

УДК 332.05

ЭКОНОМИЧЕСКИЙ РОСТ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ: АНАЛИЗ ФАКТОРОВ

Олег Сергеевич Сухарев,

доктор экономических наук, профессор,
заведующий сектором институционального анализа,
Институт экономики Российской академии наук,
Москва, Российская Федерация
o_sukharev@list.ru

Екатерина Никитична Стрижакова,

кандидат экономических наук,
доцент кафедры экономики и менеджмента,
Брянский государственный технический университет,
Брянск, Российская Федерация
kathystr@inbox.ru

Предмет/тема. Исследование структурного качества экономического роста российской экономики на основе анализа факторов, определяющих технологичность экономики и технологические изменения.

Цели/задачи. Показать возможности технологических изменений и переключения экономического роста в России на новые факторы – в области промышленного производства. Для этого сформирован ряд структурных моделей и проведен факторный анализ влияния технологических факторов на параметры экономического роста экономики и промышленности.

Методология. Применяется корреляционно-регрессионный анализ, позволяющий установить статистически значимую связь между релевантными параметрами, используются эконометрические модели, демонстрирующие возможность оценки параметров роста через управляющие параметры, включая технологический фактор. Структурный аспект экономического роста учтен благодаря разделению инвестиций на старые и новые технологии. Дается оценка уровня общей технологичности российской экономики, а также производятся расчеты

так называемого «специфического капитала» согласно тезису М. Манойлеску.

Результат и область применения. Повышение уровня технологичности российской экономики возможно за счет наращивания результатов в области используемых (старых) и применения новых технологий. Однако за рассматриваемый интервал времени число используемых передовых производственных технологий снизилось на четверть. В обрабатывающих отраслях промышленности происходит общая потеря передовых технологий при росте числа разработанных передовых технологий. Если так будет продолжаться, то произойдет снижение числа технологий в 2 раза в течение ближайших 8 лет. Следовательно, центральной задачей является повышение общей технологичности экономической системы России с общим вектором на целесообразное распределение инвестиций между старыми и новыми технологическими возможностями. Это принципиально уточняет тот алгоритм формирования приоритетов национального развития, которому следуют российские органы власти в настоящее время. По сути, дается теоретическое обоснование с необходимой эмпирической верификацией того, что старые

технологии, которые также в существенной степени недоразвиты, требуют отнесения к приоритетным направлениям развития. Направление ресурсов только в область новейших технологий способно резко усилить диспропорции развития российской экономической системы, хотя это и не означает отказ от такого формирования приоритетов.

Выводы/значимость. Динамика инвестиций в старые технологии обеспечивает основное воздействие на темп экономического роста в России. При этом отметим, что инвестиции в новые технологии незначительны по величине и не имели равнозначного воздействия на темп экономического роста. Институциональные коррекции, определяющие параметры отвлечения ресурса от старых технологий и создания нового ресурса развития, предопределяют качество нового экономического роста. Наиболее важным фактором, определяющим создание новых технологий, выступает объем расходов на гражданскую науку.

Ключевые слова: экономический рост, технологичность экономики, тезис М. Манойлеску, институциональные и технологические факторы

Базовые модели экономического роста и его структура

Следует отметить, что проблемы экономического роста в России, создания агент-ориентированной социо-эколого-экономической модели региона, совершенствования методологии реструктуризации промышленности, формирования модели «эффективной экономики» в аспекте перехода к опережающему развитию широко освещаются в современной научной литературе [1–12, 14–23].

Современный экономический рост существенно отличается от экономического роста эпохи индустриализации. Дело не только в скорости этого роста, сколько в качестве роста, его структуре. Когда речь идет об экономическом росте любой системы, то важным аспектом выступает то, что именно растет, т.е. за счет чего обеспечивается повышательная динамика продукта. Валовой продукт включает и услуги, поэтому экономический рост может происходить за счет развития этой сферы человеческой деятельности и соответствующих ей технологий и институтов. Ростовая динамика наблюдается и за счет динамики цен на отдельные блага, которые вносят основной вклад в формирование валового продукта. Возможна ситуация, когда рост осуществляется исключительно за счет именно такой динамики, а не фундаментальных факторов (изменения совокупной производительности факторов производства). Каждая экономическая структура (совокупность

институтов) имеет свой собственный предел роста по величине дохода и темпу. Изменение структуры по мере роста способно расширять этот предел.

Оценка экономического роста зависит от институтов расчета (учета) параметра, по которому измеряется рост (валового продукта/дохода) и влияние иных факторов на динамику составных элементов этого «главного» параметра-измерителя, которые также поддаются измерению. Однако те факторы, которые не измеряются и не входят в статистические формы отчетности, могут оказаться не менее значимыми во влиянии на экономический рост. Отсутствие процедур измерения на данный момент не означает автоматически меньшей степени влияния тех факторов, которые не учитываются. Конечно, самым важным условием роста является текущая структура, слагающая правила роста, и действующие институты, способные демпфировать скорость роста либо, наоборот, ускорять экономический рост.

Так, уровень монополизма в секторах экономики, формы хозяйственной контракции и правовая эффективность экономических решений влияют на темп экономического роста. Вопрос относительно размера фирм, концентрации капитала и связи этих параметров с экономическим ростом является важным вопросом структурной постановки проблемы роста. Конечно, только этим аспектом структурная постановка проблемы экономического роста не исчерпывается. Например, структура национального богатства определяет возможности роста как такового и качество экономического роста.

Если в экономической системе растет число агентов, то данное условие может быть самодовлеющим фактором экономического роста. Конечно, это возможно при том условии, если высока ресурсообеспеченность и развита технологическая функция. В противном случае рост числа агентов ввергнет систему в состояние, когда средний доход на душу будет сокращаться и никакого роста не будет. Возникнет проблема голода. Если же обеспеченность ресурсами высока и технологическая функция развита, то рост числа агентов сразу создает предпосылку роста, даже без изменения ресурсной обеспеченности и технологической функции. Каждому дополнительному агенту необходимо питание и одежда (как минимум), место для жизни (жилье), что создает предпосылки для закономерного расширения трех секторов – пищевого (аграрного), текстильного и строительного, которые совместно по мультиплицирующей цепочке способны запустить экономический рост в сопряженных секторах и всей экономической системе в целом.

Сформулируем модель экономического роста в структурной постановке. Пусть $\varphi = I_s/I$, доля инвестиций в старые технологии в общем объеме инвестиций $I = I_s + I_n$, $i_s = I_s/Y$ – доля инвестиций в старые технологии в продукте, $i_n = I_n/Y$ – доля инвестиций в новые технологии в продукте. Если общие инвестиции в системе представляют собой некую долю создаваемого продукта $I(t) = \sigma Y(t)$, то, считая, что доля изменяется со временем, получим рост системы $g = dY/dt$:

$$g = \frac{1}{\sigma} \left[\frac{dI}{dt} - Y(t) \frac{d\sigma}{dt} \right].$$

Как видно, темп роста тем выше, чем выше темп наращивания инвестиций. Однако чем выше продукт и скорость изменения доли инвестиций в продукте, тем ниже будет темп экономического роста¹. Чтобы экономический рост наблюдался, скорость инвестиций (темп роста инвестиций) должна быть больше произведения текущего создаваемого в системе продукта и темпа изменения доли инвестиций в продукте. Последняя величина будет зависеть, например, от склонности к сбережению (потреблению) – так называемого «парадокса бережливости» и вызывающих его институциональных факторов. Структура сбережений также здесь может оказать свое влияние, какая доля сберегается из прибыли или заработной платы (по аналогии с моделью Н. Калдора).

Если принять, что удельные инвестиции в старые и новые технологии линейно определяются текущим технологическим уровнем h^2 , то можно записать:

$$i_s = \frac{I_s}{Y} = a + bh,$$

$$i_n = \frac{I_n}{Y} = c - dh.$$

Выражая технологический уровень h из представленных выше выражений для удельных инвестиций, получим еще одно выражение, связывающее i_s и i_n через коэффициенты выражения для технологического уровня:

$$i_s = a + \frac{bc}{d} - \frac{b}{d} i_n,$$

$$i_s = \frac{\varphi}{1 - \varphi} i_n.$$

¹ Можно использовать и принцип акселерации, записав его в виде: $I(t) = A(t) [dY/dt]$, учтя, что $I = \sigma(t)Y(t)$, можно записать решение в виде: $\int \frac{dY}{Y} = \int \frac{\sigma(t)}{A(t)} dt$.

