходного наращенного технологического потенциала.

Выражение (2) можно преобразовать с учетом структуры инвестиций в новые и старые технологии:

$$\begin{aligned} \frac{dI}{dt} &= I_s \frac{d\gamma}{dt} + \frac{dI_s}{dt} (1 + \gamma) \\ \gamma &= \frac{I_n}{I_s} \\ \frac{d\gamma}{dt} &= \gamma (g_{I_n} - g_{I_s}) \\ d_{is} &= \frac{I_s}{I} \\ i_s &= \frac{I_s}{Y} \\ I &= I_s + I_n = (1 + \gamma) I_s \end{aligned} \quad (3)$$

С учетом (3) структурная формула (2) будет иметь вид:

$$\begin{aligned} g &= g_{I_n} * (1 + \gamma) * \gamma * i_s * d_{is} + \\ &+ g_{I_s} * (1 + \gamma) * i_s * d_{is} + \\ &+ g_c * c + g_G * a + g_{NX} * b \end{aligned} \quad (4)$$

Из выражения (4), которое отличается от выражения (2) только записью, следует, что вклад инвестиций в новые и старые технологии в темп роста отличается и зависит, во-первых, от величины темпа каждого вида инвестиций, во-вторых, от доли инвестиций в общей величине инвестиций или от величины распределения инвестиций  $\gamma = I_n/I_s$ .

Темп каждого вида инвестиций определится сложившимся режимом технологического развития, обновления. Этот режим детерминируется тем, насколько технологичность будет возрастать от осуществляемых инвестиций в новые и старые технологии. В частности, наиболее весомое значение имеет повышение технологичности от осуществления инвестиций в новые технологии. Вполне возможен вариант, когда инвестиции в новые технологии не приводят к ощутимому увеличению технологичности, на которую оказывают большее влияние инвестиции в старые технологии. Это говорит о том, что в экономике по тем или иным причинам затруднены процессы технологического замещения, обновления.

Если доля инвестиций в новые технологии полностью зависит от величины осуществляе-

Таблица 1. Основные режимы технологического развития экономики по чувствительности к элементам структуры инвестиций

Рост инвестиций In, Is	Технологичность (рост/снижение)			
	Лидерство	Сдача позиций	Рывок	Деградация
In	Рост	Снижение	Рост	Снижение
Is	Снижение	Рост	Рост	Снижение

Источник: составлено авторами.

мых инвестиций в новые технологии, то есть от того, как удастся нарастить инвестиции в новые технологии, то темп их роста будет зависеть от жесткости институтов, регулирующих решения по замене технологий. Кроме того, институты кредитования, мотивы агентов переходить на новые технологии, наличие самих этих новых технологий до стадии их практического внедрения, а также готовность всех звеньев экономики воспринять такие технологические инновации будут влиять как на складывающийся режим технологического развития, так и на величину инвестиций в новые технологии и их динамизм. Увеличение инвестиций в новые технологии может повышать общий уровень технологичности, но может и не приводить к его существенному увеличению. То же относится и к инвестициям в старые технологии. Таким образом, по чувствительности технологичности к инвестициям в новые и старые технологии можно выделить режимы технологического развития (табл. 1).

Рост инвестиций в старые технологии способен увеличить общий технологический уровень экономики, а в новые технологии – понизить. При этом общая технологичность может возрасти. В связи с этим режимы под названием «лидерство» и «рывок» предполагают, что технологичность возрастает. Причем основной вклад в увеличение должны давать инвестиции в новые технологии, особенно для режима технологического развития «лидерство». Рост инвестиций в старые технологии при таком режиме действует в направлении понижения технологичности, но общий уровень технологичности увеличивается исключительно за счет новых технологий. Механизм замещения старых технологий новыми срабатывает и на уровне инвестиций. При развитии по режиму «сдача позиций» рост инвестиций в новые

технологии не повышает технологичность, она понижается, а инвестиции в старые технологии действуют в направлении повышения технологичности. При этом общая технологичность может возрасти. Технологический рывок наблюдаем, когда оба вида инвестиций способствуют повышению технологического уровня. Здесь имеет значение эластичность технологичности по каждому виду инвестиций, характеризующая, какой вид инвестиций обеспечивает больший прирост технологичности. С учетом того, что этот режим технологического развития обозначен как «рывок», инвестиции в новые технологии должны в большей степени влиять на повышение общей технологичности. Если рост инвестиций в новые и старые технологии не приводит к повышению технологичности экономики, то такой режим можно обозначить как технологическую деградацию. Его характеристиками являются высокий уровень отсталости по технологиям, значительные издержки и низкая эффективность.

С помощью предложенной в таблице 1 матрицы основных технологических режимов можно осуществить ранжирование стран или отдельных регионов по типу технологического режима, связав его с моделью экономического роста.

Повышение технологического уровня имеет массу эффектов последствия, то есть одних инвестиций недостаточно. К тому же может присутствовать эффект насыщения, когда при повышении технологического уровня становится все труднее повышать его далее в силу увеличивающихся затрат, расширяющихся потребностей в новых инвестициях, роста институциональных проблем развития. Возникающие дисбалансы на рынке труда и капитала тоже действуют в этом направлении, влияя на технологическое обновление.

Исходный технологический уровень также определяет динамизм и эффективность экономики, возможность замещения технологий. Процесс замещения технологий ориентируется на ожидаемый доход, окупаемость, которая зависит от сложившихся к текущему моменту технологических возможностей и состояния рынков.

Структурный анализ полезен в смысле не только идентификации конкретной экономики с точки зрения реализуемой модели ее роста, но и технологического развития, может применяться в компаративных исследованиях при сравнении результатов экономического развития стран, для получения прогноза в области развития технологий и качества экономического роста, структуры экономики. Его можно использовать для верификации мер макроэкономической политики, поскольку идентификация модели роста и технологического развития позволяет согласовать методы секторальных и сугубо макроэкономических воздействий, часто конфликтующих друг с другом.

