

# ЭКОНОМИКА И УПРАВЛЕНИЕ НАРОДНЫМ ХОЗЯЙСТВОМ

УДК 338.22

10.17213/2075-2067-2020-1-4-23

## ИНДУСТРИАЛИЗАЦИЯ 4.0 И МОДЕЛИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ ДЛЯ ПРЕОДОЛЕНИЯ ЭФФЕКТА «2Д»<sup>1</sup>

© 2020 г. О. С. Сухарев

*Институт проблем рынка РАН, г. Москва*

*Целью статьи является рассмотрение видов индустриализации с обоснованием пригодности для России проведения политики технологического обновления, для осуществления которой требуется специальная институциональная настройка экономики и управление структурой инвестиций, направляемых в старые и новые технологии. Обосновывается необходимость технологической индустриализации, в соответствии с которой усилия правительственной политики должны быть направлены на технологическое обновление производств, а не расширение сектора индустрии в объеме ВВП, по крайней мере, на первом этапе проведения такой экономической политики. Выявлена положительная связь между инвестициями в новые технологии и уровнем технологичности для российской экономики (не для всех стран она присутствует). Методом исследования выступает структурный анализ, эмпирико-статистические оценки и регрессионные модели, используемые для демонстрации возможных связей между рассматриваемыми релевантными параметрами. Результатом проведенного исследования является выделение различных моделей технологического развития по динамике структуры инвестиций в старые и новые технологии. Эмпирический анализ на выбранном промежутке времени подтверждает, что в российской экономике инвестиции в новые технологии крайне недостаточны для ощутимых положительных системных последствий в части технологического обновления и экономического развития. Сформировавшиеся институты, включая структуру секторов, закрепляют технологическую отсталость, поэтому переход от одной модели технологического развития к другой требует формирования специальной политики, которая согласует меры макроэкономического воздействия и предпринимаемые институциональные коррекции. Нужно воздействовать на понижение рисков инвестирования в новые технологии, а также на стимулы и поведение собственников производств, снижать издержки занятий научной*

<sup>1</sup> В эту статью вошел целиком текст доклада, подготовленного для пленарного заседания на одной из конференций в декабре 2019 года, но не попавший в пленарное заседание, что автор оставляет на совести организаторов (программного комитета), которые приглашали выступить. Благодарю редколлегию Вестника ЮРГТУ (НПИ) и лично проф. Е. Б. Колбачева за возможность опубликования этого текста в виде статьи. Рассматриваемый эффект «2Д» — это деиндустриализация российской экономики, сводимая к уменьшению доли промышленного производства в ВВП и прогрессирующей технологической отсталости и наблюдающаяся деквалификация персонала, которой обычно пренебрегают при рассмотрении проблем деиндустриализации, технологического обновления. Так называемый эффект «4Д», встречаемый в литературе, фактически является просто развернутым представлением «2Д» с более детальной расшифровкой позиций под соответствующие буквы. Так можно добавить и пятое «Д» — дисфункцию управления на уровне предприятия и экономики в целом. Однако, увеличение позиций под соответствующие буквы не является целью познания явления деиндустриализации и деквалификации, проявляющиеся в российской экономике на протяжении длительного периода времени.

деятельностью, проведения и внедрения НИОКР. Требуется изменить чувствительность системы к инвестициям в новые и старые технологии, обеспечив повышение технологического уровня за счет новых технологий.

Ключевые слова: *технологическая индустриализация; экономические секторы; старые и новые технологии; политика технологического обновления; экономический рост.*

*The purpose of the article is to consider the types of industrialization with justification of the suitability for Russia of pursuing a technological renewal policy, which requires special institutional adjustment of the economy and management of the structure of investments allocated to old and new technologies. The necessity of technological industrialization is substantiated, in accordance with which the efforts of government policy should be aimed at technological renewal of production, rather than expanding the industrial sector in terms of GDP, at least at some first stage of such an economic policy. A positive relationship was revealed between investments in new technologies and the level of technologicity for the Russian economy (not for all countries it is present). The research method is based on structural analysis, empirical and statistical estimates, and regression models used to demonstrate possible relationships between the relevant parameters under consideration. The result of the study is the allocation of various models of technological development according to the dynamics of the structure of investments in old and new technologies. An empirical analysis over a selected period of time confirms that in the Russian economy, investments in new technologies are extremely insufficient for tangible positive systemic consequences in terms of technological renewal and economic development. Formed institutions, including the structure of sectors, reinforce technological backwardness, therefore, the transition from one model to another of technological development requires the formation of a special policy that harmonizes macroeconomic impact measures and institutional corrections undertaken. It is necessary to work on reducing the risks of investing in new technologies, as well as on the incentives and behavior of production owners, to reduce the costs of doing scientific activities, conducting and implementing R&D. It is required to change the sensitivity of the system to investments in new and old technologies, ensuring an increase in the technological level due to new technologies.*

Key words: *technological industrialization; economic sectors; old and new technologies; technology renewal policies; economic growth.*

### **1. Индустриальная революция 4.0 и технологическая индустриализация в России**

Экономическая эволюция характеризуется несколькими периодами индустриальных скачков, которые обычно обозначают как индустриальные революции — с первой по четвертую, охватывающую современный период [1, 2, 4, 7, 8]. Эти скачки в развитии промышленности объединяет общий эффект — повышение общей технологичности за счет появления новых технологий и фондов — машин, оборудования, а также явление перемещения самих технологий из обработки в транзакционные виды деятельности по мере движения к четвертой индустриальной революции.

Если первая промышленная революция характеризовалась быстрой индустриализацией, не столь большим влиянием технических достижений на производительность труда и весьма скромным темпом роста [2], то уже вторая индустриальная революция предполагала активное внедрение новых знаний и технологий в промышленность. Она привела к созданию ряда новых отраслей, а третья революция, в отличие от первых двух, в рамках которых промышленность была построена по иерархическому принципу, определила масштабное организационное изменение промышленной системы — к децентрализации моделей бизнеса и производства,

расширению горизонтальных связей [8], которые позволяют лучше решать экологические и энергетические проблемы, повысить эффективность создаваемой разветвленной инфраструктуры (трансакционные секторы). В общем-то, сегодня потенциал третьей промышленной революции еще не исчерпан, хотя научные дискуссии разворачиваются уже по поводу следующего скачка — четвертой индустриальной революции, контуры которой становятся все рельефнее и очевиднее в настоящее время. Активизация дискуссии произошла с книги К. Шваба «Четвертая промышленная революция», изданной в 2016 году, в которой по существу обозначено всеобъемлющее влияние технологий по различным направлениям жизни человека. Именно это качество становится атрибутом намечающейся четвертой индустриальной революции — комбинаторное влияние созданных технологий. Иными словами, технологии как способы воздействия и изменения ресурса, продукта, услуги, процесса, взаимодействия, соединяясь, могут давать совершенно иное, более высокое, качество развивающейся системы и ее отдельных элементов. Технологии изменяют политику, решение социальных вопросов, демографии и самого человека, причем качество изменяется многократно, когда технологии усиливают друг друга, взаимодействуют. В одной из работ автора<sup>2</sup> было показано, как комбинаторный эффект в области взаимодействия технологий влияет на экономический рост, причем сила этого влияния оказывается выше, нежели согласно шумпетерианскому принципу «созидательного разрушения».

Таким образом, многочисленные исследования в различных частях мира подтверждают положительный синергетический эффект влияния технологий на современное экономическое развитие. Конечно, четвертая промышленная революция охватывает происходящие изменения в полном объеме, нежели доктрина «Индустрия 4.0», которая возникла в Германии в 2011 году, а затем в ряде стран в связи с распространением программ цифровизации экономики и производства [1, 7]. Стратегическим направлением доктри-

ны «Индустрия 4.0» стало создание «умных предприятий» [6]. Эта доктрина является лишь составным элементом четвертой промышленной революции, так как цифровые технологии — это только один тип используемых технологий, которые, проникая в человеческую жизнь, кардинально изменяют ее содержание и качество. Эти технологии позволяют повысить производительность труда, организационную и управленческую эффективность, расширить эффект горизонтальных связей, оформившийся по итогам третьей промышленной революции. Оцифровка производства расширяет возможности эффективного управления — получения быстрых результатов и тиражирования, причем проблема тиражирования снимается с повестки дня по итогу третьей промышленной революции. В рамках четвертой революции острую актуальность приобретает проблема получения релевантной информации, новых знаний. Весьма важным атрибутом цифровой программы развития новых технологий является контроль жизненного цикла создания блага на всех участках и эффект индивидуализации производства. В рамках такой модели производство организуется под конкретный запрос [10]. Безлюдность и безотходность производства становятся ключевым векторами его развития.

При высокой гонке технологических изменений возникает аналитически важная проблема оценки того, насколько эффективно производства адаптируются к новым технологиям, в частности, цифровым, как это сказывается на текущей производительности труда и иных параметрах эффективности функционирования. Предполагаем, что для осуществления подобных оценок необходимо уметь оценить уровень индустриализации экономики по общему критерию, то есть посредством измерения доли индустрии в экономике и относительно иных ее секторов (общий критерий). Также наверняка потребуется оценка экономической динамики с учетом сложившейся технологической структуры (старые-новые технологии), которая может оказаться более или менее восприимчивой к вводу вновь появившихся технологий (специальный

<sup>2</sup> Сухарев О. С. Экономический рост, институты и технологии. — М.: Финансы и статистика, 2014. — С. 383–388.

критерий). Последний аспект крайне важен, так как осуществляемые инвестиции в конечном счете также распределяются между старыми и новыми технологиями, воздействуя на формирование технологической структуры и динамику технологического обновления. Проблема в том, насколько общий технологический уровень экономики, который можно определить, например, соотношением объема созданных благ с применением новых технологий к аналогичному объему благ, созданных на старых технологиях, зависит от инвестиций в новые и соответственно старые технологии. Иными словами, какова чувствительность технологичности экономики к инвестициям в новые технологии. Этот параметр позволяет судить о том, каковы возможности технологического обновления и насколько значима роль инвестиций.