² Такое положение отстаивается в ряде исследований, оно встречается в литературе и как будто находит подтверждение по отдельным экономическим системам.

Откуда получим выражения для изменяющихся удельных инвестиций в старые и новые технологии:

$$i_n = \frac{(ad + bc)(1 - \varphi)}{\varphi d + b(1 - \varphi)},$$

$$i_s = \frac{ad + bc}{\varphi d + b(1 - \varphi)} \varphi.$$

Подставив выражение для i_s в формулу уровня технологического развития, получим $h(t)$:

$$h(t) = \frac{\varphi(t)(c + a) - a}{\varphi(t)d + b[1 - \varphi(t)]}.$$

Для величин I_n и I_s получаются аналогичные решения.

Если выразить величину общих инвестиций в экономической системе

$$I = I_s + I_n = (c + a) + h(b - d),$$

если $I_s = a + bh(t)$, $I_n = c - dh(t)$, то

$$\frac{dI}{dt} = (b - d) \frac{dh}{dt},$$

откуда

$$g = \frac{1}{\sigma} \left[(b - d) \frac{dh}{dt} - Y(t) \frac{d\sigma}{dt} \right].$$

Из приведенного выражения видно, что чем значительнее изменяется технологический уровень, тем выше будет темп экономического роста.

В экономике проблема описания роста и технологического развития сводится к тому, что, с одной стороны, технологии выступают фактором роста, но с другой – накапливаемые результаты роста создают потребности и возможности наращивания технологий. Этот второй момент не учитывается большинством моделей.

Записав выражения для инвестиций в старые и новые технологии, учтя полученные скорость отвлечения ресурса a и скорости создания нового ресурса μ , пополняющих инвестиции в новые технологии ($I_n = \alpha I_s + \mu I_n$), осуществим подстановки, считая, что эти скорости не изменяются с течением времени, получим выражение для темпа экономического роста:

$$\frac{dI_s}{dt} = \frac{dY}{dt} [a + bh(t)] + Yb \frac{dh}{dt},$$

$$\frac{dI_n}{dt} = \frac{dY}{dt} [c - dh(t)] - dY(t) \frac{dh}{dt},$$

$$\frac{dI_n}{dt} = \frac{\alpha}{1 - \mu} \frac{dI_s}{dt},$$

$$\frac{dI}{dt} = \frac{\alpha + 1 - \mu}{1 - \mu} \frac{dI_s}{dt},$$

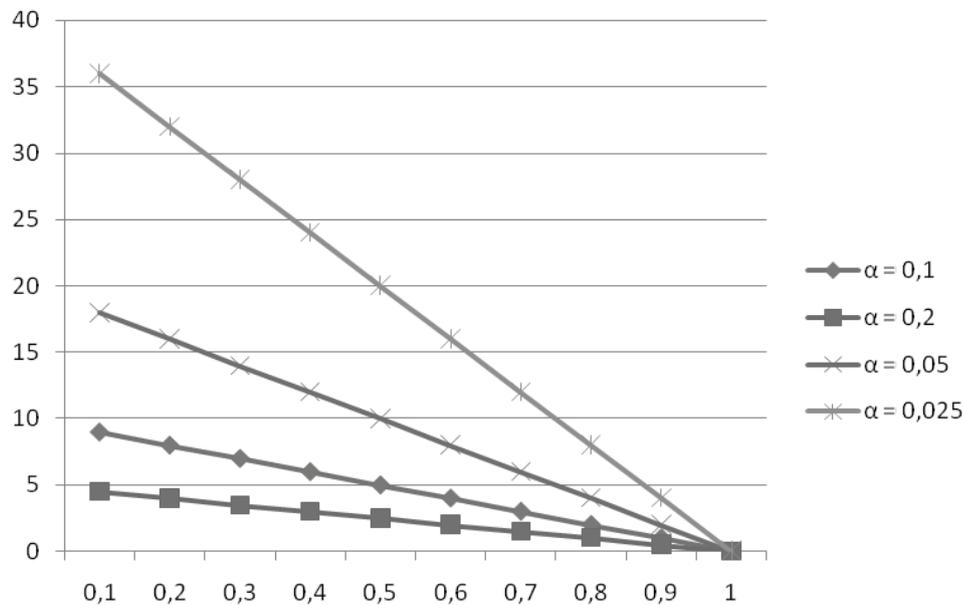


Рис. 1. Изменение I_s/I_n от параметров α и μ

$$\frac{dI_s}{dt} = \frac{d\varphi}{dt} I + \frac{dI}{dt} \varphi,$$

$$g(t) = \frac{1}{\sigma} \left(\frac{dI}{dt} - Y \frac{d\sigma}{dt} \right),$$

$$1 - \mu = \tau,$$

$$\alpha, \mu - const.$$

Старые технологии могут символизировать заимствование. Тогда получится, что экономический рост зависит от сочетания двух режимов – создания и заимствования технологий. Однако, как уже отмечалось, не совсем верно проводить такое отождествление заимствования со старыми технологиями (хотя в плане затрат заимствование может требовать меньшего ресурса, чем создание новой собственной технологии, что не для всех стран и не всегда справедливо).

При увеличении скорости отвлечения ресурса и создания нового ресурса, росте технологического уровня будет увеличиваться и темп экономического роста.

Прослеживается определенное изменение инвестиций в старые и новые технологии в зависимости от параметров скорости отвлечения ресурса от старых технологий α и создания нового ресурса μ .

Из анализа данных рис. 1 видно, как изменяя институциональные параметры α и μ , можно влиять на структуру инвестиций, изменяя влияние этой структуры на экономический рост.

Предположим, что $g = \frac{1}{Y} \frac{dY}{dt}$, тогда темп экономического роста будет равен:

$$g(t) = \left[\frac{1}{\sigma} \left(\frac{dI}{dt} - Y \frac{d\sigma}{dt} \right) \right] \frac{1}{Y}.$$

С учетом существующей взаимосвязи между долей инвестиций в старые технологии и долей инвестиций в новые технологии в виде $I_n = \alpha \frac{I_s}{1 - \mu}$ получаем выражение для темпа экономического роста в зависимости от структурных параметров системы:

$$g(t) = \left\{ \frac{1 + \alpha - \mu}{(1 - \mu)\sigma(t)} \left[\frac{dI_s}{dt} - \frac{I_s(t)}{\sigma(t)} \frac{d\sigma}{dt} \right] \right\} \frac{1}{Y}.$$

Поскольку в период наблюдения 2008–2013 гг. попал кризис 2009 г. (по темпу ВВП и другим параметрам наблюдался очень резкий спад в отрицательную область), то для обработки данных по показателям использовалась процедура сглаживания с использованием простых скользящих средних³.

Функция отношения инвестиций к ВВП имеет вид $\sigma(t) = -0,001t + 0,164$ (коэффициент Пирсона $R^2 = 0,728$; значение критерия Стьюдента для функции $t_R = 3,27$, что превышает критическое значение, равное 2,45 при уровне значимости 0,95; значение критерия Фишера $F_R = 10,70$, что превышает критическое значение 7,71); откуда производная $d\sigma/dt = -0,001$.

Построенная функция расходов на старые технологии имеет вид $I_s(t) = 64,56t^2 - 519,1t + 6774$ (коэффициент Пирсона $R^2 = 0,920$; значение критерия Стьюдента для функции $t_R = 6,78$, что пре-

³ Величины ВВП и инвестиций в расчетах приведены в ценах 2008 г.

вышает критическое значение, равное 2,45 при уровне значимости 0,95; значение критерия Фишера $F_R = 46$, что превышает критическое значение (7,71); производная функции имеет вид $dI_y/dt = 129,12t - 519,1$. Функция для ВВП имеет вид $Y(t) = 222t^2 - 1473t + 42221$ (коэффициент Пирсона $R^2 = 0,780$; значение критерия Стьюдента для функции $t_R = 3,76$, что превышает критическое значение, равное 2,45 при уровне значимости 0,95; значение критерия Фишера $F_R = 14,18$, что превышает критическое значение (7,71).

Исходя из полученных регрессионных соотношений, изобразим графически некоторые из возможных комбинаций α и μ , и соответствующий им темп экономического роста (теоретический) в период 2008–2013 гг., а затем найдем наиболее близкую из теоретических кривых, отвечающую имеющимся эмпирическим данным по темпу экономического роста (рис. 2а и 2б). Причем наилучшее совпадение расчетного и фактических темпов экономического роста для российской экономики наблюдается при $\alpha = -0,4$ $\mu = -0,05$.