Далее рассмотрим представленный подход на примере наиболее крупных игроков мировой технологической динамики: США, Германии и Китая, а также России как важного игрока в современной глобальной конкуренции по отдельным технологическим направлениям. Проведем структурный анализ динамики ВВП согласно полученному выражению (2), учитывая структуру инвестиций – разделение инвестиций на инвестиции в технологические инновации (инвестиции в новые технологии) и прочие инвестиции (инвестиции в старые технологии), как разницу между валовыми инвестициями и инвестициями в технологические инновации. Затем проанализируем чувствительность технологичности, под которой понимается отношение объема инновационных отгруженных товаров, работ, услуг к величине неинновационных товаров, к инвестициям в новые и старые технологии, что позволит идентифицировать сложившуюся модель технологического развития каждой страны. Итогом проводимого анализа выступает оценка влияния структуры инвестиций и технологического обновления на экономический рост государств, показывающих различную экономическую динамику и характеризующихся различным уровнем технологического развития.

### Сравнительный анализ структурной динамики экономик США, Германии, Китая и России

Представим структурную динамику ВВП следующих стран: США, Германия, Китай и Россия – в период 2001–2017 гг.<sup>3</sup> (рис. 1–4)<sup>4</sup>, отдельно выделив изменение вклада инвестиций в новые и старые технологии и оценив точность расчета, сравнивая расчет по «структурным формулам» (1) и (2) с фактическими данными по росту экономик указанных стран. Для Китая и России отклонение расчетных от фактических значений наиболее существенное, что можно связать с качеством данных или с особенностями их представления. Для Германии и США точность расчета довольно высокая.

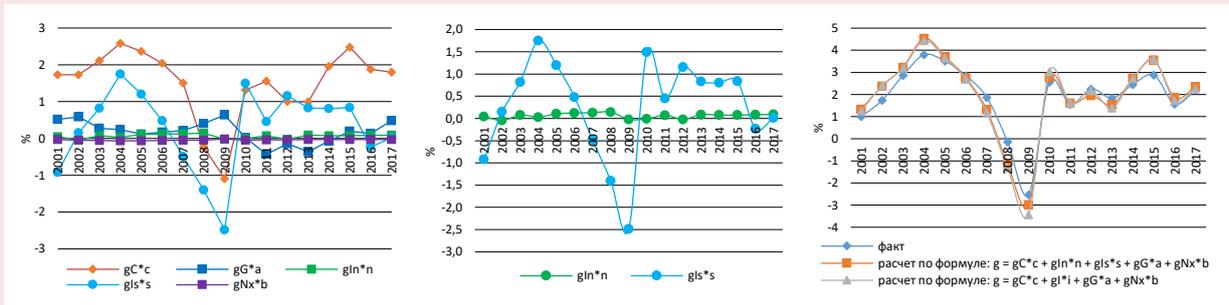
Из рис. 1 следует, что в США на рассматриваемом отрезке времени сложилась потребительская модель роста, так как валовое потребление вносит основной вклад в экономическую динамику. Второй по значимости вклад принадлежит инвестициям в старые технологии. Инвестиции в новые технологии вносят весьма незначительный вклад в темп роста.

Для экономики Германии до 2012 года характерна смешанная модель экономического роста, не обнаруживающая одной доминирующей компоненты ВВП по вкладу в темп роста. Однако особенностью является то, что инвестиции в новые технологии вносят в отдельные годы основной вклад в темп экономического роста Германии. На значительном отрезке времени вклад в темп роста инвестиций в новые технологии сопоставим или выше вклада в темп роста инвестиций в старые технологии. С 2012 года начинает доминировать

<sup>3</sup> Для РФ используется период 2006–2018 гг., так как статистика по инвестициям имеется с 2005 года.

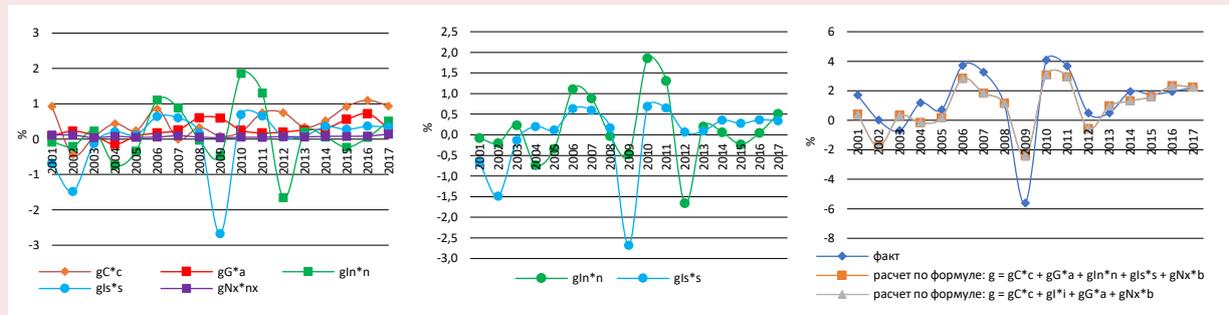
<sup>4</sup> Источником для расчетов являются данные Всемирного банка по странам, по России – Росстата (<https://www.gks.ru/accounts>). Согласно методике Росстата применительно к России элементы использования ВВП приведены в сопоставимые цены с учетом индекса-дефлятора и индекса физического объема элементов использования ВВП. 2002–2011 гг. приведены к ценам 2008 г., 2012–2015 – к ценам 2011 г., 2016–2018 – к ценам 2016 г. Источники по другим странам: <https://data.worldbank.org/indicator/NE.CON.PRVT.KD.ZG?locations=DE>; <https://data.worldbank.org/indicator/NE.CON.PRVT.ZS>; <https://data.worldbank.org/indicator/NE.CON.GOVT.ZS?locations=DE>; <https://data.worldbank.org/indicator/NE.GDI.TOTL.ZS?locations=DE>; <https://data.worldbank.org/indicator/NE.CON.PRVT.KD.ZG?locations=CN>

Рис. 1. Структурная динамика ВВП по компонентам (слева), вклад инвестиций (в центре), точность расчета (справа), США, 2001–2017 гг.