Конечно, необходимы затраты на освоение этих новых технологий (обучение), а также стыковки новых технологий с теми технологическими возможностями, которые применяются на данный момент, причем в каждой экономической системе эффект наверняка будет иметь свои особенности, связанные с характеристическими чертами построения производства в конкретной экономической системе. Считается, что «облачные вычисления», «интернет вещей», работа с большими массивами данных обеспечат конкурентные преимущества. Однако, другие страны также проводят ту же самую работу и стремятся использовать эти же технологии. Видимо, нужно предположить, что эта конкуренция определится именно тем, как использованы новые технологии. Иными словами, что происходит в сфере облачных вычислений и их применении, в работе с большими данными и так далее. От организации этих технологий, общих затрат будет зависеть результат конкурентной борьбы.

Запуск новой модели роста для российской экономики в аналитических и даже научных кругах часто связывают с условием стимулирования инноваций, проведения ин-

дустриализации экономики. Действительно, долгосрочный экономический рост, особенно в развитых западных странах, предполагал интенсификацию усилий в области инноваций, развития науки и техники, а промышленные революции предопределили развитие мировой экономики на столетие вперед [3, 5]. Подобные усилия, укладываемые в общий эволюционный формат изменений на коротких и длительных интервалах времени, являются обоснованными и адекватными.

Относительно российской экономики перенесение «модных подходов» не может быть обоснованным, так как страна обладала довольно развитой индустрией и потеряла в значительной степени свои позиции на относительно коротком интервале времени не в силу действий каких-то внешних причин, а в силу реформирования базисных институтов и проведения соответствующей макроэкономической и иной политики.

Современные дискуссии по поводу индустриализации носят преимущественно конъюнктурный характер, выстраиваются обычно по чинам и регалиям, а не по взыску в освещение или решение, либо аргументацию того или иного вопроса. Инерция системы исходное состояние, системность, точнее, ее разрыв, обычно не учитываются даже в аналитических выкладках. Научная бюрократия подвергает и процесс научной дискуссии собственному порабощению. Это не может не сказаться на качестве обсуждаемых вопросов, итогах этих обсуждений, а в современном информационном мире обесценивает практику организации самих конференций, которые часто превращаются или подчиняются задаче раскрутки некоего имени в науке, которая по своей природе подчинена кланово-бюрократическим канонам, а не прояснению сути вопроса. Чаще всего сегодня приходится видеть «обзорно-обобщенные» призывы необходимости индустриализации, технологического обновления<sup>3</sup> российской экономики (которые по большому счету звучали еще в 1970-х гг. и на про-

3 Отдельные выступления касаются того, что Россия никогда не была технологическим лидером, следовательно, возможно, и не стоит ставить такую цель, которая не является имманентной для нашего государства. Активно проводится и идея привлечения иностранных инвестиций, поскольку внутренние ресурсы для решения масштабных задач недостаточны, при этом из виду как бы пропадает обстоятельство санкций и обострившейся международной конкуренции по всем направлениям, особенно высоким технологиям, причём как военного, так и гражданского назначения.

тяжении всех 1980-х в СССР, а в 1992 г. вылились в программу технологического развития, которую не суждено было реализовать<sup>4</sup>), а также анализ успехов иных государств в реализации программы индустриализации 4.0 или цифровизации, причем первое в развитых странах не сводится ко второму, хотя его и предполагает.

Деиндустриализация происходила довольно быстро и охватила различные контуры современного производства, причем выражалась она не только в снижении доли индустрии в ВВП (стандартное представление о деиндустриализации), но и в технологической деградации производства, сопровождающейся деквалификацией персонала (эффект 2Д)<sup>5</sup>. Если фонды устарели и изношены, какое технологическое обновление возможно? Что создадим на старых фондах, которые еще и очень дорогие относительно используемого труда (стоимость капитала значительно выше)? По существу, в России имеются дорогие, но изношенные фонды, кроме того, низкий уровень общей технологичности, имеются разрывы в производственно-технологических контурах. Какая инновационная динамика возможна на такой основе и можно ли ее ставить условием экономического роста? Какой массив или масштаб технологических изменений будет достаточным, чтобы системно изменить ситуацию, ведь технологическая модернизация отдельных производств является лишь локальным успехом?

Для экономических агентов существует фундаментальная логика инвестирования: сначала они инвестируют в оборотные средства на решение текущих задач, значит, используют те фонды, которые имеются, затем уже инвестируют в замену фондов, которая может вызвать необходимость добавочных инвестиций в виде переобучения персонала.

Последняя стратегия приводит к увеличению затрат с вытекающими последствиями для обеспечения доходности. Если инвестиции осуществляются преимущественно из собственных средств агентов, когда кредитные возможности ограничены (именно такая ситуация в России уже длится много лет), то технологическое обновление блокируется сложившейся структурой по линии «труд — капитал», «рентабельность — риск», а также самим рынком, который способен лишить модернизируемое производство сбыта по причине увеличивающихся издержек.

Индустриализация в историческом аспекте развивалась так, как показано на рисунке 1.

Сначала доля индустрии в валовом внутреннем продукте стран увеличивалась, этап «взлета» (I вид). Затем, после этапа промышленных революций, возник этап «умеренного роста» (II вид), когда доля индустрии ощутимо уже не возрастала быстрым темпом, но продолжала медленно увеличиваться исчерпывающим темпом. На исходе XX века<sup>6</sup> эта доля в среднем стала понижаться и увеличилась доля услуг. Экономике стали называть «сервисной» (см. рис. 1, сверху). Эту фазу обозначили как деиндустриализация или «сдача позиций» (III вид), когда наблюдается снижение доли индустрии в создаваемом продукте и рост доли услуг. Однако данный процесс нельзя отнести технологическому уровню производства, который невысокий на этапе «взлета», ускоряется на втором этапе, когда темп изменения доли индустрии в ВВП уже начинает тормозиться, и приобретает еще более высокое значение в период так называемой деиндустриализации (рис. 1, сверху, штриховая линия обозначена символом «Т»). Таким образом, технологичность производства неуклонно возрастает, что и является имманентной характеристикой процесса индус-

4 Эта программа, видимо, была разработана в силу того, что именно 13-й пятилетний план был свёрнут, отказались даже от того, чтобы взять хотя бы какие-либо его параметры. Именно тринадцатая пятилетка, подписанная Генеральным секретарём ЦК КПСС М. С. Горбачёвым в декабре 1989 года, предполагающая повышение темпов роста, роботизацию, развитие микроэлектроники и новых технологий, не была выполнена в полном объёме. Более того, итоги современного развития России никогда никем не сравнивались с этими плановыми показателями, что лишний раз подчёркивает отсутствие подлинного научного интереса в чём-либо разобраться.

5 Подробнее см.: Сухарев О. С. Экономическая политика и развитие промышленности. — М.: Финансы и статистика, 2011. Сухарев О. С. Структурные проблемы экономики России. — М.: Финансы и статистика, 2010 (доступны на сайте [www.osukharev.com](http://www.osukharev.com)). Позже этот эффект был «разбит» на 4Д, можно добавить и 5-е «Д» — дисфункцию управления. Эти уточнения коренным образом уже не меняют сам подход.

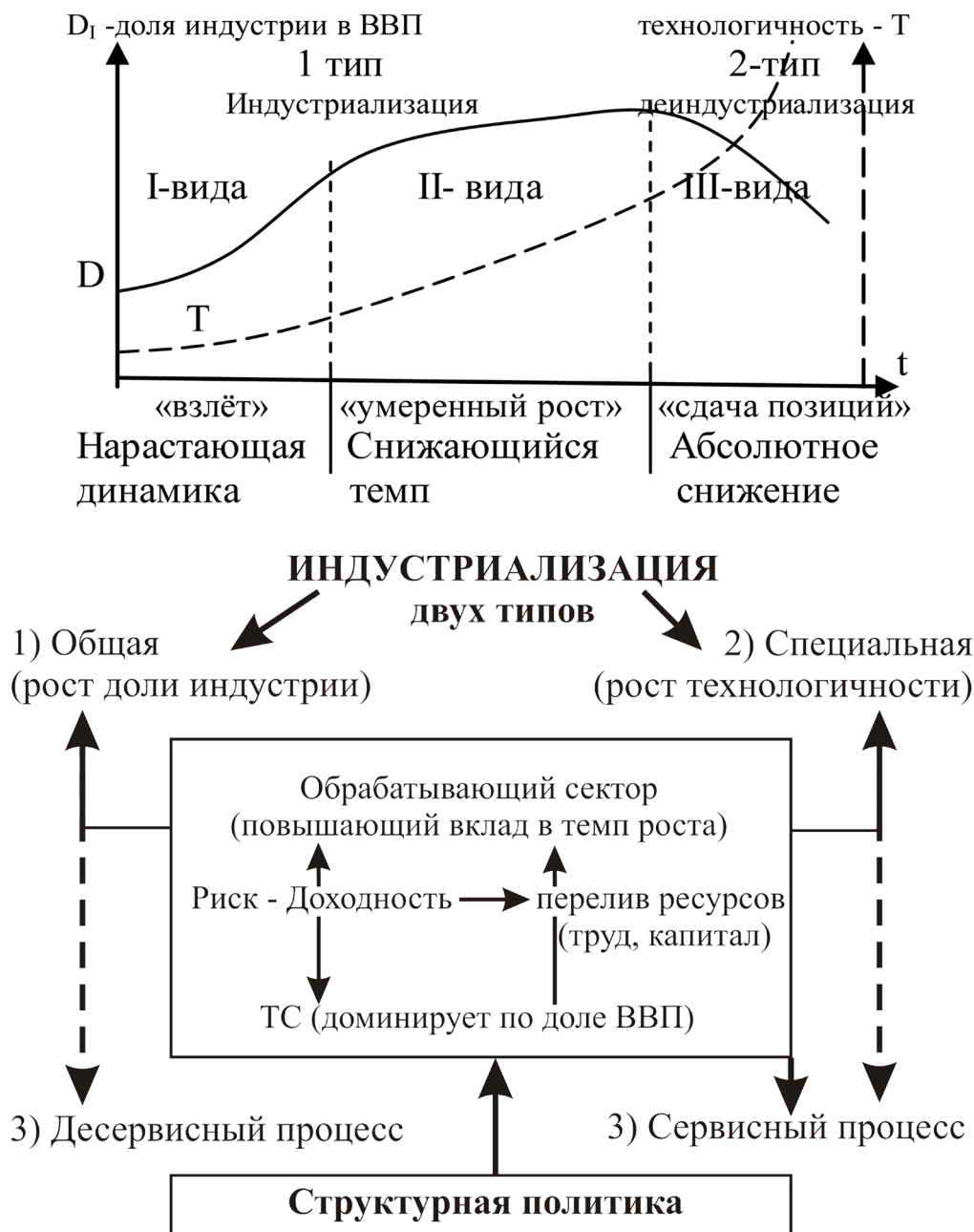
6 Первые два этапа можно грубо представить так: первый этап XIX век и первая четверть XX века, второй этап — срединные 50 лет XX века, третий этап — заключительная четверть XX века и начало XXI века.