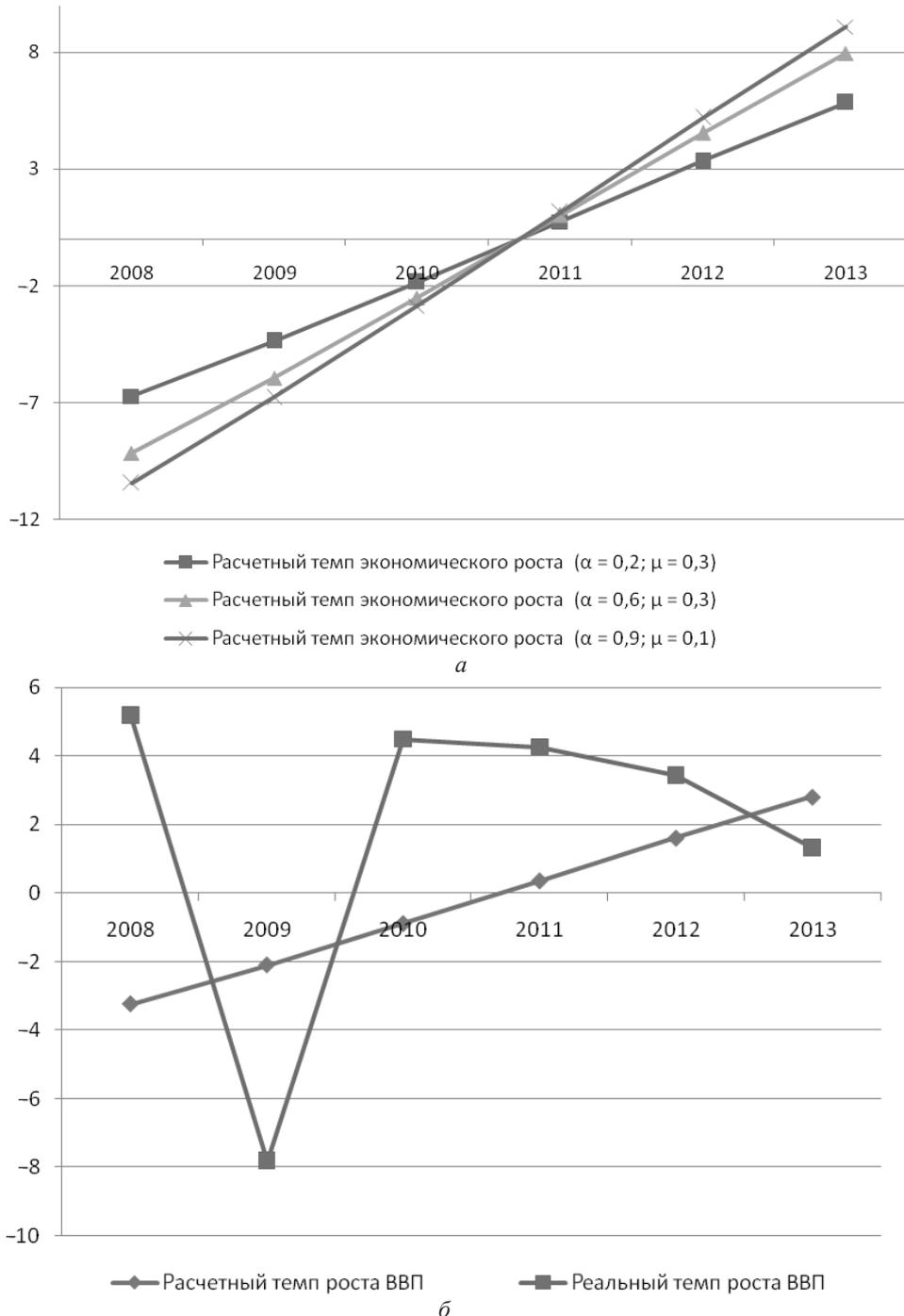


Рис. 2. Теоретическое и фактическое (расчетное) значение темпа роста Российской Федерации в 2008–2013 гг., %: *а* – для различных α, μ ; *б* – для значений $\alpha = -0,4, \mu = -0,05$

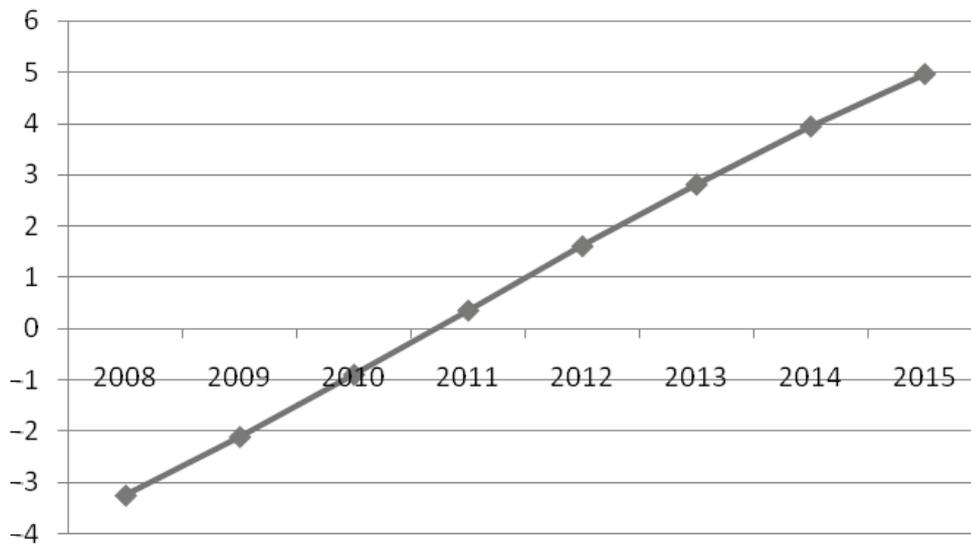


Рис. 3. Расчетные значения темпа роста в 2008–2015 гг. (для значений $\alpha = -0,4$; $\mu = -0,05$), %

Как видно из анализа данных рис. 2а, чем выше α при том же значении μ для области положительного темпа роста, тем выше будет величина темпа роста, для участка спада (отрицательный темп роста) меньший спад будет при меньшей величине α .

Знак минус при показателях α и μ по существу означает, что инвестиции в новые технологии не только отсутствуют, ресурс отвлекается из этого направления инвестирования, но и «старые» технологические возможности подвержены дезинвестированию. Как можно показать, даже при старой модели экономического роста и прежней структуре инвестиций, связанных с вложением в финансовый и добывающий сектора и уводом капитала из обрабатывающих секторов, при указанных значениях параметров вероятно было бы выйти на рост в 4–5% в 2014–2015 гг., если бы не действие иных факторов, напрямую не связанных с инвестициями в старые и новые технологии (рис. 3).

Если по приводимой модели осуществить оценку параметров экономической системы в период 2010–2014 гг., то будем располагать иным результатом, который будет рассмотрен детально. Полученные результаты позволяют определить меру влияния инвестиций на экономический рост и отдельно – влияние структуры этих инвестиций на экономическую динамику. Безусловно, общая технологичность экономической системы оказывает существенное влияние на качество экономической деятельности.

Технологичность экономики России

В основе экономического роста, достижение которого с определенным темпом является одной из

приоритетных задач экономического развития, могут лежать различные движущие силы. Естественно, что для России в зависимости от параметров будущей структуры экономики принципиально важно, за счет чего будет осуществляться развитие: продажи углеводородов и использования более дешевого сырья (экстенсивного использования ресурсов), либо за счет интенсивного использования ресурсов, развития передовой техники и технологии, повышающих технологичность экономики [17–19].

Под технологичностью экономической системы следует понимать совокупность свойств элементов этой системы, определяющих ее способность осуществлять оптимальные (минимальные) затраты производства, эксплуатации и ремонта при необходимых параметрах качества, объемах выпуска, потребления и условий развития [18].

В качестве количественной системы показателей технологичности экономической (технической) системы можно использовать следующий известный набор показателей:

- общая трудоемкость производства и оказания услуг в экономике;
- энергоемкость, материалоемкость, капиталоемкость;
- общая конкурентоспособность, определяемая величиной затрат на создание условного блага (продукта), обладающего конкурентными преимуществами (технологическая себестоимость производства);
- фондоотдача и производительность труда;
- затраты на создание единицы нормы потребительной стоимости в системе или величина инвестиций, требуемых на создание единицы нормы потребительной стоимости;

Таблица 1

Динамика трудоемкости в экономике Российской Федерации в 2003–2013 гг.