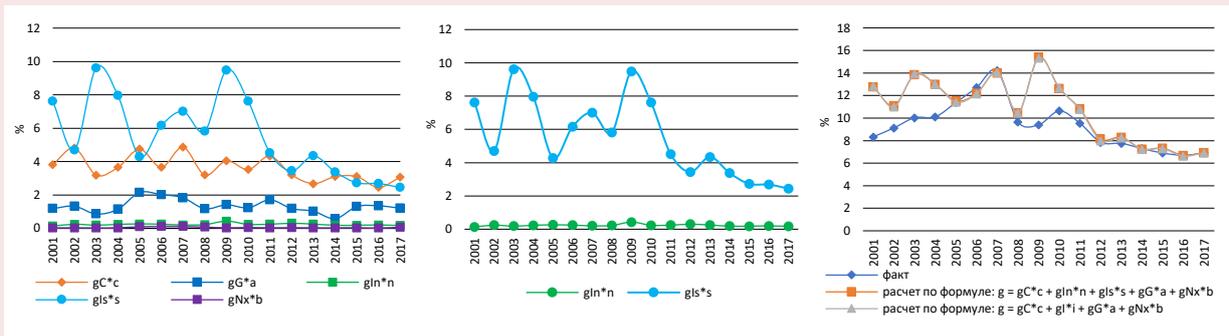
Источник: данные Всемирного банка. URL: <https://data.worldbank.org/>

Рис. 2. Структурная динамика ВВП по компонентам (слева), вклад инвестиций (в центре), точность расчета (справа), Германия, 2001–2017 гг.



Источник: данные Евростата. URL: <https://ec.europa.eu/eurostat/data/database>

Рис. 3. Структурная динамика ВВП по компонентам (слева), вклад инвестиций (в центре), точность расчета (справа), Китай, 2001–2017 гг.

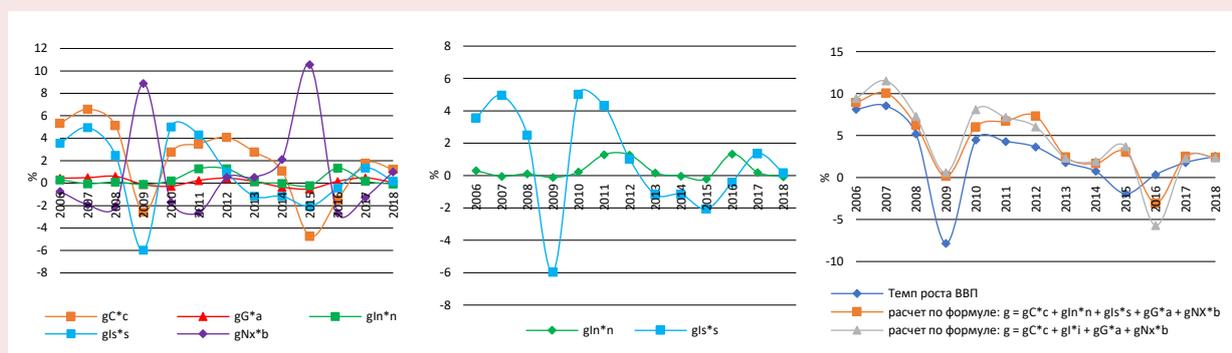


Источник: данные Всемирного банка. URL: <https://data.worldbank.org/>

валовое потребление, вклад инвестиций в старые технологии становится выше вклада в темп роста инвестиций в новые технологии. Тем самым можно утверждать, что для потре-

бительской модели роста как в США, так и в Германии с 2012 года характерен более высокий вклад инвестиций в старые, а не в новые технологии.

Рис. 4. Структурная динамика ВВП по компонентам (слева), вклад инвестиций (в центре), точность расчета (справа), Россия, 2006–2018 гг.



Источник: данные Росстата. URL: <https://www.gks.ru/accounts>

В Китае сложилась инвестиционная модель экономического роста, так как именно инвестиции дают наибольший вклад в темп роста на исследуемом интервале времени. Однако вклад инвестиций в старые технологии много выше вклада в темп роста инвестиций в новые технологии. Обращает на себя внимание, в отличие от США, что правительственные расходы вносят в темп роста Китая ощутимый вклад. Однако основополагающий вклад в темп роста принадлежит инвестициям в старые технологии, что является символом развития традиционных отраслей экономики Китая.

В среднем темп роста российской экономики был выше, нежели темп роста экономики США и Германии в 2006–2017 гг. Судя по рис. 4, для России характерна потребительски-смешанная модель экономического роста, то есть имеются годы, когда по вкладу в темп роста полностью доминирует валовое потребление, и всего три года на рассматриваемом отрезке, когда основной вклад в темп роста вносят инвестиции. В кризисные годы (2009 и 2015) доминировал чистый экспорт, выступая компонентой сопротивления кризису. В 2016 году основной вклад в темп роста вносят инвестиции в новые технологии. Вместе с тем реализация приоритетов не позволяла ощутимо увеличить общую технологичность российской экономики (рис. 5).

Рис. 5 дает представление об общем уровне технологичности в рассматриваемых странах. Самый высокий уровень демонстрирует Герма-

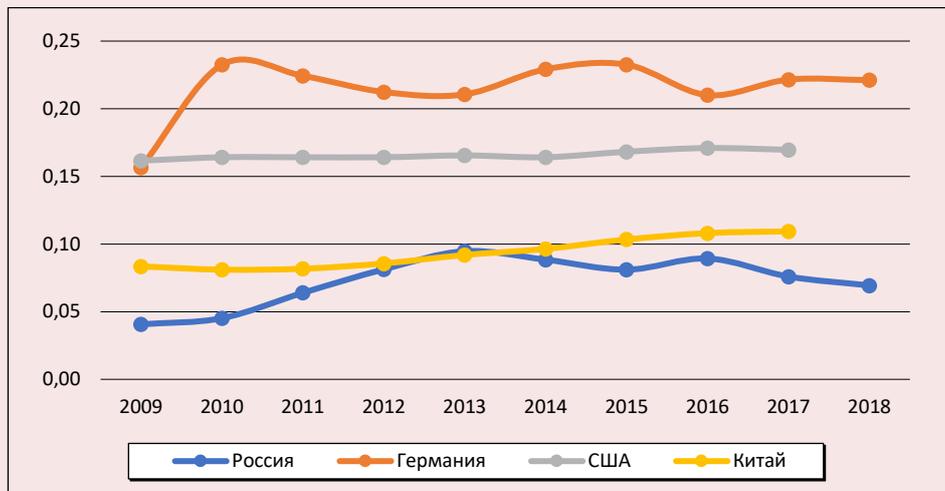
ния, для которой инвестиции в новые технологии вносят наибольший вклад в темп экономического роста. Ей уступают США. Технологичность Китая и России совпала только в 2013 году, на всем промежутке времени данный показатель в России меньше, чем в Китае, причем если до 2013 года технологичность в России возрастала, то с 2013 года она в среднем понижается. Имеются периоды повышения и снижения технологичности и в Германии, но сама величина этого показателя примерно в 2,5 раза выше, нежели в России.