триализации. Иными словами, имеются два основным вида индустриализации: общий и специальный или технологический. Именно последний вид индустриализации приводит к неограниченным возможностям в тиражировании продукции<sup>7</sup>.

Задача индустриализации может быть, как следует из рисунка 1, поставлена на двух

уровнях. Во-первых, это увеличение доли индустрии в ВВП, то есть уменьшение доли транзакционных или сырьевых секторов (1 тип), то есть секторальная динамика имеет весомое значение [12]. Во-вторых, это повышение технологичности, то есть увеличение данного показателя (2 тип). Однако обе задачи могут реализовываться одновременно, так



**Рис. 1.** Индустриализация в историческом измерении (вверху) и секторальная политика (внизу)

<sup>7</sup> Сухарев О. С., Глазунова В. В. Структурная макроэкономика. — М.: Ленанд, 2019.

как ограничивающих взаимных противоречий не создают. В обоих случаях на ее реализацию требуется получить необходимый ресурс (труд и капитал). В связи с этим требуется влияние на соотношение секторов и распределение технологий между ними, следовательно, и инвестиций. В частности, риск в каждом секторе выступает тем агрегированным параметром, на который возможно повлиять различными методами экономической политики. Механизм такого воздействия показан на рисунке 1, внизу. Видно, что общая модель индустриализации обеспечит «десервисную» экономику (снижение доли услуг<sup>8</sup>). Технологическая индустриализация<sup>9</sup> также нуждается в ресурсах, как минимум, не снизит позиции сервисного сектора. Риск (определяется по среднему квадратичному отклонению прибыли в секторах) является управляющим параметром. Влияя на риск, можно скорректировать потоки труда и капитала между секторами, придав новую динамику их развитию. Особо важно, что при влиянии на соотношение риска наверняка изменится соотношение инвестиций в новые и старые технологии, что и символизирует обновление капитала.

Конечно, возможна величина риска, для которой равнозначно инвестирование в новые и старые технологии. В этом случае включаются иные факторы, детерминирующие выбор агентов своей траектории технологического развития. Данные факторы всегда присутствуют, но доходность и риск, их соотношение, задают материальные возможности технологического обновления, которые при прочих равных всегда оказываются сильнее иных факторов, разумеется, при наличии того, чем можно обновлять. Если отсутствуют технологии, разработки, то процесс обновления привязан к внешним источникам, что составляет проблему технологической зависимости. В каждом случае имеются ли отечественные технологии, либо их необходимо закупать за рубежом, потребуются инвестиции. Во втором случае конкурентные особенности обычно задают большую величину затрат за технологии не самого совершенного

порядка. Это обстоятельство выступает своеобразным ограничением модели зависимого технологического обновления. Важно отметить, что институциональными коррекциями системы образования и науки можно за некоторый промежуток времени в стратегическом плане создать условия для страны, когда собственные разработки отойдут на второй план и возникнет внешняя зависимость, выгодная иностранным конкурентам, осваивающим данный рынок. В связи с этим различные модификации и унификации в сфере образования можно рассматривать как подчиненные стратегическим задачам внешним конкурентным центрам силы. По этой причине не прямые инвестиции в технологии — это инвестиции в образование и науку, поскольку они создают базу для воспроизводства будущих технологий.

Ниже рассмотрим лишь некоторые особенности инвестиций в новые и старые производства в обрабатывающем и транзакционно-сырьевых секторах, уровень технологичности российской экономики, который можно оценивать по соотношению объема производства на новых и старых технологиях, инновационную динамику.

## 2. Инвестиции в технологии и модели технологического развития

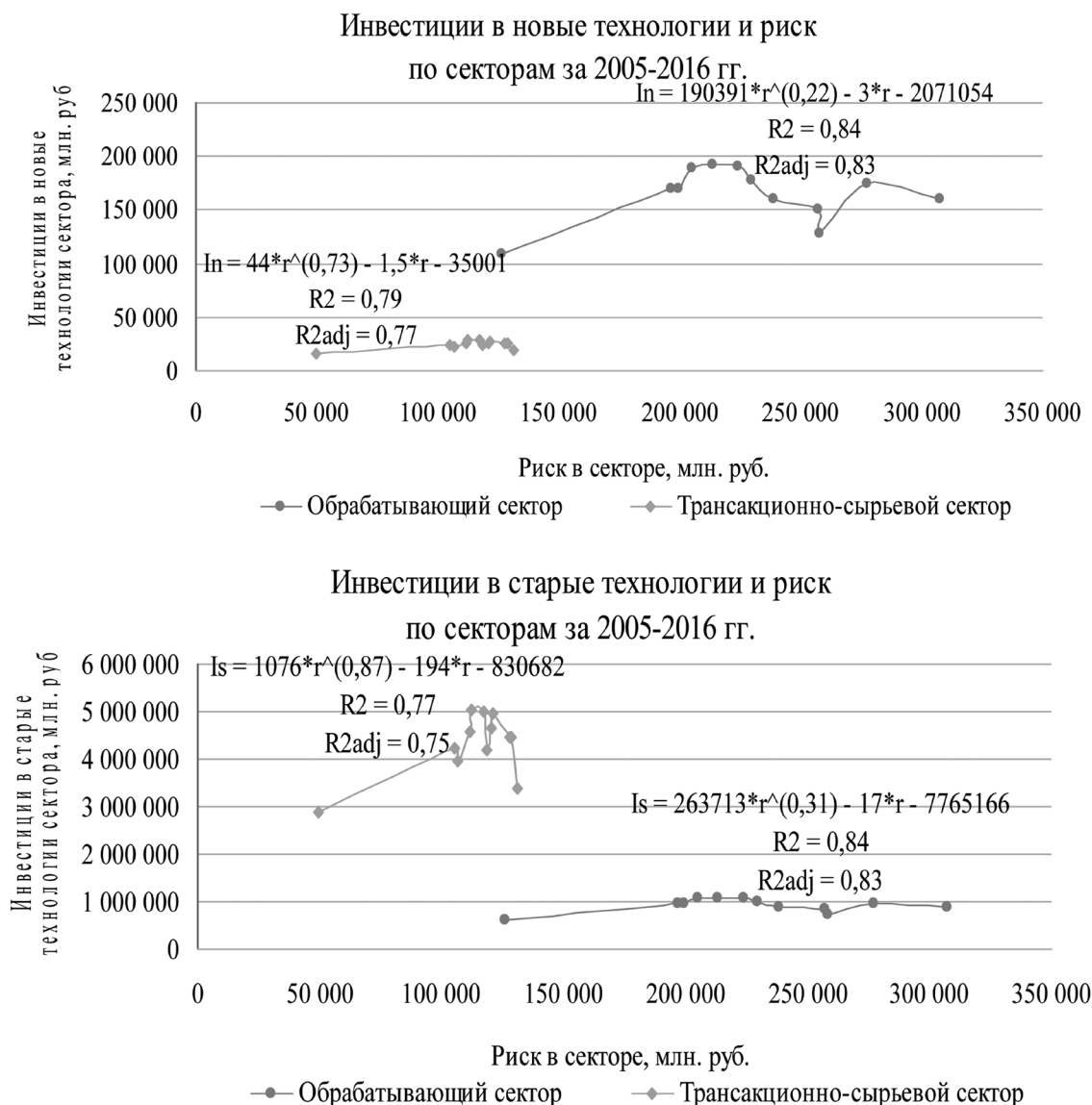
Проведем эмпирический анализ распределения инвестиций в старые и новые технологии российской экономики в период 2006–2016 гг. Рисунок 2 отражает сложившуюся модель динамики, связывая величину инвестиций в новые и старые технологии и риск в каждом из рассматриваемых двух секторов. Как видно, величина инвестиций в новые технологии довольно низка относительно инвестиций в старые технологии более чем на порядок в каждом из секторов, значит, и для экономики в целом. Риск инвестирования разный по типам инвестиций в обработке и транзакционно-сырьевом секторе. Для инвестиций в новые технологии в обработке он значительно выше, нежели для инвестиций в новые технологии в транзакционно-сырьевом секторе (см. рисунок 2, сверху), а для ин-

8 Такой процесс в развитых странах не обнаруживается, однако он теоретически возможен.