Показатель	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Трудоемкость по экономике в целом	93,5	93,9	94,8	93,0	93,0	95,4	104,3	96,9	96,4	97,0	98,2
В том числе по ВЭД*:											
– сельское хозяйство, охота и лесное хозяйство	94,7	97,2	98,2	95,9	95,2	90,9	95,6	113,2	86,9	102,0	95,5
– рыболовство, рыбоводство	97,9	95,9	103,6	98,4	96,9	104,8	94,1	103,1	96,6	96,6	95,9
– добыча полезных ископаемых	91,6	93,2	94,1	96,8	97,0	99,1	92,2	95,9	97,4	100,0	98,3
– обрабатывающие производства	91,9	91,1	94,3	92,2	92,3	97,5	104,3	95,1	94,7	97,1	97,4
– производство и распределение электроэнергии, газа и воды	96,4	99,3	96,4	98,1	102,5	97,9	103,9	97,1	100,2	99,7	100,9
– строительство	95,0	93,6	94,4	86,4	88,7	91,7	105,9	100,4	95,1	99,9	102,7
– оптовая и розничная торговля; ремонт автотранспортных средств, мотоциклов, бытовых изделий и предметов личного пользования	91,1	90,5	95,1	90,3	95,4	92,5	101,0	96,6	98,1	97,6	99,3
– гостиницы и рестораны	99,7	97,0	92,2	91,6	92,6	91,5	115,3	98,3	97,8	99,2	99,4
– транспорт и связь	93,0	92,0	97,9	90,3	93,0	94,0	104,8	96,9	94,9	97,9	98,4
– операции с недвижимым имуществом, аренда и предоставление услуг	97,6	98,7	89,0	94,2	85,4	93,0	102,6	96,1	100,4	96,2	99,1

* ВЭД – вид экономической деятельности.

- величина добавленной стоимости на единицу используемых ресурсов (факторов производства) либо величина затрат на НИОКР к величине добавленной стоимости [18];
- число используемых передовых (критических) технологий, а также технологий двойного назначения в общем числе применяемых технологий (с оценкой факторов, определяющих воспроизводство новых технологий – новых комбинаций в технологической сфере), а также число таких технологий отечественной и импортной (заимствование) разработки;
- оценка уровня деиндустриализации обрабатывающих секторов экономики (сложность технологических операций⁴);
- уровень развития науки (оценивается согласно системе показателей: число научных публикаций в общем числе публикаций, затраты на образование и науку в ВВП страны, число патентов (отдельно – внедренные) ученых и специалистов по отношению к общему населению страны, доля занятых в НИОКР и фундаментальных исследованиях и др.).

Перечисленные параметры сильно влияют не только на темп экономического роста, но и на его качество, т.е. на структуру. В связи с этим для организации новой модели экономического роста

⁴ Сухарев О.С. Экономическая политика и развитие промышленности. М.: Финансы и статистика, 2011. С. 82–92.

(новых факторов) необходима оценка общей технологичности экономической системы.

Дадим оценку технологичности экономики России по базовым факторам – труда (трудоемкость), капитала (фондовооруженность), используемым передовым технологиям. Общая трудоемкость в экономике России⁵ (табл. 1) ежегодно снижается, при этом в 2009 г. 7 видов экономической деятельности закономерно продемонстрировали рост трудоемкости, вызванный, на взгляд авторов, падением объема производства и реализации.

Индекс изменения фондовооруженности⁶ в целом по экономике России ежегодно превышает 100%, а индекс изменения фондоотдачи превышает 100% только в 2008 и 2011 гг. (табл. 2), что указывает на недостаточно эффективное использование основных средств. Тем самым в экономике России подтверждается наличие довольно низкой технологичности по основным факторам производства, причем замещение труда капиталом и капитала

⁵ Рассчитана на основании данных Федеральной службы государственной статистики о производительности труда. URL: http://gks.ru/free_doc/new_site/technol/1-2.xls.

⁶ Показатель изменения фондовооруженности рассчитывается как частное от деления индекса физического объема основных фондов года t к году $(t-1)$ и индекса физического объема совокупных затрат труда года t к году $(t-1)$ в сопоставимых ценах. Показатель изменения фондоотдачи рассчитывается как частное от деления индекса физического объема добавленной стоимости года t к году $(t-1)$ и индекса физического объема основных фондов года t к году $(t-1)$ в сопоставимых ценах.

Таблица 2

Индексы изменения фондовооруженности и фондоотдачи в 2008–2013 гг., %

Показатель	Индекс изменения фондовооруженности						Индекс изменения фондоотдачи					
	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Динамика индексов, всего	102,8	107,7	101,8	101,1	103,3	107,3	102,0	89,1	101,3	100,7	99,8	96,7
В том числе по ВЭД*:												
– сельское хозяйство, охота и лесное хозяйство	104,2	103,5	101,6	92,6	103,7	113,3	105,5	101,0	86,9	113,0	94,5	101,6
– рыболовство, рыболовство	101,5	100,1	107,8	101,0	101,9	100,7	94,0	106,2	90,0	103,2	101,6	102,8
– добыча полезных ископаемых	106,2	117,8	102,6	102,5	103,0	108,1	95,0	92,1	101,7	99,2	97,1	95,0
– обрабатывающие производства	110,5	118,7	102,1	102,0	105,5	110,9	92,8	80,8	103,0	100,7	97,7	95,2
– производство и распределение электроэнергии, газа и воды	103,9	104,3	102,4	103,5	104,2	108,7	98,3	92,3	100,5	95,8	96,2	91,8
– строительство	101,7	112,3	97,3	92,7	100,3	111,9	107,2	84,0	102,4	105,1	99,8	94,0
– оптовая и розничная торговля; ремонт автотранспортных средств	107,5	113,5	104,8	104,2	104,6	107,7	100,5	87,2	98,9	96,6	98,0	94,6
– гостиницы и рестораны	102,6	105,1	98,4	97,3	100,1	104,3	106,5	82,5	103,4	103,4	100,7	98,0
– транспорт и связь	104,4	108,2	100,7	98,6	101,9	111,1	101,9	88,2	102,5	103,0	100,2	94,9
– операции с недвижимым имуществом, аренда и предоставление услуг	97,8	104,1	99,6	100,8	99,3	99,7	109,9	93,7	104,4	100,1	104,8	99,9

* ВЭД – вид экономической деятельности.

трудом также говорит о крайне низкой технологичности (1 единица труда может быть замещена 5 единицами капитала). Таким образом, многие виды обрабатывающих производств низко технологичны, требуют существенного обновления основного капитала, без чего трудно изменить сложившуюся норму замещения по факторам производства.

Теперь проанализируем число используемых передовых технологий по видам экономической деятельности (ВЭД) в Российской Федерации в 2010–2013 гг.

С одной стороны, растет в абсолютном значении число разработанных передовых производственных технологий как по всей экономике, так и в обрабатывающих производствах (например, в ВЭД «Производство машин и оборудования» в 2010–2013 гг.). В частности, рост разработанных передовых технологий в ВЭД «Производство машин и оборудования» наблюдается со средней скоростью 29%, что превышает средний рост по всем обрабатывающим производствам (24%) и средний по всем видам экономической деятельности (22%). Нужно принимать во внимание, что такой «сильный» рост вызван тем, что введен ряд новых технологий на производствах, однако при изначально общей

низкой технологичности, что и дает относительно высокие количественные значения прироста.

С другой стороны, если рассматривать передовые технологии, не только новые (начато использование в данном году), но и все ранее используемые технологии, то картина изменяется на противоположную – общее число используемых передовых технологий снижается как по всей экономике, так и в обрабатывающих видах экономической деятельности, и в ВЭД «Производство машин и оборудования». При этом средняя скорость снижения по всей экономике равна 1,56%, по обрабатывающим производствам – 3,64%, в машиностроении – 8,35%.

Таким образом, за рассматриваемый интервал времени число используемых передовых производственных технологий снизилось на 25% от уровня 2010 г. Если так будет продолжаться и дальше, то можно предположить снижение числа технологий примерно в 2 раза через 8 лет (рис. 4).