Рассматриваемые нами страны, помимо величины инвестиций, отличаются по чувствительности технологичности к инвестициям в новые и старые технологии. Далее предпринят эконометрический анализ, позволивший выделить модели связи технологичности и инвестиций в новые и отдельно в старые технологии (рис. 6–9).

Экономика США показывает зависимость от инвестиций в новые и старые технологии как основных факторов повышения технологического уровня. Отметим, что по величине инвестиций в старые и новые технологии США являются безусловным лидером среди рассмотренных стран, инвестируя ежегодно от 2 до 3 трлн долл. в старые и от 400 до 500 млрд долл. — в новые технологии<sup>5</sup>. Вторую позицию занимает Китай, инвестируя ежегодно в старые технологии примерно от 2,5 до 4 трлн долл., а в новые — от 100 до 220 млрд долл.

<sup>5</sup> Рассмотрен интервал 2009–2017 гг. (по рис. 6–9).

Рис. 5. Уровень технологичности в США, Германии, Китае и России, 2009–2018 гг.

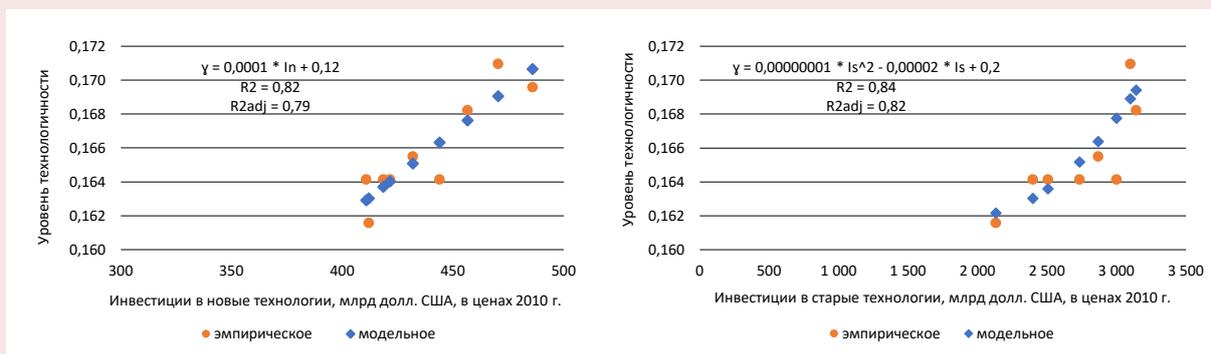


Источник: данные Росстата. URL: <https://www.gks.ru/folder/14477>, [https://www.gks.ru/enterprise\\_industrial](https://www.gks.ru/enterprise_industrial); данные Евростата. URL: <https://ec.europa.eu/eurostat/data/database>; данные Бюро экономического анализа США. URL: <https://apps.bea.gov/iTable/iTable.cfm?ReqID=51&step=1>; данные Национального бюро статистики Китая. URL: <http://www.stats.gov.cn/english/Statisticaldata/AnnualData/>

Германия инвестирует в старые технологии от 530 до 650 млрд долл., в новые – от 90 до 120 млрд долл. Россия уступает всем рассмотренным странам, располагая самым малым объемом инвестирования как в старые, так и ос-

бенно в новые технологии (400 млрд долл. и 18 млрд долл. соответственно). Это на порядок меньше, чем Китай, в 2–6 раз меньше, чем Германия, и в 20 с лишним раз меньше, чем США инвестируют в новые технологии.

Рис. 6. Технологичность и инвестиции в новые\* (слева) и старые\*\* (справа) технологии в США, 2009–2017 гг. в ценах 2010 года



\* Статистики модели: F-критерий = 33, D-Врасчет. = 2,6 € [1,32; 2,68], Тест Уайта:  $\chi^2$  расчет. = 1,17,  $\chi^2$  крит. = 15,5

\*\* Статистики модели: F-критерий = 18,6, D-Врасчет. = 1,7 € [1,32; 2,68], Тест Уайта:  $\chi^2$  расчет. = 2,25,  $\chi^2$  крит. = 15,5

Источник: данные Всемирного банка. URL: <https://data.worldbank.org/>

Немецкая экономика в плане повышения технологичности сильно зависит от инвестиций в новые технологии, меньше — от инвестиций в старые технологии (рис. 7). Оба вида инвестиций действуют в направлении увеличения общей технологичности.

Экономика Китая демонстрировала увеличение технологичности при росте инвестиций в новые и старые технологии (рис. 8), хотя в старые технологии вкладывалось на порядок больше ресурсов, чем в новые.

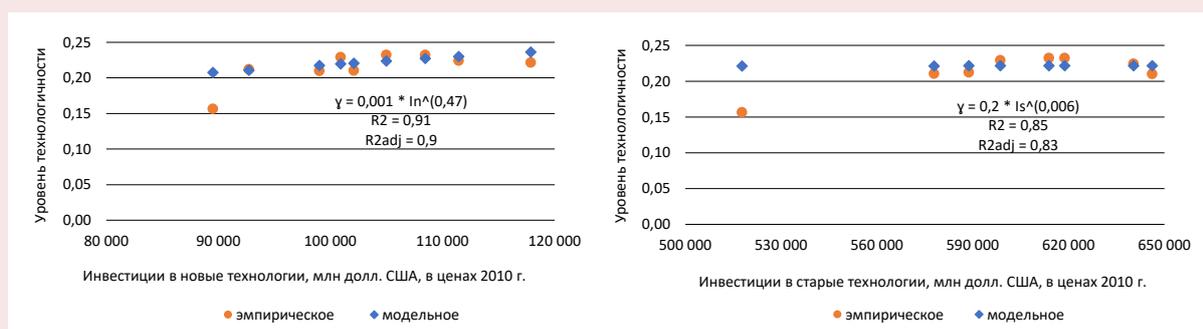
Как следует из рис. 9, в российской экономике в период 2009–2017 гг. некоторый рост инвестиций в старые технологии увеличивал технологичность, затем приводил к ее снижению. Рост инвестиций в новые технологии

сопровождался общим снижением технологического уровня. Причинами этого, предположительно, являются низкая чувствительность технологических цепочек в силу имеющихся в них разрывов к инвестициям в новые технологии и недостаточный их масштаб.