9 Подробнее стратегии индустриализации, критерии предложены в Сухарев О. С. Теория реструктуризации экономики. — М.: Ленанд, 2016.

вестиций в старые технологии<sup>10</sup> в обработке он выше, чем для инвестиций в старые технологии в транзакционно-сырьевом секторе (рисунок 2, внизу). Здесь риск характеризует сектор в целом, так как данные, чтобы осуществить разбивку риска по инвестициям в старые и новые технологии, отсутствуют.

Инвестиции в старые технологии на порядок превосходят инвестиции в новые технологии в России (рис. 3). С ростом риска величина инвестиций снижается и по одному, и по другому типу технологий. Инвестиции в новые технологии более чувствительны к изменению риска (рисунок 3, верху).



**Рис. 2.** Инвестиции в новые и старые технологии в экономических секторах России, 2006–2016 гг., по секторам российской экономики, 2005–2016 гг.<sup>11</sup>

<sup>10</sup> Инвестиции в новые технологии оценивались как инвестиции в технологические инновации, инвестиции в старые технологии — как разница инвестиций в основной капитал и инвестиций в технологические инновации. Количественной оценке подлежали статистики: критерий Фишера, Дарбина-Уотсона, тест Уайта, подтвердившие приемлемый подбор модели.

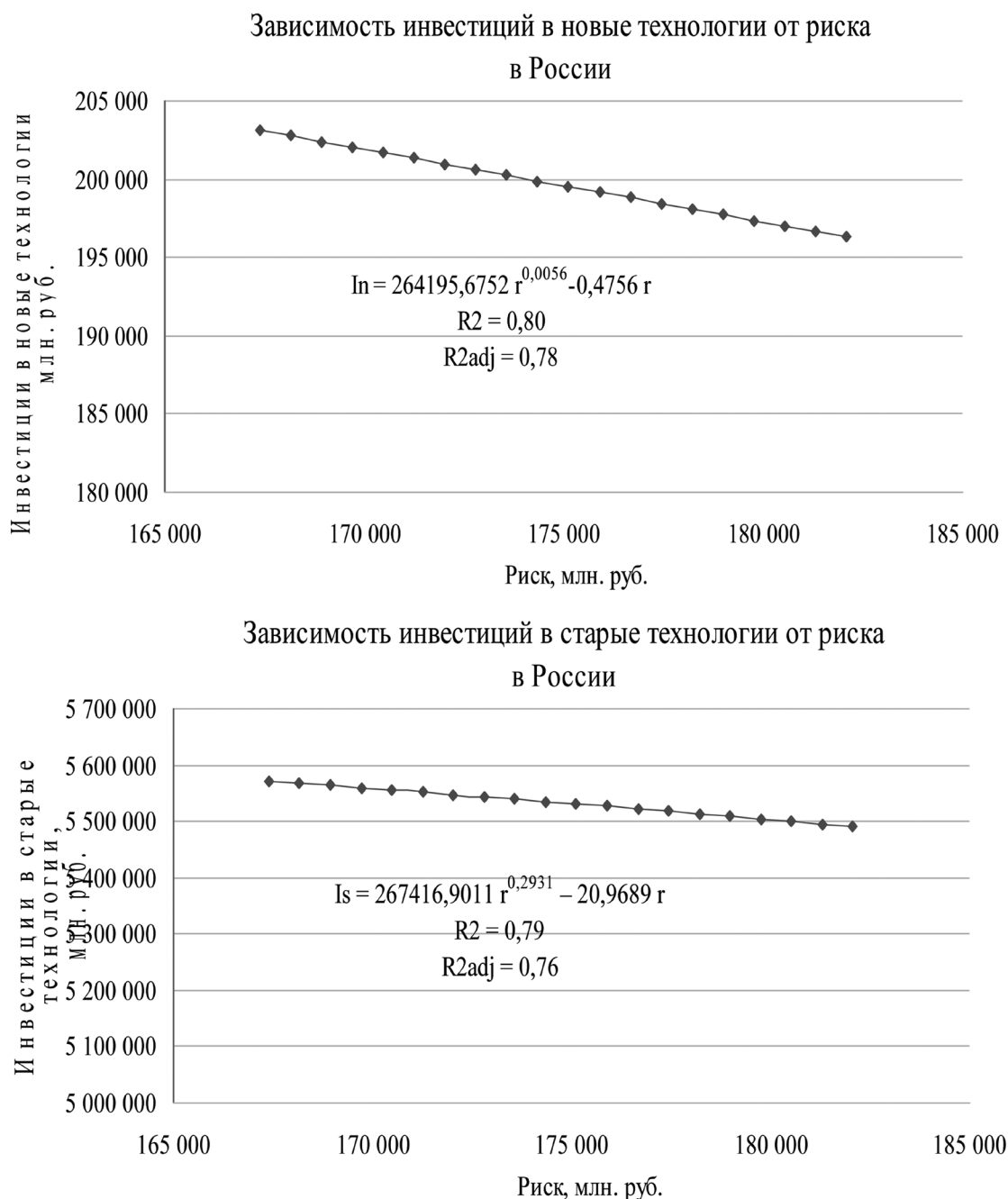
<sup>11</sup> Расчёт выполнен в ценах 2004 года. Данные рисунки, а также рис. 4 и 5 используются в работе Сухарев О. С., Ворончихина Е. Н. Стратегия индустриализации экономики. — М.: Ленанд, 2019, а также в различных статьях автора. Они очень показательны, так как обнажают наличие структурной проблемы развития российской экономики, позволяя высветить различные аспекты структурной, инвестиционной и политики экономического роста и промышленного развития.



Сказанное говорит о невысокой динамике технологического обновления российской экономики на указанном интервале. Для новых технологий характерно следующее по секторам: большему риску соответствуют большие инвестиции, меньшему риску — меньшие инвестиции. Для старых технологий верно обратное: меньшему риску соответствуют большие инвестиции, а большему риску — меньшие инвестиции. Таким образом, применительно к новым технологиям агенты идут на риск, и это относится

к обрабатывающему сектору. Следовательно, выбирая между новой технологией в обработке или транзакционно-сырьевом секторе, рискующие агенты предпочтут обработку. Применительно к старым технологиям предпочтение, скорее, отдается транзакционно-сырьевому сектору, нежели обработке (рисунок 8, внизу).

Рисунок 4 отражает связь изменения риска и рентабельности для российской экономики в 2006–2016 гг., причем видно, что с ростом риска рентабельность ниже. Однако



**Рис. 3.** Инвестиции в старые и новые технологии в экономике РФ, 2006–2016 гг.

для обрабатывающего сектора отдельно рентабельность возрастала с ростом риска в период 2006–2016 гг.

Структура технологий формируется не только в силу влияния риска, но и обусловленных потребностей экономических секторов. Большой риск блокирует инвестиции в старые технологии, однако оправдан относительно новых технологий. Вместе с тем в российской экономике по величине инвестиции в старые технологии очень сильно превосходят инвестиции в новые технологии, а доля НИОКР, выступающих базисом для развертывания новых технологий на дальнейших этапах развития, остается невысокой по сравнению с развитыми странами [11]. Отметим, что какой-то процент НИОКР характеризуется отрицательным результатом, причем это свойственно не только России, но и многим иным странам, включая передовые в технологическом развитии государства (величина такого процента там невысока, но, тем не менее, некоторая часть НИОКР завершается отрицательным результатом<sup>12</sup>). При свертывании отраслевых подразделений (исчезновении за годы реформ), ранее зани-

мающихся НИОКР, в настоящее время реализация НИОКР затруднена, так как частные промышленные предприятия крайне неохотно идут на существенные затраты, связанные с их обеспечением. Высшие технические учебные заведения вместо проводимого реформирования могли бы восполнить пробел по НИОКР при соответствующих заказах и увеличении доли договорных с фирмами работ. Однако для запуска такой схемы требуется формирование потребности в НИОКР у производства, которое бы создавало серии изделий на различные рынки, для совершенствования которых и технологии изготовления в том числе требовались НИОКРы.

Предприятия, особенно оборонно-промышленного комплекса, которые смогли сохранить замкнутый цикл производства, включая стадию ОКР, оказались в куда лучшем экономическом положении, нежели те, которые дифференцировали свое производство и разорвали замкнутый цикл. Иными словами, предметная специализация в высокотехнологических секторах, особенно оборонно-промышленном комплексе и производствах двойного назначения, спасла эти виды произ-



**Рис. 4.** Риск и рентабельность в экономике России<sup>13</sup>

<sup>12</sup> Данное обстоятельство часто не учитывают российские плановики и аналитики по разработке научно-промышленной и макроэкономической политики.

<sup>13</sup> Справа внизу — транзакционно-сырьевой сектор, слева сверху — точки для обрабатывающего сектора по шкале рентабельность (в ценах 2004 года).

Статистики:  $F_{критерий} = 84,3$ ;  $D-W_{критерий} = 1,79$ ; тест Уайта  $\chi^2_{расч} = 2,45$ ;  $\chi^2_{крит} = 5,99$ .

водств от дальнейшей деиндустриализации и составила базу для использования НИОКР в современной ситуации. В связи с этим политика, подталкивающая предприятия к подетальной специализации (свертывание замкнутого цикла), когда на макроуровне внутренний рынок элементной базы по сути отсутствует, становится политикой дальнейшей деиндустриализации, так как направляет предприятия к дорогому импорту, который по высоким технологиям блокируется конкурирующей стороной.

В условиях снижения инвестиций с 2013 г. по 2016 г., на протяжении четырех лет подряд, ресурсы на технологическое обновление были крайне скудными, как и мотивы, за исключением отдельных производственных секторов. Однако общая величина инвестиций, имеющая значение, тем не менее, не может быть характеристикой технологического обновления, потому что последнее выражается в замене старых технологий новыми. Следовательно, инвестиции в новые технологии относительно инвестиций в ста-

рые технологии могут быть параметром, характеризующим модель технологического развития (обновления).