Таким образом, в обрабатывающих отраслях промышленности происходит общая потеря передовых технологий при росте числа разработанных передовых технологий, однако разработка 64 технологий в 2013 г. не покрывает 277 передовых технологий, прекративших свое использование в

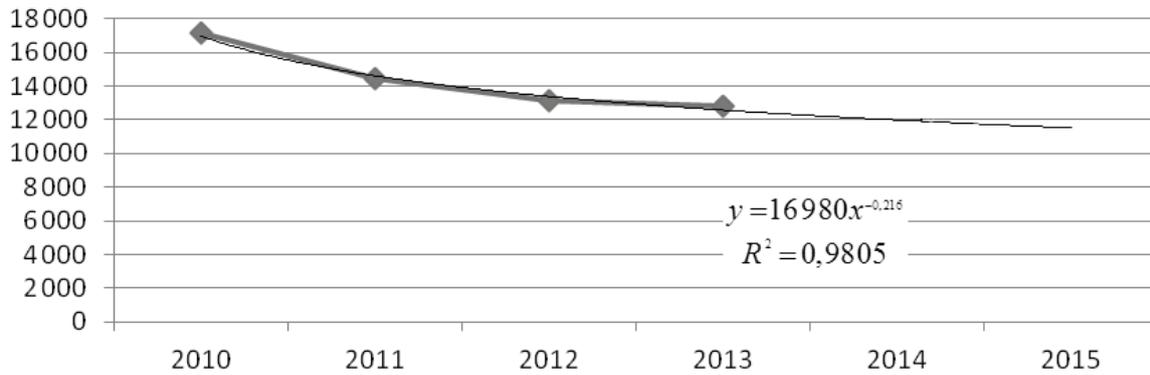


Рис. 4. Динамика передовых технологий в ВЭД «Производство машин и оборудования» в 2010–2015 гг., шт.

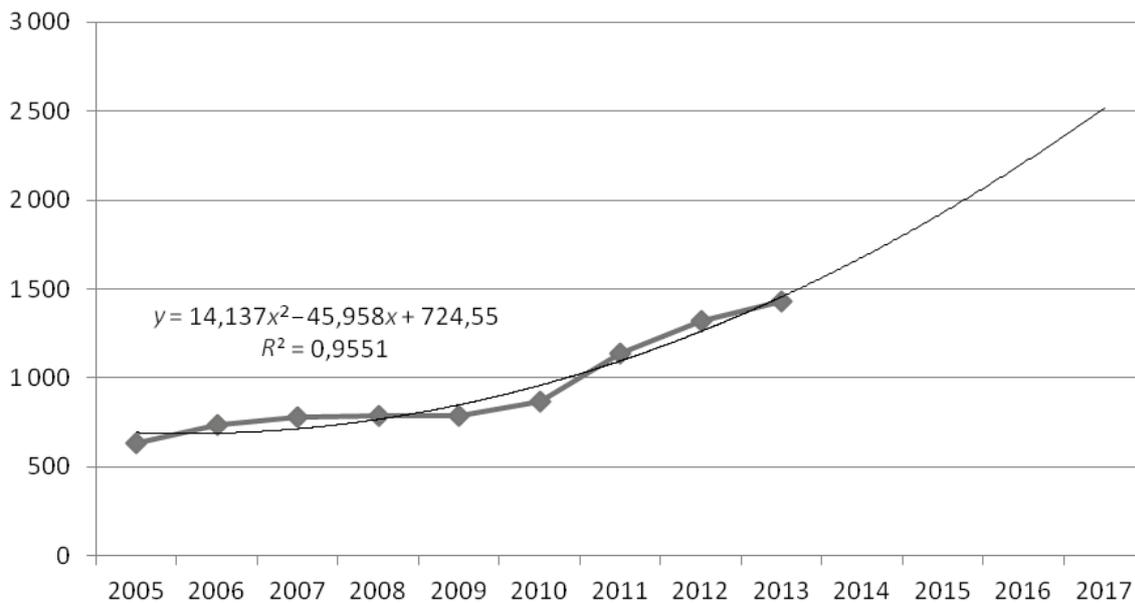


Рис. 5. Динамика числа созданных технологий в 2005–2017 гг., шт.

ВЭД «Производство машин и оборудования» за 2012–2013 гг.

Если рассмотреть зависимость созданных передовых производственных технологий от времени, то функция будет иметь вид $Y = 14,13x^2 - 45,95x + 724,57$ ($x = 1 \dots 9$, в 2005 г. $x = 1$) (рис. 5). Для построенной функции коэффициент Пирсона $R^2 = 0,955$, критерий Стьюдента равен 300,61 при критическом значении 2,36, а критерий Фишера составляет 148,55 при критическом значении 5,59. Следовательно, построенная функция адекватна.

Как видно из анализа данных рис. 5, число созданных технологий в настоящее время растет, причем при сохранении аналогичных условий к 2017 г. число технологий может превысить 2 500 шт.

⁷ Если не указано иное, то для построения функций в данном исследовании используется метод наименьших квадратов.

Для определения влияния показателей на число вновь созданных технологий рассмотрим данные по следующим направлениям:

- расходы на гражданскую науку из средств федерального бюджета, млрд руб. (к уровню цен 2005 г.);
- число организаций X_1 , выполнявших научные исследования и разработки X_2 ;
- число поданных заявок на патенты и созданные (разработанные) передовые производственные технологии X_3 .

Итоговая функция имеет вид: $Y = 1,28X_1 + 0,5X_2 + 0,08X_3 - 4287$ (рис. 6).

Коэффициент корреляции построенной функции равен $r = 0,879$, коэффициент Пирсона $R^2 = 0,772$, следовательно, построенная функция достаточно хорошо описывает появление новых



Рис. 6. Динамика числа передовых технологий в зависимости от влияния различных факторов в 2007–2013 гг., шт.

технологий в зависимости от: величины расходов на гражданскую науку; числа организаций, выполнявших научные исследования и разработки; числа поданных заявок на патенты; институциональных факторов⁸.

Рассмотрим, насколько и в каком направлении оказывают влияние на итоговый показатель рассмотренные выше факторы. Изменение фактора X_1 на 12% оказывает влияние на итоговый показатель на 27%, изменение фактора X_2 на 1% влияет на 18%, а фактора X_3 на 1,6% – на 54%. Изменение расходов на гражданскую науку на 1% оказывает влияние на 2,25% на итоговый показатель. Изменение числа организаций, выполняющих научные исследования и разработки, на 1% влияет на число передовых технологий на 18%, а изменение числа патентов на 1% – на 34%.

Для более эффективного использования инвестиций при организации экономического роста требуется перераспределение структуры инвестиций между старыми и новыми технологиями.

На итоговый показатель числа технологий оказывают влияние не только поддающиеся количественной оценке параметры. Изменение общего вектора развития экономики, когда становится более выгодно работать в офисе, а не на производстве,

иметь экономическое и юридическое образование, а не техническое, работать в сырьевых компаниях, приводит к тому, что наиболее квалифицированные кадры переходят работать в финансовую и банковскую сферы, перераспределяя имеющийся доход, а не создавая новый. Решение этой проблемы может быть только системным, связанным с выправлением структурного перекоса⁹ российской экономики, включая необходимые институциональные коррекции, повышение эффективности науки и образования.

«Специфический капитал» видов деятельности в экономике: демонстрация тезиса М. Манойлеску

Анализ коэффициентов корреляции между показателями производительности труда (выработки) и рентабельности активов [20] показал, что для добывающей промышленности существует сильная связь. В обрабатывающих отраслях умеренная положительная связь обнаружена у 4 отраслей – текстильное и швейное производство, производство резиновых и пластмассовых изделий, производство транспортных средств и оборудования, целлюлозно-бумажное производство. Для других отраслей обнаружена слабая либо отрицательная связь. Отрицательный коэффициент корреляции показывает

⁸ Критерий Стьюдента t_p , равный 4,12, превышает критическое значение 2,57 (при уровне значимости 0,05), а критерий Фишера F_p , равный 16,93, также больше критического значения 6,61 (при уровне значимости 0,05).

⁹ Сухарев О.С. Экономика технологического развития. М.: Финансы и статистика, 2008.

наличие обратной связи между показателями рентабельности активов и производительностью труда.

Похожее явление наблюдалось и в Румынии в 1930-х гг., когда М. Манойлеску проводил исследование связи между покупательской способностью единицы труда, заключенной в товаре одной страны, который продается на международном рынке, и покупательской способностью труда других работников, расположенных за границей. Полученные результаты оформили концепцию «двойных факторных условий торговли». Поскольку достаточно известный в XX в. в Румынии политик, министр иностранных дел в 1940 г. М. Манойлеску и его труды не получили широкой известности, представим основные полученные им результаты, касающиеся оценки влияния трудовых ресурсов и производительности труда на индустриализацию.