Следовательно, имелся период, когда технологичность возрастала за счет инвестиций в старые технологии и понижалась при осуществлении инвестиций в новые и старые технологии.

Поскольку в российской экономике наблюдается рост инвестиций в новые технологии при снижении общей технологичности, а рост инвестиций в старые технологии имеется при увеличении технологичности и при ее снижении, то характер технологического развития

Рис. 7. Технологичность и инвестиции в новые\* (слева) и старые\*\* (справа) технологии в Германии, 2009–2017 гг. в ценах 2010 года

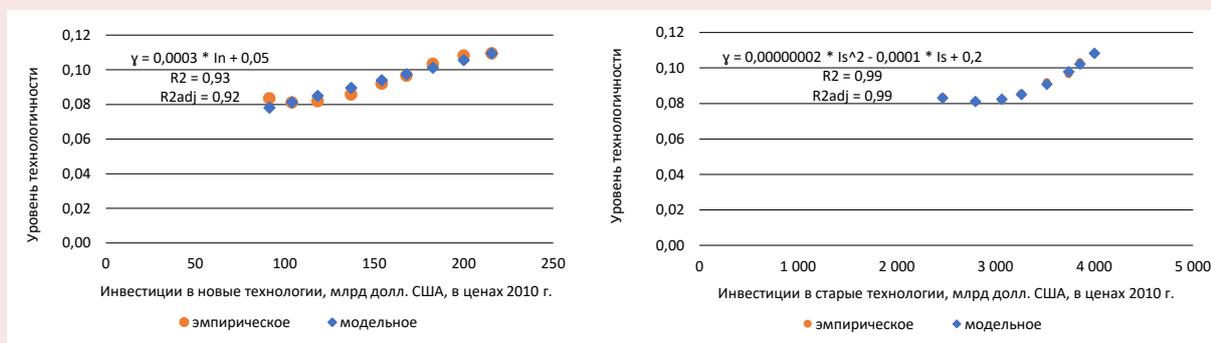


\* Статистики модели: F-критерий = 11,7, D-Врасчет. = 2 € [1,32; 2,68], Тест Уайта:  $\chi^2$  расчет. = 0,22,  $\chi^2$  крит. = 15,5

\*\* Статистики модели: F-критерий = 5,7, D-Врасчет. = 1,7 € [1,32; 2,68], Тест Уайта:  $\chi^2$  расчет. = 0,09,  $\chi^2$  крит. = 15,5

Источник: данные Евростата. URL: <https://ec.europa.eu/eurostat/data/database>

Рис. 8. Технологичность и инвестиции в новые\* (слева) и старые\*\* (справа) технологии в Китае, 2009–2017 гг. в ценах 2010 года

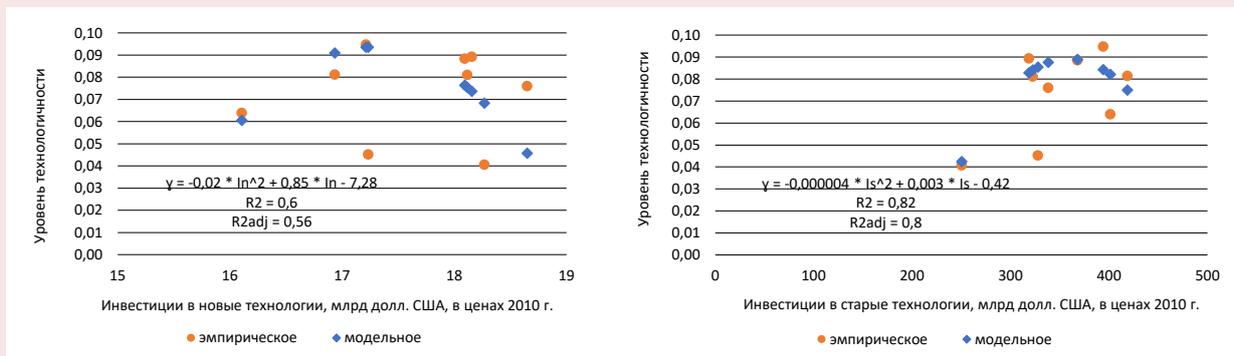


\* Статистики модели: F-критерий = 94,2, D-Врасчет. = 1,4 € [1,32; 2,68], Тест Уайта:  $\chi^2$  расчет. = 1,55,  $\chi^2$  крит. = 15,5

\*\* Статистики модели: F-критерий = 923,4, D-Врасчет. = 1,7 € [2,6; 2,68], Тест Уайта:  $\chi^2$  расчет. = 0,39,  $\chi^2$  крит. = 15,5

Источник: данные Всемирного банка. URL: <https://data.worldbank.org/>

Рис. 9. Технологичность и инвестиции в новые\* (слева) и старые\*\* (справа) технологии в России, 2009–2017 гг. в ценах 2010 года



\* Статистики модели: F-критерий = 7,2, D-Wрасчет. = 1,6 € [1,32; 2,68], Тест Уайта:  $\chi^2$  расчет. = 4,78,  $\chi^2$  крит. = 15,5

\*\* Статистики модели: F-критерий = 23,2, D-Wрасчет. = 2,5 € [1,32; 2,68], Тест Уайта:  $\chi^2$  расчет. = 2,25,  $\chi^2$  крит. = 15,5  
Источник: данные Росстата. URL: <https://www.gks.ru/accounts>

располагается между режимом «сдача позиций» и «технологическая деградация» (табл. 2). При этом происходит перемещение с одного режима на другой.

Китайская экономика демонстрирует режим технологического развития типа «рывок». В связи с тем, что в немецкой экономике на рост технологичности наиболее сильное влияние оказывают инвестиции в новые технологии, а инвестиции в старые технологии практиче-

ски не сказываются на увеличении технологичности, такой режим можно отнести к типу «технологическое лидерство» (см. табл. 2). В США обнаружен рост технологичности от инвестиций двух типов, однако невысокий, что характерно для режима «технологического лидерства», а рывок может наблюдаться лишь по отдельным технологическим направлениям. Тем самым в США сочетаются два режима технологического развития.