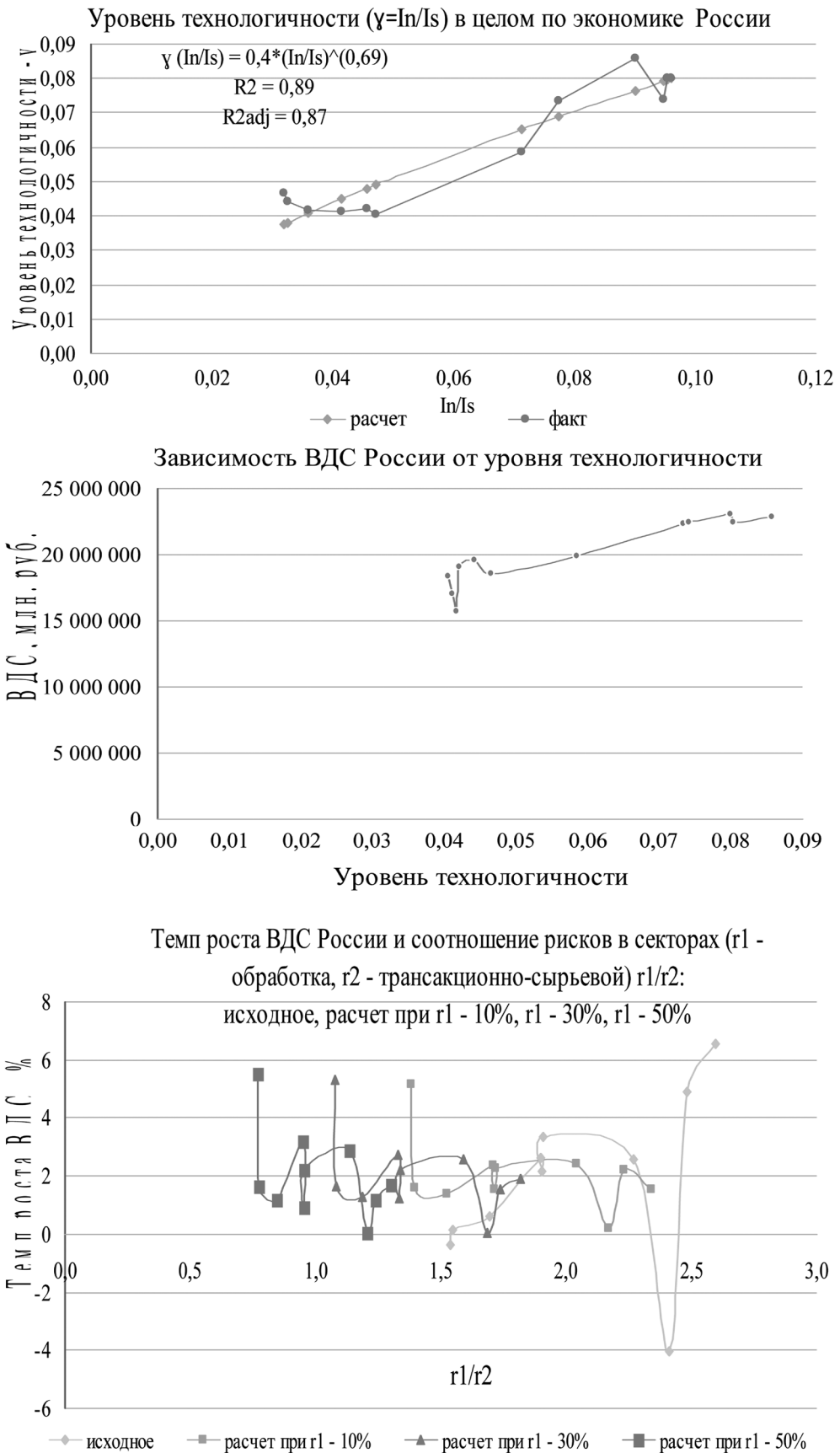
Структура инвестиций может быть задана следующим правилом:  $I_n = \alpha I_s + \mu I_n$  [9]. В рамках структуры  $I = I_s + I_n$  (где  $I_s$  — инвестиции в старые технологии,  $I_n$  — инвестиции в новые технологии) возможна разная динамика, когда каждый элемент растет или сокращается при каком-либо изменении общей величины инвестиций. Таблица 1 отражает модели структурной динамики инвестиций в старые и новые технологии.

Исходя из таблицы 1, можно сказать, что рост общей величины инвестиций с одновременным ростом инвестиций в новые технологии означает модели инновационного развития или технологического рывка. Вместе с тем следует отметить, что важен не просто рост инвестиций, а то, как именно реагирует общий уровень технологичности на этот рост инвестиций в новые и старые технологии. Иными словами, величина инвестиций может быть столь мала, что их рост не будет

Таблица 1

**Модели технологического развития  
по динамике инвестиций в различные виды технологий**

Общая величина инвестиций (I)	Структура инвестиций $I_n/I_s$	Модель технологического развития
Рост	$I_n$ — рост $I_s$ — рост	Инновационное развитие, «комбинаторное наращение», лидерство новаторов
	$I_n$ — рост $I_s$ — спад	Технологический рывок «созидательное разрушение» преобладает над «комбинаторным наращением»
	$I_n$ — спад $I_s$ — рост	Первичная «технологическая деиндустриализация», лидерство консерваторов
Не изменяется	$I_n, I_s$ — постоянные	Технологическая стагнация
	$I_n$ — рост $I_s$ — спад	«Созидательное разрушение»
	$I_n$ — спад $I_s$ — рост	Глубокая «технологическая деиндустриализация», стабилизация консерваторов
Сокращается	$I_n$ — спад $I_s$ — спад	Сокращение технологических возможностей
	$I_n$ — рост $I_s$ — спад	«Локальные инновации», при разрушении консервативных технологических цепочек
	$I_n$ — спад $I_s$ — рост	Закрепление отсталости в области технологий, стабилизация низкого технологического уровня развития



**Рис. 5.** Уровень технологичности (вверху), влияние технологичности на ВДС (внизу) в ценах 2004 г. для России, 2005–2016 г.

ровным счетом ничего означать и выделенные модели будут условными обозначениями динамики, так как требуется учесть чувствительность уровня технологичности к инвестициям каждого типа.

Конечно, в общем смысле, если инвестиции не растут, то формируется общая модель стагнации в области технологий, и только при условии роста инвестиций в новые технологии за счет инвестиций в старые технологии, которые сокращаются, образуется модель «созидательного разрушения» в чистом виде, то есть новое отвлекает ресурсы у старых технологических возможностей. При сокращении инвестиций наблюдается технологическая деградация. Если удастся осуществить такие инвестиции в новые технологии, то это явная модель «локальных инноваций» (см. таблицу 1).

Структурная динамика инвестиций определяется многими условиями, не только риском. Однако риск является институциональным параметром, так как на него можно воздействовать, изменяя правила, вводя способы государственного стимулирования и создавая программы развития. Конечно, стимулируя инвестиции в новые технологии, можно повысить общую технологичность российской экономики, так как данная связь присутствует на значительном предшествующем отрезке развития (рис. 5, вверху).

Увеличение технологичности за счет инвестиций в новые технологии также дало бы возможность на большую величину нарастить валовую добавленную стоимость. Исходные позиции весьма неплохие, хотя сама величина технологичности очень низкая, что и составляет большую проблему, в том числе институциональную (так как технологии становятся правилами не только производства, но и принятия соответствующих решений).

При технологичности более 0,1 темп роста, как подтверждают проведенные расчеты, мог составить до 4% и выше (рис. 5, внизу).

Однако обычным распределением ресурсов без фундаментального изменения соотношения рисков и доходности в секторах экономики России обеспечить повышение технологичности выше 0,1 будет малореальным<sup>14</sup> (для развитых стран технологичность составляет 0,4–0,6).

Тем самым задача преодоления деиндустриализации — это прежде всего задача иного распределения ресурсов в российской экономике, изменения соотношений в эффективности и весов различных видов деятельности. Иными словами, это базисная смена приоритетов развития, изменение структуры инвестиций между новыми и старыми технологиями, капиталом и трудом. Часто утверждается, что слишком дешевый труд становится тормозом технологического обновления. Следовательно, сделав его дорогим, можно будет решить и проблему замещения технологий<sup>15</sup>. Содержание проблемы в том, что технологическое обновление определяется не только стоимостью труда, а в случае потери квалификации еще и стоимостью и состоянием капитала, причем именно состояние основных фондов влияет на квалификацию, ибо технологическая отсталость сказывается на подготовке кадров и конкретном труде. Если технология отсталая, то ей соответствует и труд определенной квалификации, обычно низкой (ситуация, когда технология передовая, а труд низкоквалифицированный, является теоретически возможной, но на практике почти невероятной). Следовательно, повышение квалификации труда совместно с его стоимостью выступает условием технологического обновления, так как оно предполагает именно такое, а не иное изменение. Тем самым для российской экономики вопрос не в том, что очень распространен ручной труд, который низко оплачивается, а очень высока технологическая отсталость, которая программирует такие виды труда. Технологическое обновление в реальности очень доро-

<sup>14</sup> Подробнее см.: Сухарев О. С. Технологическое развитие: влияние структуры инвестиций. Экономические и социальные перемены: факты, тенденции, прогноз. — 2019. — Т. 12. — №2. — С. 36–55. Сухарев О. С. Управление структурой технологического развития: риск и «процентный портфель». Управленец. — 2019. — Т. 10. — №1. — С. 2–15.