Согласно М. Манойлеску, существует «качественная» разница между количеством затраченного труда и количеством капитала на одного работника. Это различие может быть использовано для установления иерархии экономических видов деятельности (например отраслей промышленности). В связи с этим был предложен «коэффициент качества», показывающий, какие отрасли промышленности могут давать стоимость продукции с минимальными затратами труда и капитала. Этот коэффициент может использоваться государственными плановиками для классификации отраслей промышленности. С позиций сегодняшнего дня это своеобразная оценка сложившейся структуры. Значительный разрыв между заработной платой в сельском хозяйстве и в промышленности отражает значительное различие между их производительностью, что и составляет основное препятствие для индустриализации. Это препятствие может быть преодолено при помощи тарифов или субсидий для промышленных товаров [22].

М. Манойлеску показал, что когда предельная производительность труда в сельском хозяйстве ниже, чем в остальных секторах, излишек труда должен двигаться в производство или другие высокопроизводительные отрасли [23]. При этом не наблюдается корреляция между общей рентабельностью и производительностью, скорее отношение капитала на одного рабочего «определяет» производительность. Аргумент М. Манойлеску звучал следующим образом: «средняя заработная плата в промышленном секторе развивающихся стран превосходит среднюю заработную плату в сельскохозяйственном секторе, хотя производительность труда может быть

и одинаковой. Поэтому промышленное производство не может конкурировать с импортом и должно защищаться с помощью тарифов на ввоз промышленных товаров» [13].

Это важное уточнение, поскольку в России сегодня приходится слышать о некоем правиле связи роста заработной платы и производительности труда, однако производительность труда может совершенно не зависеть от труда как такового, а определяться капиталом и технологичностью экономической системы (также зависимой от капитала), влияющей на рост производительности. Тогда ограничение по производительности не означает, что не должна повышаться заработная плата (особенно при инфляции), если не растет производительность. Важный вывод, согласующийся с тезисом М. Манойлеску в том, что индивидуальный интерес в получении прибыли превалирует над национальным интересом в производительности, индивидуальный процент прибыли может и в действительности расходиться с «национальным» процентом в производительности [22, 23]. Рассчитаем отношения средних зарплат в различных видах экономической деятельности к средней по всей экономике (табл. 3), а также отношение капитала на одного работающего – «специфический капитал» (табл. 4).

Из анализа данных табл. 3 видно превышение величины оплаты труда в добывающих видах деятельности и финансовом секторе над обрабатывающими производствами, сельским хозяйством, торговлей, образованием и здравоохранением.

Как видно из анализа данных, представленных в табл. 4, величина «специфического капитала» составляет самое большое значение в ВЭД «Добыча полезных ископаемых», затем идут виды деятельности «Производство и распределение электроэнергии, газа и воды», «Транспорт и связь», «Операции с недвижимым имуществом, аренда и предоставление услуг».

На рис. 7 изображена динамика специфического капитала по видам экономической деятельности РФ в 2005–2013 гг. Нужно отметить, что рост «специфического капитала» в финансовой деятельности превышает его рост в других видах деятельности, а также рост в добыче полезных ископаемых превышает рост в других секторах. Средняя скорость в 2 раза превышает данный показатель для обрабатывающих отраслей. При этом число занятых во всех видах деятельности в анализируемый период времени изменяется в пределах 1–2% ежегодно, исключение составляет финансовая деятельность,

Таблица 3

**Отношение средней номинальной начисленной зарплаты работников
по видам экономической деятельности к средней по экономике в 2000–2013 гг.**

Вид экономической деятельности	2000	2005	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Сельское хозяйство, охота и лесное хозяйство	0,44	0,43	0,49	0,52	0,51	0,53	0,53	0,52
Рыболовство, рыбоводство	1,28	1,20	1,13	1,23	1,14	1,11	1,10	1,08
Добыча полезных ископаемых	2,67	2,31	1,92	1,90	1,90	1,93	1,89	1,81
– добыча топливно-энергетических полезных ископаемых	3,14	2,74	2,26	2,23	2,21	2,21	2,15	2,05
– добыча полезных ископаемых, кроме топливно-энергетических	1,80	1,54	1,33	1,29	1,35	1,44	1,44	1,39
Обрабатывающие производства	1,06	0,98	0,93	0,89	0,91	0,93	0,92	0,90
– производство пищевых продуктов, включая напитки, и табака	0,98	0,85	0,81	0,84	0,83	0,82	0,79	0,78
– текстильное и швейное производство	0,55	0,47	0,49	0,48	0,49	0,47	0,45	0,44
– производство кожи, изделий из кожи и производство обуви	0,61	0,55	0,55	0,54	0,54	0,53	0,49	0,48
– обработка древесины и производство изделий из дерева	0,78	0,69	0,65	0,59	0,61	0,60	0,57	0,56
– целлюлозно-бумажное производство; издательская и полиграфическая деятельность	1,23	1,10	1,02	0,95	0,96	1,01	0,99	0,94
– производство кокса и нефтепродуктов	2,21	2,27	2,02	2,04	1,98	2,07	2,22	2,18
– химическое производство	1,24	1,16	1,05	1,04	1,06	1,09	1,09	1,08
– производство резиновых и пластмассовых изделий	0,96	0,80	0,78	0,74	0,75	0,76	0,74	0,71
– производство прочих неметаллических минеральных продуктов	0,98	0,93	0,95	0,86	0,86	0,88	0,87	0,85
– металлургическое производство и производство готовых металлических изделий	1,73	1,20	1,05	0,96	1,01	1,02	1,00	0,96
– производство машин и оборудования	0,89	0,98	0,98	0,91	0,96	0,97	0,96	0,94
– производство электрооборудования, электронного и оптического оборудования	0,90	0,96	0,96	0,93	0,96	1,00	0,99	0,98
– производство транспортных средств и оборудования	1,10	1,10	1,00	0,93	0,99	1,05	1,04	1,02
– прочие производства	0,92	0,75	0,73	0,67	0,65	0,67	0,64	0,61
Производство и распределение электроэнергии, газа и воды	1,42	1,24	1,10	1,16	1,15	1,15	1,11	1,08
Строительство	1,19	1,06	1,07	0,97	1,01	1,01	0,97	0,92
Оптовая и розничная торговля; ремонт автотранспортных средств, мотоциклов, бытовых изделий и предметов личного пользования	0,71	0,77	0,86	0,86	0,88	0,84	0,81	0,80
Деятельность гостиниц и ресторанов	0,74	0,71	0,67	0,67	0,64	0,63	0,62	0,62
Транспорт и связь, всего	1,45	1,33	1,20	1,20	1,22	1,22	1,18	1,15
– из них связь	1,30	1,33	1,15	1,12	1,16	1,16	1,08	1,05
Финансовая деятельность	2,35	2,63	2,42	2,27	2,39	2,39	2,22	2,12
Операции с недвижимым имуществом, аренда и предоставление услуг	1,11	1,20	1,23	1,21	1,22	1,21	1,16	1,14
Государственное управление и обеспечение военной безопасности; социальное страхование	1,22	1,28	1,23	1,29	1,20	1,19	1,34	1,35
Образование	0,56	0,63	0,65	0,71	0,67	0,68	0,71	0,78
Здравоохранение и предоставление социальных услуг	0,60	0,69	0,75	0,80	0,75	0,75	0,78	0,82
Предоставление прочих коммунальных, социальных и персональных услуг	0,70	0,74	0,78	0,81	0,78	0,78	0,79	0,83

Источник: Рассчитано по данным: Россия в цифрах, 2014: ст. сбор. М., 2014. С. 135–137.

Таблица 4

Величина «специфического капитала» в видах экономической деятельности, тыс. руб./чел.