Таблица 2. Модели экономического роста и режимы технологического развития США, Германии, Китая и России

Страна	Модель экономической динамики* (по рис. 1–4)	Чувствительность технологичности к инвестициям в новые технологии	Чувствительность технологичности к инвестициям в старые технологии	Режим технологического развития** (по рис. 6–9)
США	Потребительская	Рост инвестиций – рост технологичности (незначительный)	Рост инвестиций – рост технологичности (незначительный)	Лидерство/рывок
Германия	Смешанная	Рост инвестиций – рост технологичности (сильное влияние)	Рост инвестиций – слабый рост технологичности (слабое влияние)	Лидерство
Китай	Инвестиционная	Рост инвестиций – рост технологичности	Рост инвестиций – рост технологичности	Рывок
Россия	Потребительски-смешанная	Рост инвестиций – снижение технологичности	Рост инвестиций – снижение и небольшое повышение технологичности	Сдача позиций/деградация

\* Модели экономической динамики для США, Германии, Китая в период 2001–2017 гг., для России в период 2006–2018 гг. по причине имеющихся данных за соответствующие годы.

\*\* Режимы технологического развития выделены для стран в период 2009–2017 гг. по причине наличия данных для указанных лет на момент проведения исследования.

Источник: составлено авторами по рис. 1–9, табл. 1.

Как следует из таблицы 2, лидерство в области технологического развития обеспечивается при смешанной и потребительской модели роста. Сдача позиций и технологическая деградация проявляются для потребительски-смешанной модели роста. Технологический рынок характерен для инвестиционной модели. Другие режимы технологического развития могут проявляться при различных моделях экономического роста.

Среднегодовой темп роста в России оказался вторым после Китая (табл. 3) в период 2001–2017 гг. Однако устойчивость роста, измеряемая по среднеквадратическому отклонению душевого ВВП за период 2000–2018 гг., была низкой (отклонение высокое), в отличие от Китая и США. Инновационная модель роста в Германии характеризовалась наибольшей неустойчивостью, что имманентно инновационной динамике.

Темп экономического роста сильно зависел от вклада инвестиций в новые и старые техно-

логии для Германии, для Китая, причем в большей степени от вклада в рост инвестиций в старые технологии. Что касается США, то вклад темпа роста инвестиций в новые технологии практически не влиял на сам темп роста, в отличие от вклада инвестиций в старые технологии. В России вклад инвестиций в новые технологии практически не влиял на темп роста, однако вклад инвестиций в старые технологии оказался существенным.

На рис. 10 приведен расчет чувствительности технологичности к изменению инвестиций в новые и старые технологии за период 2010–2017 гг. Диаграмма содержит показатель, который выражает изменение технологичности в процентах при увеличении инвестиций на один процентный пункт.

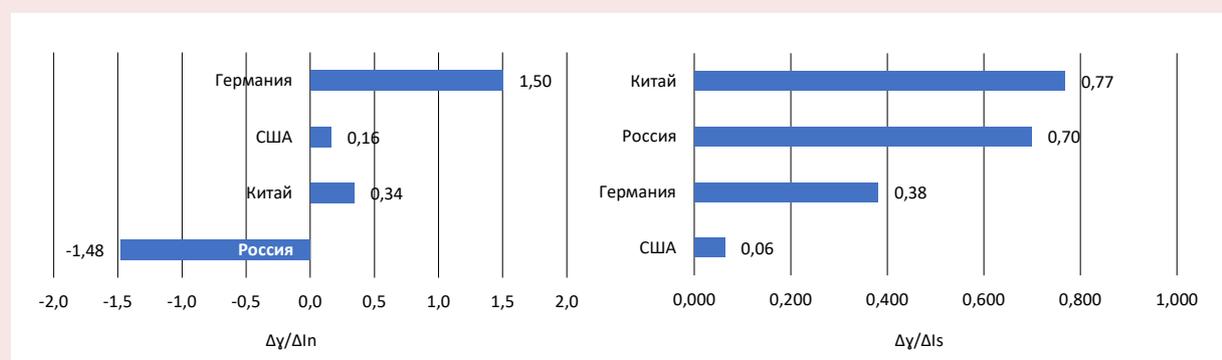
Увеличение инвестиций в новые технологии на один процент понижало технологичность российской экономики на 1,48%. Такой результат требует интенсификации усилий по инвестированию новых технологий, расширяя мас-

Таблица 3. Среднегодовой темп роста и его устойчивость, 2000–2018 гг.

	Среднегодовой темп роста ВВП, %	Среднеквадратическое отклонение изменения душевого валового продукта в ценах 2010 года, за период 2000–2018 гг., долл.
Россия	3,77	1932,09
Германия	1,41	3284,1
США	2,07	912,3
Китай	9,14	222,4

Источники: данные Всемирного банка. URL: <https://data.worldbank.org/>; данные Евростата. URL: <https://ec.europa.eu/eurostat/data/database>, данные Росстата. URL: <https://www.gks.ru/accounts>

Рис. 10. Чувствительность технологичности к изменению инвестиций в новые (слева) и старые (справа) технологии по странам, 2010–2017 гг.



Источники: данные Всемирного банка. URL: <https://data.worldbank.org/>; данные Евростата. URL: <https://ec.europa.eu/eurostat/data/database>; данные Росстата. URL: <https://www.gks.ru/accounts>

штаб их применения и объем инвестиций. Особо следует воздействовать на повышение степени восприимчивости экономической среды к новым технологиям. Наиболее чувствительна к инвестициям в новые технологии технологичность немецкой экономики. При увеличении инвестиций в новые технологии на 1% технологичность возростала на 1,5%, то есть примерно на столько же, насколько технологичность российской экономики понижалась. Вторым после Германии по показателю чувствительности технологичности к инвестициям в новые технологии оказался Китай, за ним – США. К инвестициям в старые технологии наиболее чувствительна технологичность экономики Китая, затем – технологичность российской экономики. Далее располагаются Германия с двукратным отрывом и США с десятикратным отрывом от чувствительности технологичности к инвестициям в старые технологии относительно российской и китайской экономик. Тем самым получено весьма интересное соотношение. Инвестиции в старые технологии могут вносить существенный вклад в динамику ВВП, но технологичность ощутимо не повышать. А инвестиции в новые технологии могут практически не давать вклада в динамику ВВП, но существенно влиять на повышение технологичности. Только для Германии влияние на динамику ВВП и технологичность для инвестиций в новые технологии совпадает. Четко видно, что из четырех стран оформились две пары. Первая пара – Германия и США, где чувствительность технологичности высока к инвестициям в новые технологии и низка – к инвестициям в старые. Вторая пара – Россия и Китай, где, наоборот, чувствительность высока к инвестициям в старые и низка к инвестициям в новые технологии.