<sup>15</sup> Пренебрегается тем, что иные компоненты продукта надо тогда делать дешёвыми (иначе рост цен прокинет данное начинание). Для российской экономики это возможно, так как избыточные ресурсы — их стоимость не следует поднимать до мирового уровня, раз они избыточны, то должны быть относительно дешёвые, создавая стране закономерное конкурентное преимущество.



гое, потому что либо требует восстановления технологических цепочек внутри страны, либо импорта технологий, но во всех случаях понадобится подготовка кадров, по крайней мере, их переобучение, что требует дополнительных затрат. Учитывая, что заработная плата в структуре затрат составляет не более 35% (по отдельным секторам ниже), дорогой изношенный капитал можно заменить на новый и дорогой капитал, сохраняя низкой стоимость труда. Если осуществить дефляцию по ресурсам, то возможности такой замены существенно увеличатся при наличии соответствующих мотивов на технологическое обновление. Таким образом, для технологического обновления нужна динамика спроса на конечные продукты и услуги, для создания которых понадобятся новые средства производства — воплощающие технологии.

### 3. Уровень технологичности и инновационная динамика

Целью технологического обновления выступает повышение технологического уровня, который позволит получать те же или большие результаты производства с меньшими или такими же издержками. Исходное состояние фондов и кадров, инерция уже изменяемой экономики создают или блокируют возможности на проведение политики технологического обновления. На рисунке 6 приведено изменение общей технологичности (определяется отношением производства на новых технологиях к производству на старых технологиях) для машиностроения и сырьевого сектора российской экономики. Обобщенный сектор машиностроения включает по ОКВЭД производство машин и оборудования, производство электрооборудования, электронного и оптического оборудования, производство транспортных средств и оборудования. Сырьевой сектор включает добычу топливно-энергетических полезных ископаемых и производство кокса и нефтепродуктов.

Как видим, технологический уровень машиностроения более чем в два раза превышает технологический уровень сырьевого сектора. Однако и этот уровень довольно низкий, относительно, скажем, машиностроения Германии. Важно отметить (см. рисунок 6), что в период бурного роста российской экономики 2005–2010 гг. (в кризисный 2009 год)

технологический уровень в каждом из рассматриваемых секторов понижался. Затем предпринятые в 2009–2010 гг. меры по стимулированию производств, усиление дисциплины в реализации государственных программ развития и иные меры привели к росту уровня технологичности и машиностроения, и сырьевого сектора.

Этот рост продолжался с 2011 по 2013 гг. в машиностроении и с 2010 по 2013 гг. в сырьевом секторе. Однако, в еще не кризисном 2014 году происходит существенное понижение технологического уровня, которое продолжается до 2016 года. Оно вызвано исчерпанием темпа и факторов развития российской экономики. Обратим внимание, что действующие программы не позволяют противостоять этой тенденции понижения технологического уровня. Причем это происходит в период, когда экономическая политика ставит основные приоритеты в области инноваций, множатся публикации и научные исследования проблем индустриализации. В 2018 году по уровню технологичности экономика России откатывается на уровень 2011 года, для машиностроительного сектора — 2013 года. В среднем уровень технологичности за период 2005–2018 гг. повысился в 2 раза с 0,04 до 0,09. Однако это повышение в диапазоне очень низких величин технологического уровня. Из рассмотренных 14 лет технологический уровень возростал всего 5 лет и 9 лет понижался, даже в диапазоне низких значений этого уровня. Подобную динамику нельзя назвать иначе как «технологическая деиндустриализация», несмотря на рост инвестиций в новые и старые технологии. Величина этих инвестиций, а также чувствительность общего технологического уровня к ним таковы, что это не приводит к кардинально значимому его увеличению, сохраняя высокую отсталость и технологические разрывы при вроде бы увеличивающихся инвестициях. На рисунке 7 отражено изменение технологического уровня в зависимости от доли инвестиций в старые и новые технологии в машиностроении. Величина инвестиций растет, однако доля инвестиций в новые технологии изменяется незначительно. Как видим, небольшое увеличение доли инвестиций в валовой добавленной стоимости в новые технологии машиностроения уве-

личивает технологический уровень, повышение доли инвестиций в старые технологии понижает этот уровень.

Ситуация в сырьевом секторе иная, что отражает рисунок 8.

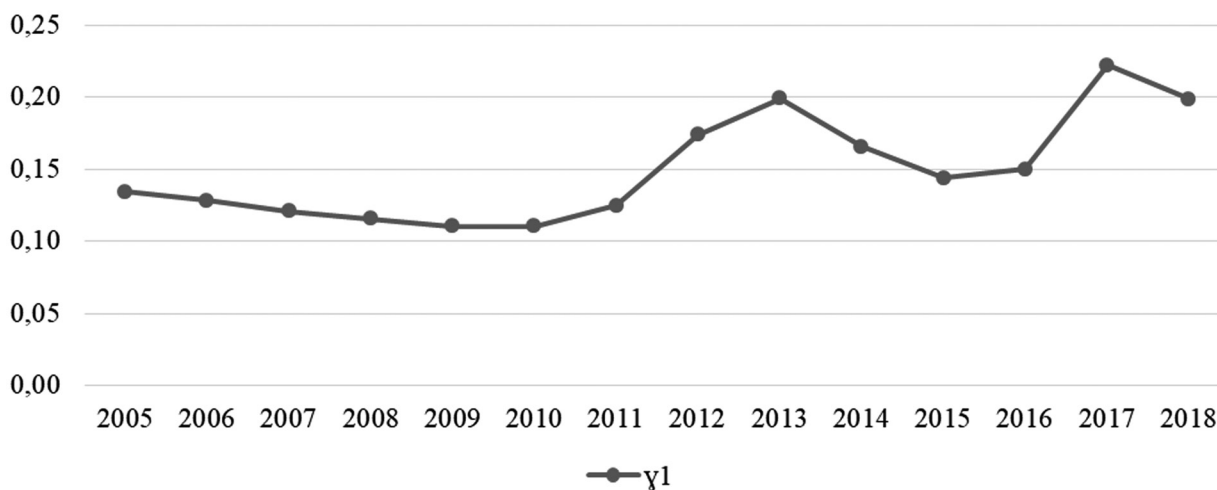
Рост доли инвестиций в новые и старые технологии увеличивают технологичность этого сектора, причем по новым технологиям эта чувствительность выше.

Таким образом, для машиностроения следует влиять на чувствительность, для сырьевого достаточно наращивать инвестиции в новые технологии, и это даст существенное

увеличение общей технологичности в силу того, что уровень технологичности там в два раза ниже, чем в машиностроении.

Политика технологического обновления в связи с полученными результатами должна предполагать набор мер, влияющих на величину инвестиций и чувствительность технологического уровня к ним. Параметр чувствительности является системным, он зависит от риска, состояния производства, сопряженности технологий, исходной ситуации на рынке, подготовки кадров и пр. Когда восприятия новых комбинаций в экономике не происхо-