Величина «специфического капитала» в ВЭД	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
В экономике Российской Федерации в целом	621,24	706,96	892,03	1 087,58	1 228,49	1 378,95	1 589,84	1 784,21	1 980,05
В том числе в ВЭД:									
– сельское хозяйство, охота и лесное хозяйство	195,10	220,56	290,56	338,58	401,47	429,69	476,68	515,70	574,22
– рыболовство, рыбоводство	398,55	410,96	541,10	640,85	708,03	790,21	936,62	1 007,04	1 108,70
– добыча полезных ископаемых	3 149,38	3 912,75	4 794,80	6 097,70	7 916,41	8 595,08	9 863,81	11 335,19	12 735,00
– обрабатывающие производства	316,27	371,34	450,14	536,32	663,68	776,23	857,52	969,71	1 111,46
– производство и распределение электроэнергии, газа и воды	1 782,43	1 875,20	2 149,92	2 614,12	3 044,01	3 480,21	4 376,09	5 013,35	5 611,34
– строительство	123,07	140,15	188,50	223,05	261,47	278,81	285,53	280,40	313,99
– оптовая и розничная торговля; ремонт автотранспортных средств, мотоциклов, бытовых изделий и предметов личного пользования	77,47	100,56	140,02	179,45	215,39	257,94	300,76	314,43	341,63
– деятельность гостиниц и ресторанов	239,04	251,48	326,19	348,51	392,39	452,24	489,07	500,80	547,96
– транспорт и связь	2 493,76	2 814,41	3 298,77	3 949,00	4 371,76	4 853,19	5 725,97	6 381,03	6 823,64
– финансовая деятельность	575,76	709,81	954,02	1 277,39	1 666,37	1 919,79	1 771,60	2 061,32	2 254,76
– операции с недвижимым имуществом, аренда и предоставление услуг	1 920,27	2 103,69	2 722,88	3 622,62	3 820,25	4 069,89	4 554,36	5 002,63	5 626,15
– государственное управление и обеспечение военной безопасности;	357,72	459,76	803,44	882,21	924,73	1 088,86	1 411,21	1 549,28	1 691,48
– социальное страхование									
– образование	211,79	234,65	390,28	412,88	426,74	457,47	508,17	573,46	640,24
– здравоохранение и предоставление социальных услуг	224,93	252,51	357,24	393,06	418,65	470,89	516,88	579,71	644,69
– предоставление прочих коммунальных, социальных и персональных услуг	450,00	492,30	645,01	686,76	710,29	828,13	947,22	950,14	1 031,13

Источник: Рассчитано по сборникам Россия в цифрах. 2008: крат. стат. сб. М.: Росстат, 2008. 510 с. С. 96; Россия в цифрах. 2010: крат. стат. сб. М.: Росстат, 2010. 558 с. С. 70, 94; Россия в цифрах. 2012: крат. стат. сб. М.: Росстат, 2012. 573 с. С. 100–101; Россия в цифрах. 2014: крат. стат. сб. М.: Росстат, 2014. 558 с. С. 74, 104.



Рис. 7. Динамика «специфического капитала» в России в 2005–2013 гг., тыс. руб./чел.

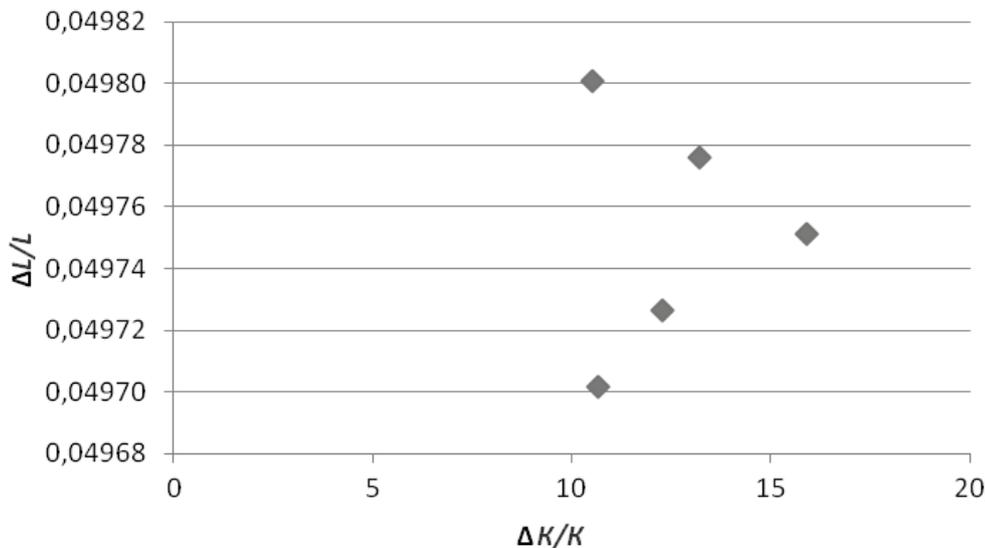


Рис. 8. Приращение факторов «труд – капитал» в 2008–2013 гг., %

где средняя скорость роста числа занятых за этот период составляет 5%.

Расчет коэффициентов корреляции между величиной «специфического капитала» и производительностью труда в секторах промышленности дает следующий результат. По добывающим отраслям промышленности существует прямая связь между показателем выработки и величиной капитала на одного рабочего (коэффициент корреляции равен 0,76), практически такая же по силе связь наблюдается и в обрабатывающей промышленности (коэффициент корреляции равен 0,75). Например, в виде экономической деятельности «Производство и распределение электроэнергии, газа и воды» коэффициент корреляции составляет 0,99, что указывает на тесную прямую связь между этими показателями.

Приведенные данные (с опорой на указанный аргумент) подтверждают необходимость новой отраслевой политики с нацеленностью на замещение импорта. Следует отметить, что для формирования оптимальной структуры, например сектора машиностроения, необходимо осуществление минимальных дополнительных вложений в размере 5,6 млрд руб., причем эта сумма не учитывает замену устаревших в результате износа основных фондов. Как известно, по программам развития на промышленность планируется выделить 20 млрд руб. на 2015 г.

Однако указанная величина вложений в сектор является значительной. Таким образом, развитие промышленности России может осуществляться при мерах защиты от импорта. Следовательно, индустриальная политика должна предполагать

использование ограничительных тарифов, а также институциональных ограничений (в обход правил ВТО), позволяющих делать импортные промышленные товары дорогими, что приводило бы к запуску отечественных, относительно дешевых (при том же качестве) продуктов [25].

Экономический рост и факторы индустриального развития

Анализ факторов экономического роста осложняется тем, что использование производственных функций подразумевает замещение труда капиталом. Однако замещение труда капиталом по всей экономике является затруднительным в силу отсутствия необходимой взаимосвязи между факторами (рис. 8).

Из анализа данных рис. 8 видно, что приращение капитала сопровождается приращением труда, но на крайне незначительную величину и с быстрым насыщением, причем далее наблюдается отрицательный прирост капитала до прежнего значения с некоторым приростом труда, который на всем рассматриваемом интервале является крайне незначительным. Проанализировав данные по экономике России, можно отметить наличие некоторой связи между трудом и капиталом (рис. 9).

При этом если оценивать труд не по величине оплаты труда, а по среднесписочной численности¹⁰, то обрабатывающие производства показывают еще

¹⁰ Это возможно, поскольку рост ФОТ во многом связан с недооценкой труда в начальный момент времени, а в методике определения предельной нормы технологического замещения предполагается неизменность оплаты труда.

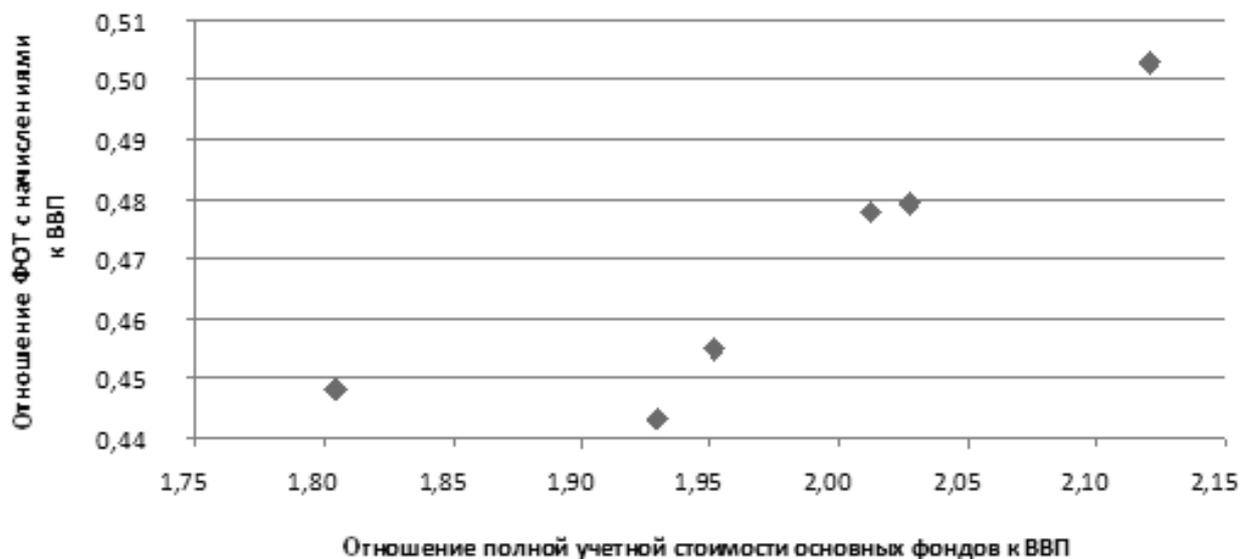


Рис. 9. Соотношение труда и капитала в целом по экономике РФ в 2008–2013 гг.