Таким образом, важной задачей выступает изменение условий для распределения инвестиций между новыми и старыми технологиями, трансформации институтов, мотивов инвестирования, для того чтобы изменить чувствительность реакции технологического уровня на поступающий ресурс в виде инвестиций и т. д. Следовательно, обычного наращивания инвестиций для обеспечения роста недостаточно, более того, вклад в рост может присутствовать, но уровень технологичности при том

существенно изменяться не будет. Данное обстоятельство выступает ценным, на наш взгляд, условием при планировании политики роста, так как сведение ситуации только к обеспечению темпа роста может обернуться тем, что в будущем соответствующие факторы будут недоразвиты, с вытекающим конкурентным поражением страны на мировом рынке.

#### **Заключение**

Проведенное исследование вносит вклад в развитие теории экономического роста и технологических изменений благодаря учету структуры инвестиций в новые и старые технологии, выделению режимов технологической динамики. Это позволяет оценить не только вклад инвестиций в различные виды технологических возможностей, но и влияние технологического обновления на темп роста. Прикладное значение сводится к возможности провести сопоставительный анализ траекторий технологического развития и роста для различных стран, регионов с учетом чувствительности уровня технологичности к инвестициям в новые и старые технологии.

Подводя итог исследованию, приходим к следующим наиболее важным выводам, составляющим определенную перспективу для проведения дальнейшей поисковой работы в рамках данной темы.

Во-первых, достижение макроэкономических целей развития требует осуществлять структурный анализ динамики целевых показателей, что необходимо для определения причин и степени влияния инструментов на их изменение. Инвестиции способны ускорить рост даже в текущем режиме, но, например, не смогут быстро увеличить технологичность, особенно если наращиваются инвестиции в старые технологии. В настоящее время пропорция по инвестициям в ведущих по экономическому развитию странам сложилась не в пользу инвестиций в новые технологии. Однако в одних государствах они вносят основной вклад и в динамику экономики, и в рост технологичности, в других – вклад в изменение и динамики, и технологичности весьма скромный. Имеются примеры, в частности Россия, где рост технологичности осуществляется за счет инвестиций в старые технологии, то есть за счет их некоторого обновления.

Во-вторых, быстрое увеличение инвестиций в новые технологии может положительно сказаться на вкладе в темп экономического роста, однако совсем не означает, что технологичность реагирует на такое быстрое увеличение и возрастает. Она может даже понизиться, что наглядно демонстрирует пример развития российской экономики. Тем самым возникает несогласованная динамика, при которой инвестиции могут положительно повлиять на темп роста, но не обеспечить увеличения технологичности экономики.

В-третьих, инвестиции в новые и старые технологии способны обеспечивать режим технологического развития в виде рывка, то есть существенно повышать технологичность и одновременно вносить основной вклад в темп экономического роста. В этом случае, как видно по китайской экономике, доминировать могут инвестиции в старые технологии. Однако инвестиции в новые технологии позволяют постепенно занимать ведущие конкурентные позиции в области высоких технологий.

В-четвертых, инвестиции в новые технологии могут давать более значимый вклад в темп роста и быть локомотивом в повышении технологичности, что характерно для Германии, несмотря на то что модель экономического роста является смешанной. Тем не менее в ней впол-

не рельефно виден вклад инвестиций в новые технологии, в отличие от других рассмотренных стран.

В-пятых, изменить влияние инвестиций на технологичность возможно не только за счет увеличения объема инвестиций, например в новые технологии, но и за счет институциональных коррекций, регулирующих распределение инвестиций, потоки, технологическое обновление. Конечно, исходное состояние технологической базы будет сильно влиять на чувствительность технологичности к увеличению соответствующих инвестиций, как и достигнутый технологический уровень. Чем он выше, тем, видимо, ниже окажется чувствительность. Это наглядно видно по изменению технологичности Германии и США, занимающих верхний уровень по величине технологичности.

Таким образом, при планировании экономической политики роста необходимо не только принимать во внимание сложившуюся модель экономической динамики с оценкой поведения структурных элементов, но и в эпоху скоростных технологических изменений учитывать чувствительность технологичности к формируемой структуре инвестиций. То есть требуется прилагать усилия по обоснованному формированию такой структуры. Представленный нами анализ помогает решать подобные задачи на уровне макроуправления.

## Литература

1. Gabardo F.A., Pereima J.B., Einloft P. The incorporation of structural change into growth theory: A historical appraisal. *Economia*, 2017, vol. 18, issue 3, pp. 392–410. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.econ.2017.05.003>
2. Freire C. Economic diversification: A model of structural economic dynamics and endogenous technological change. *Structural Change and Economic Dynamics*, 2019, vol. 49, pp. 13–28. DOI: 10.1016/j.strueco.2019.03.005
3. Alonso-Carrera J., Raurich X. Labor mobility, structural change and economic growth. *Journal of Macroeconomics*, 2018, vol. 56, pp. 292–310. DOI: 10.1016/j.jmacro.2018.03.002
4. Samaniego R. M., Sun J. Y. Productivity growth and structural transformation. *Review of Economic Dynamics*, 2016, vol. 21, pp. 266–285. DOI: 10.1016/j.red.2015.06.003
5. Pi J., Zhang P. Structural change and wage inequality. *International Review of Economics & Finance*, 2018, vol. 58, pp. 699–707. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.iref.2018.07.010>
6. Brancaccio E., Garbellini N., Giammetti R. Structural labour market reforms, GDP growth and the functional distribution of income. *Structural Change and Economic Dynamics*, 2018, vol. 44, pp. 34–45.
7. Cutrini E. Economic integration, structural change, and uneven development in the European Union. *Structural Change and Economic Dynamics*, 2019, vol. 50, pp. 102–113. DOI: 10.1016/j.strueco.2019.06.007
8. Vu K. M. Structural change and economic growth: Empirical evidence and policy insights from Asian economies. *Structural Change and Economic Dynamics*, vol. 41, 2017, pp. 64–77. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.strueco.2017.04.002>