### Технологический уровень в машиностроительном секторе России



### Технологический уровень в сырьевом секторе

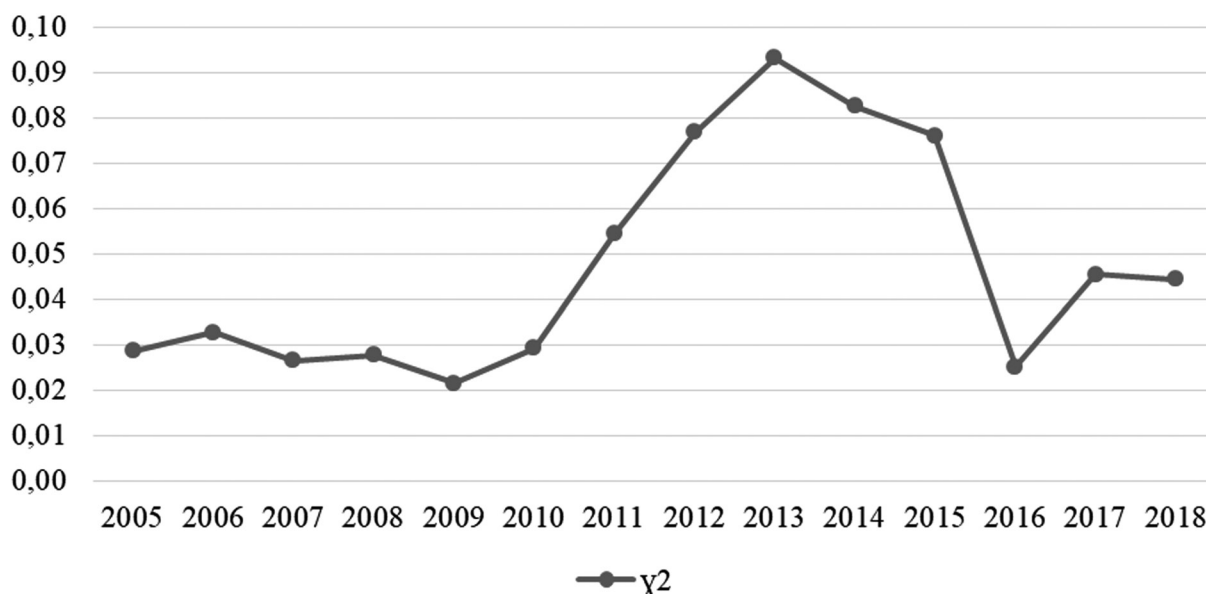
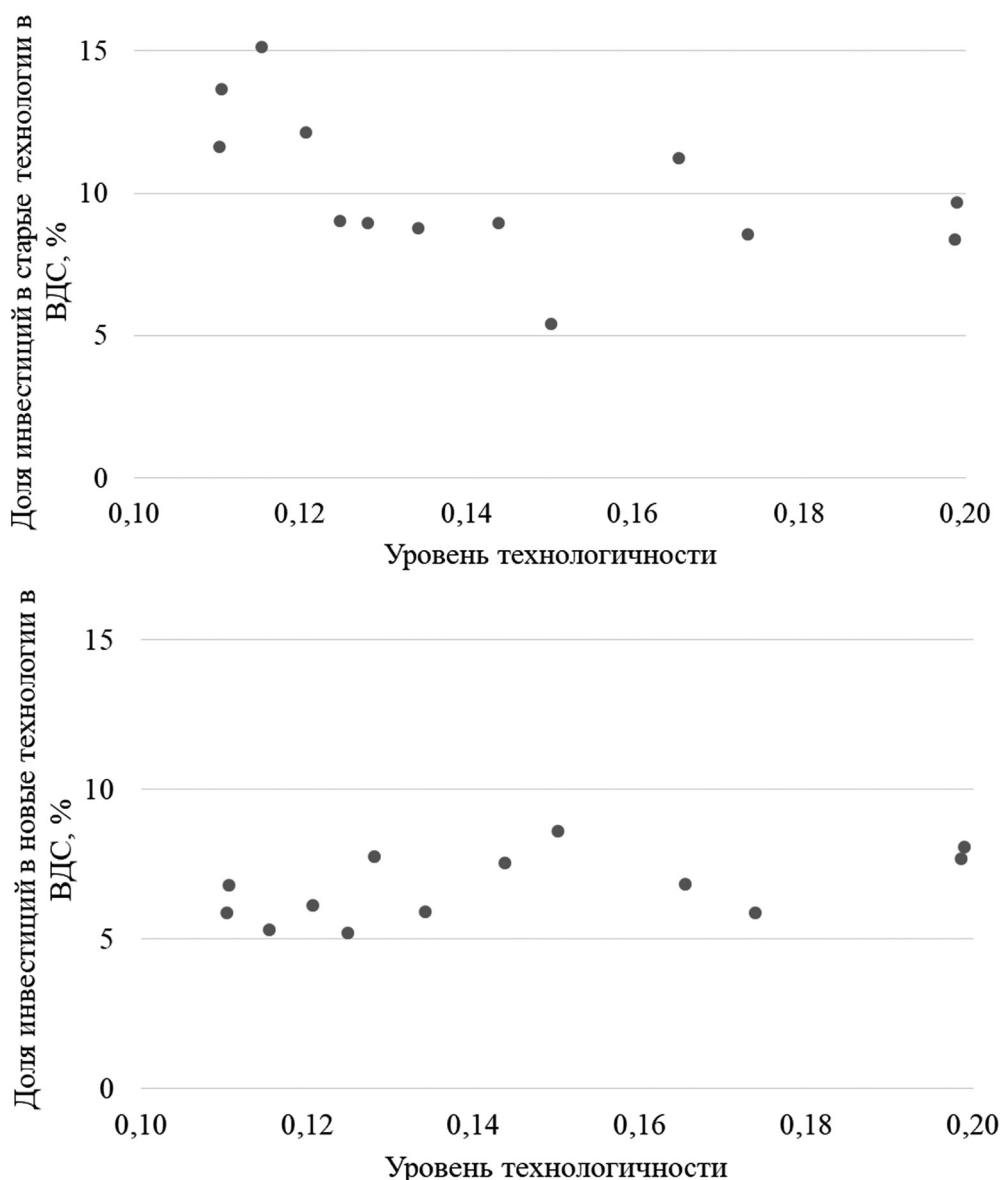


Рис. 6. Технологичность машиностроения (вверху), сырьевого сектора РФ (внизу), 2005–2018 гг.

дит, это первый симптом того, что инвестиции не смогут существенно повысить технологический уровень. Динамика новаторов является неплохим индикатором того, как экономика воспринимает инновации, то есть готова к технологическому обновлению. Под новаторами Всемирный банк<sup>16</sup>, в частности, понимает профессионалов, занимающихся концепцией или созданием новых знаний, продуктов, процессов, методов и систем, а также управлением соответствующими проектами (эта статис-

тика доступна по странам). На рисунке 9 покажем связь изменения ВВП в ценах 2010 года и числа новаторов для России и Европейского Союза с 2000 по 2017 гг.

Из рисунка 9 наглядно видно, что с ростом ВВП в России число новаторов сокращается, в Европейском Союзе (как и для США, Китая, Германии) ситуация обратная — число новаторов растет. Это первый и мощный признак затруднений в инновационной динамике — сокращение числа новаторов, исследователей,



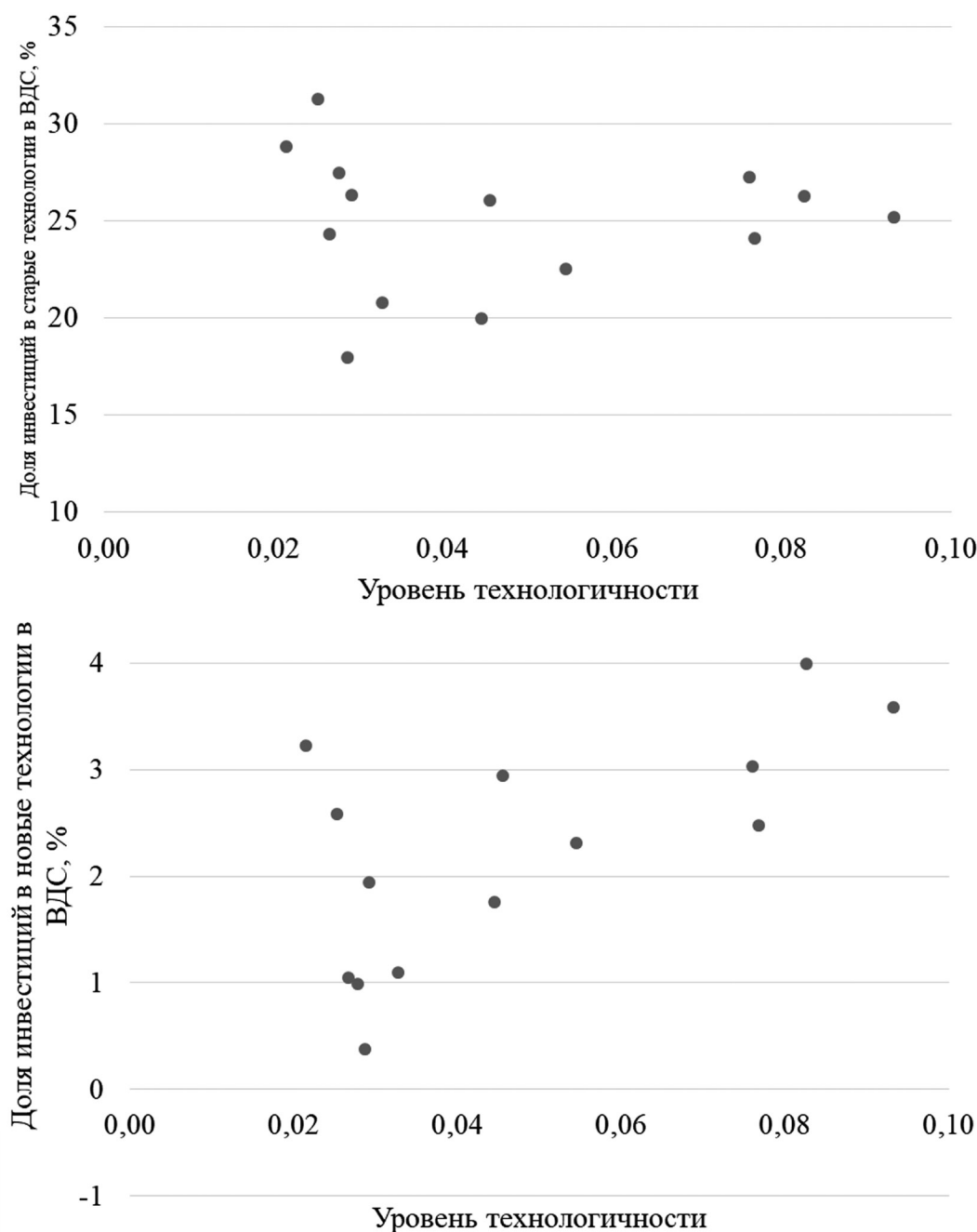
**Рис. 7.** Чувствительность технологического уровня к доле инвестиций в старые и новые технологии машиностроения РФ, 2005–2018 гг.<sup>17</sup>

<sup>16</sup> Источник: Всемирный банк (<https://data.worldbank.org/indicator/NY.GDP.MKTP.KD>).

<sup>17</sup> Рисунки 7–8 построены автором по данным [www.fedstat.ru/indicator/59210](http://www.fedstat.ru/indicator/59210); [www.fedstat.ru/indicator/31278](http://www.fedstat.ru/indicator/31278); [www.fedstat.ru/indicator/59048](http://www.fedstat.ru/indicator/59048).

низкий уровень технологичности, растущий в области малых значений. Если подобрать модель по данным точкам (рисунок 9), например, в виде степенной функции зависимости продукта от числа новаторов, то для российской экономики показатель степени будет отрицательный, в отличие от ЕС, то есть рост числа новаторов не способствует росту ВВП. Таким образом, в такой инновационной динамике видится проявление эффекта «2Д» — деиндустриализации и деквалификации пер-

сонала с усилением дисфункции государственного управления, которая не способствует изменению парадигмы экономической политики с консервации инновационного развития на инновационную экспансию. Предпосылки к технологическому обновлению имеются, особенно в области машиностроения (судя по рисункам 7–8), однако институционально созданы такие ограничения, плюс секторальные разрывы по производствам и рынкам, инфраструктуре, что нужно на порядки уве-



**Рис. 8.** Чувствительность технологического уровня к доле инвестиций в старые и новые сырьевого сектора РФ, 2005–2018 гг.