9. Aghion P., Akcigit U., Howitt P. Lessons from Schumpeterian Growth Theory. *The American Economic Review*, 2015, vol. 105, no. 5, pp. 94–99. DOI: 10.1257/aer.p20151067
10. Breschi S., Malerba F., Orsenigo L. Technological Regimes and Schumpeterian Patterns of Innovation. *The Economic Journal*, 2000, vol. 110, no. 463, pp. 388–410. DOI: <https://doi.org/10.1111/1468-0297.00530>
11. Castellacci F. A Neo-Schumpeterian Approach to Why Growth Rates Differ. *Revue économique*, 2004, vol. 55, no. 6, pp. 1145–1169. DOI:10.3917/reco.556.1145
12. Landesmann M.A., Stöllinge R. Structural change, trade and global production networks: An ‘appropriate industrial policy’ for peripheral and catching-up economies. *Structural Change and Economic Dynamics*, 2019, vol. 48, pp. 7–23. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.strueco.2018.04.001>
13. Sukharev O.S. *The Theory of Economic Growth: Institutions, Structures, Technologies and Information*. Moscow, 2019.
14. Sukharev O.S. The restructuring of the investment portfolio: the risk and effect of the emergence of new combinations. *Quantitative Finance and Economics*, 2019, no. 3 (2), pp. 390–411. DOI: 10.3934/QFE.2019.2.390
15. Sukharev O.S. Structural analysis of income and risk dynamics in models of economic growth. *Quantitative Finance and Economics*, 2020, vol. 4 (1), pp. 1–18. DOI: 10.3934/QFE.2020001
16. Iamsiraroj S. The foreign direct investment–economic growth nexus. *International Review of Economics & Finance*, 2016, vol. 42, pp. 116–133. DOI: 10.1016/j.iref.2015.10.044
17. Romano L., Traù F. The nature of industrial development and the speed of structural change. *Structural Change and Economic Dynamics*, 2017, vol. 42, pp. 26–37. DOI: <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.2461290>
18. Brondino G. Productivity growth and structural change in China (1995–2009): A subsystems analysis. *Structural Change and Economic Dynamics*, 2019, vol. 49, pp. 183–191. DOI: 10.1016/j.strueco.2018.09.001
19. Vo L.V., Le H.T.T. Strategic growth option, uncertainty, and R&D investment. *International Review of Financial Analysis*, 2017, vol. 51, pp. 16–24. DOI: 10.1016/j.irfa.2017.03.002
20. Felice G. Size and composition of public investment, sectoral composition and growth. *European Journal of Political Economy*, 2016, vol. 44, pp. 136–158. DOI: 10.1016/j.ejpoleco.2016.07.001
21. Andreoni A., Chang H-J, Scazzieri R. Frontiers of Industrial Policy: Structures, Institutions and Policies. *Structural Change and Economic Dynamics*, 2019, vol. 48, pp. 1–150.

### Сведения об авторах

Олег Сергеевич Сухарев – доктор экономических наук, профессор, главный научный сотрудник, Институт экономики Российской академии наук (117218, Российская Федерация, г. Москва, Нахимовский пр., д. 32; e-mail: o\_sukharev@list.ru)

Екатерина Николаевна Ворончихина – кандидат экономических наук, старший преподаватель, Пермский государственный национальный исследовательский университет (614990, Российская Федерация, г. Пермь, ул. Букирева, д. 15; e-mail: voronchikhina.katya@yandex.ru)

Sukharev O.S., Voronchikhina E.N.

### Structural Dynamics of the Economy: Impact of Investment in Old and New Technologies

**Abstract.** The purpose of the study is to determine the degree of impact of investment in technological renewal on economic growth, to establish the ratio of the contribution of investment in old and new technologies to the growth rate. This problem is solved when considering the GDP structural dynamics by expenditure in the case of the United States, Germany, Russia and China. The research methodology is based on structural analysis, which establishes a “structural formula” assessing the contribution of investment in new and old technologies to the growth rate of the economy, as well as the contribution of other GDP components by expenditure. This approach allows us to distinguish the existing models of economic growth in the countries under consideration – consumer, investment, mixed models and

technological development modes according to the sensitivity of the overall technological economy to investment in new and old technologies. Investment in new technologies is understood as investment in technological innovations, and the overall technological efficiency of the economy is determined by the ratio of the volume of innovative goods shipped and the volume of non-innovative goods, works, and services. The investment breakdown method helps to assess the contribution of investment in new technologies to economic growth, both in a comparative way relative to other GDP components, and for the considered countries. The result of the study is the identification of the economic growth model by the largest contribution to GDP component in the period under review, the contribution to the rate of investment in new and old technologies, as well as the determination of the sensitivity of technology to investment in new and old technologies in the United States, Germany, China and Russia. The analysis found that the impact of investment on the GDP dynamics and the level of technology is not synchronized, which requires to change the approach to macroeconomic policy, aimed not only at stimulating investments as a driver of growth, but also their distribution in such a way which would lead to an increase in the technology of the economy together with changing the institutions.

**Key words:** GDP structure by expenditure, investment, old and new technologies, manufacturability, economic growth, “structural formula”, model of economic growth, mode of technological development.

### **Information about the Authors**

Oleg S. Sukharev – Doctor of Sciences (Economics), Professor, Chief Researcher, Institute of Economics of RAS (32, Nakhimovsky Prospect, Moscow, 117218, Russian Federation; e-mail: o\_sukharev@list.ru)

Ekaterina N. Voronchikhina – Candidate of Sciences (Economics), Senior Lecturer, Perm State National Research University (15, Bukirev Street, Perm, 614990, Russian Federation; e-mail: voronchikhina.katya@yandex.ru)

Статья поступила 17.02.2020.