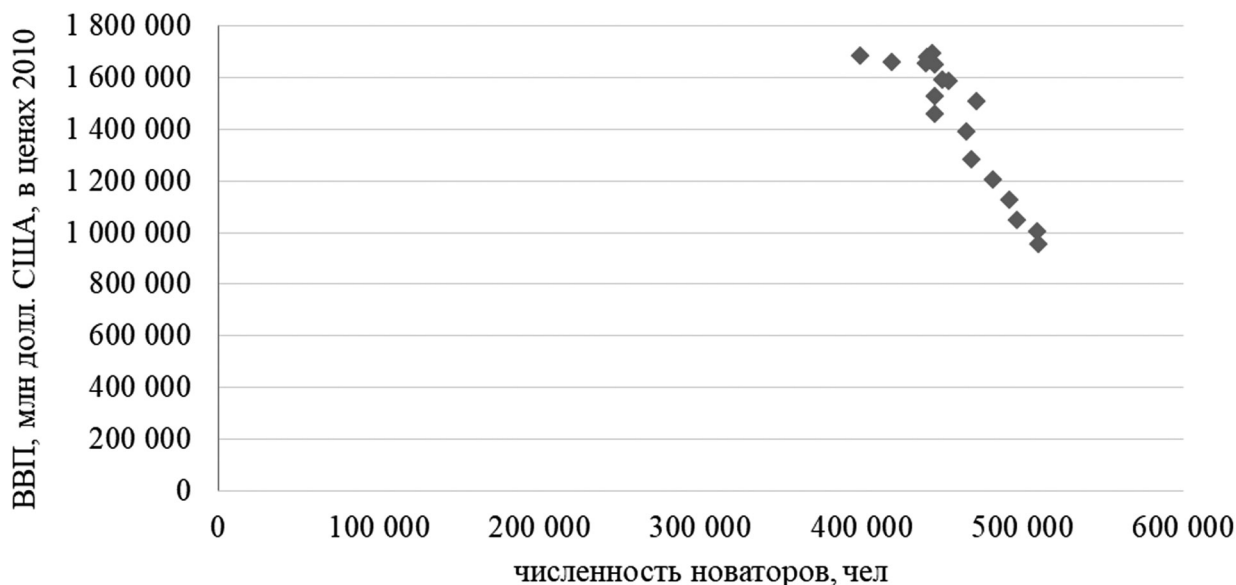
личивать выделяемые ресурсы, чтобы на системном уровне изменить сложившийся режим инновационной динамики.

### Заключение

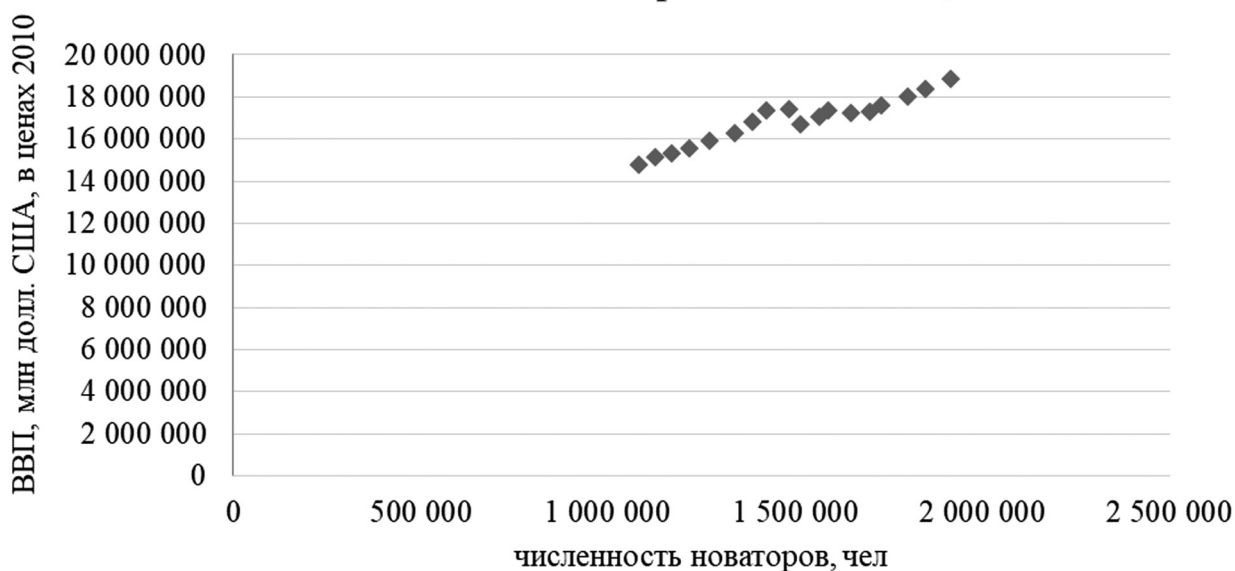
Подводя итог, отметим, что индустриализация 4.0 требует значительно более широкого, нежели внедрение цифровых техноло-

гий, взгляда на процесс не только производства и его инфраструктурного обеспечения, но и на процесс создания самих технологий и расширения наукоемких производств. Игры в слова «нео-» или «реиндустриализация», зафиксированные в многочисленных диссертациях, отменяют главное понимание сути происходящего в конкретных производственных

### ВВП и число исследователей в России, 2000-2017 гг.



### ВВП и число исследователей в Европейском союзе, 2000-2017 гг.



**Рис. 9.** ВВП в ценах 2010 года и число новаторов, Россия (вверху), ЕС (внизу) 2000–2017 гг.<sup>18</sup>

<sup>18</sup> Построено по данным <https://data.worldbank.org/indicator/NY.GDP.MKTP.KD>; <https://data.oecd.org/rd/researchers.htm>.



системах в каждодневном режиме. Технологическое обновление не может быть фетишем, если имеется отставание по сопрягаемым технологиям различных видов и назначения. Высокий технологический уровень обеспечивается только системно, когда инфраструктура и кадры соответствуют и сопровождают это обновление, составляя части его содержания.

Для осуществления политики технологической индустриализации, сводимой к фронтальному обновлению технологий в российской экономике, причем не только в обрабатывающих секторах, требуется сформировать институты, которые бы снижали удельные транзакционные и трансформационные издержки процесса технологического обновления (замещения технологий). Это не только выступает системной задачей развития, но требует выработки особых решений в области организации государственного управления. Усилия макроэкономической политики в России необходимо направить на обеспечение кредитных механизмов реального сектора и технологического обновления, инвестиций в НИОКР, развертывание серийных производств для внутреннего рынка. Необходим «технологический мультипликатор», то есть поощрение технологического обновления, вызывающего экономию издержек, то есть своеобразная мультипликация не расходов, порождающих некий доход, а «экономии затрат», причем понуждающая технологически обновлять производства за счет внутренних ресурсов. Конечно, эти действия потребуют и противодействия монополизму рынков, повышения эффективности государственных программ (национальных проектов), уровня координации решений, но главное — создания экономических мотивов тяги к новой технологии, внедрение которой авансируется банковским и другими видами капитала и т.д., и т.п.

### Литература

1. *Castelo-Branco I., Cruz-Jesus F., Oliveira T.* «Assessing Industry 4.0 readiness in manufacturing: Evidence for the European Un-

ion». 2019. // *Computers in Industry*, 2019. — Vol. 107. — Pp. 22–32.

2. *Crafts N.* The First Industrial Revolution: Resolving the Slow Growth. Rapid Industrialization Paradox / Papers and Proceedings of the Nineteenth Annual Congress of the European Economic Association // *Journal of the European Economic Association* 3. — 2005. — Vol. (2/30). — Pp. 525–534.

3. *Hanusch H., Chakraborty L., Khurana S.* Fiscal Policy Economic Growth and Innovation: An Empirical Analysis of G20 Countries // *Levy Economics Institute, Working Paper*, 2017. — №883. — 16 p.

4. *Jevons H.S.* «The Second Industrial Revolution Source». — *The Economic Journal*, 1931. — Vol. 41 (161). — Pp. 1–18.

5. *North D.C.* Institutions and economic growth: An historical introduction. *World Development*. September 1989. — Vol. 17. — Issue 9. — Pp. 1319–1332.

6. *Pereira A.C., Romero F.* A review of the meanings and the implications of the Industry 4.0 concept // *Procedia Manufacturing*, 2017. — Vol. 13. — Pp. 1206–1214.

7. *Philbeck T., Davis T.* The Fourth Industrial Revolution // *Journal of International Affairs*, 2019. — Vol. 72 (1). — Pp. 17–22.

8. *Rifkin J.* The Third Industrial Revolution: How Lateral Power Is Transforming Energy, the Economy, and the World. — *St. Martin's Griffin Pbl*, 2011. — 304 p.

9. *Sukharev O.S.* Economic dynamics. Institutional and structural factors. — *Moscow: Lenand*, 2015. — 240 p.

10. *Vaidyaa S., Ambadb P., Bhosle S.* Industry 4.0 — A Glimpse. // 2nd International Conference on Materials Manufacturing and Design Engineering, *Procedia Manufacturing*, 2018. — Vol. 20. — Pp. 233–238.

11. *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.

12. *Zeira J., Zoabi H.* Economic growth and sector dynamics. // *European Economic Review*, 2015. — Vol. 79. — Pp. 1–15.

Поступила в редакцию

14 декабря 2019 г.



**Сухарев Олег Сергеевич** — доктор экономических наук, профессор, главный научный сотрудник Института экономики Российской Академии Наук.

**Sukharev Oleg Sergeevich** — Doctor of Economics, professor, main scientist researcher of Institute of Economics of the Russian Academy of Sciences.

117218, г. Москва, Нахимовский пр., 32  
32 Nakhimovskiy ln., 117218, Moscow, Russia  
Тел.: +7 (499) 724-15-41; e-mail: o\_sukharev@list.ru

---

---