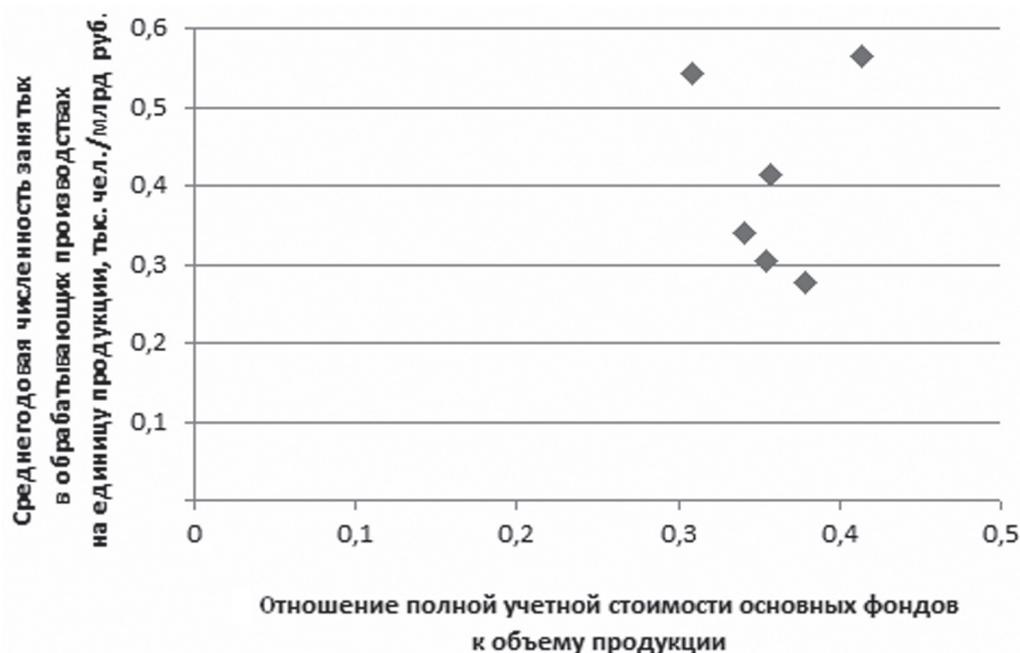


Рис. 10. Соотношение труда и капитала в обрабатывающих производствах

более неявную степень взаимозаменяемости труда и капитала в 2005–2013 гг. (в силу износа капитала и деградации труда) (рис. 10).

Предельная норма технологического замещения MRTS для российской экономики примерно равна 1/5–1/6, т.е. 1 ед. труда заменяет 5–6 ед. капитала, что говорит о высочайшем износе и низкой технологичности капитала, и в то же время дефиците квалифицированного труда.

Таким образом, в целом для экономики России процесс замещения капитала трудом не согласуется с условиями использования производственной функции, что во многом может быть объяснено низким

технологическим уровнем производств, высокой степенью износа основных фондов, а также изначальной недооценкой квалифицированного труда.

Технологический уровень экономики можно оценить по показателю валовой добавленной стоимости, приходящейся на единицу перерабатываемого ресурса (табл. 5). Конечно, это будет несколько грубая оценка, но, тем не менее, технологичность экономики позволяет осуществлять переработку ресурса и наращивать стоимость. Поэтому отношение добавленной стоимости по видам экономической деятельности к величине используемых для производства ресурсов, на взгляд авторов, может

**Отношение валовой добавленной стоимости
к стоимости ресурсов по видам экономической деятельности *h***

Показатель	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Экономика Российской Федерации, всего	0,40	0,35	0,37	0,39	0,39	0,38
В том числе по ВЭД:						
– добыча полезных ископаемых	0,48	0,35	0,40	0,46	0,46	0,44
– обрабатывающие производства	0,76	0,56	0,59	0,67	0,65	0,64
– производство и распределение электроэнергии, газа и воды	0,19	0,22	0,21	0,20	0,18	0,17

являться опосредованной оценкой меры технологичности экономического сектора. В качестве ресурсов будем рассматривать трудовые ресурсы и основные фонды.

Из анализа данных табл. 5 видно, что с 2008 по 2013 г. технологический уровень снижается в целом по экономике с 0,40 до 0,38. По основным секторам (особенно в обрабатывающих производствах) в 2008 г. технологический уровень составлял 0,76, а в 2013 г. упал до 0,64. На рис. 11 видно, что снижение технологического уровня в целом в экономике по характеру движения повторяет динамику движения технологического уровня в обрабатывающих производствах, причем в 2009 г. происходит максимальное падение, а затем рост до 2011 г. и падение в 2012–2013 гг.

Следует отметить, что вопрос технологического роста экономики зависит не только от роста необходимых инвестиций в технологии, исключительно важно и обоснованное их распределение.

Таким образом, при постоянных скоростях замещения ресурса от старых технологий в пользу новых и постоянной скорости развертывания нового ресурса в пользу новых технологий необходимо так формировать управляющие воздействия, чтобы раз-

витие получали обрабатывающие отрасли промышленности (в частности, машиностроение). Баланс между числом «новых» и «старых» технологий не должен давать значительного разрыва, поскольку, согласно модели новаторов и консерваторов, [16], не всегда избыточное число новаторов является условием позитивного развития.

Будем полагать, что расходы на новые технологии представляют собой расходы на НИОКР, а расходы на старые технологии – разницу между всей величиной инвестиций в нефинансовые активы предприятий и расходами на НИОКР. Конечно, более точно было бы рассматривать не только расходы на НИОКР, но и инвестиции в технологические инновации в текущем году. Это даст более точную оценку расходов на новые технологии.

Построим функции расходов на старые и новые технологии в ВВП от технологического уровня с использованием эмпирических данных (рис. 12).

Формулы, отражающие величину расходов в старые и новые технологии, соответственно, имеют вид:

$$i_s = -9,134 + 60,928h;$$

$$i_n = 2,0927 - 2,5769h.$$

Критерии Пирсона для построенных функций равны соответственно 0,881 и 0,67, критерии Фи-

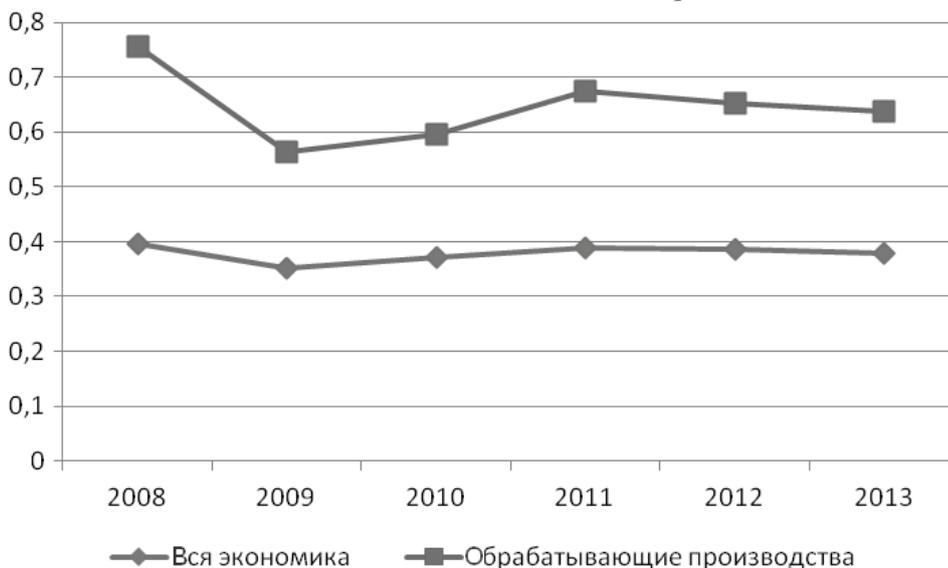


Рис. 11. Динамика изменения технологического уровня в 2008–2013 гг., %

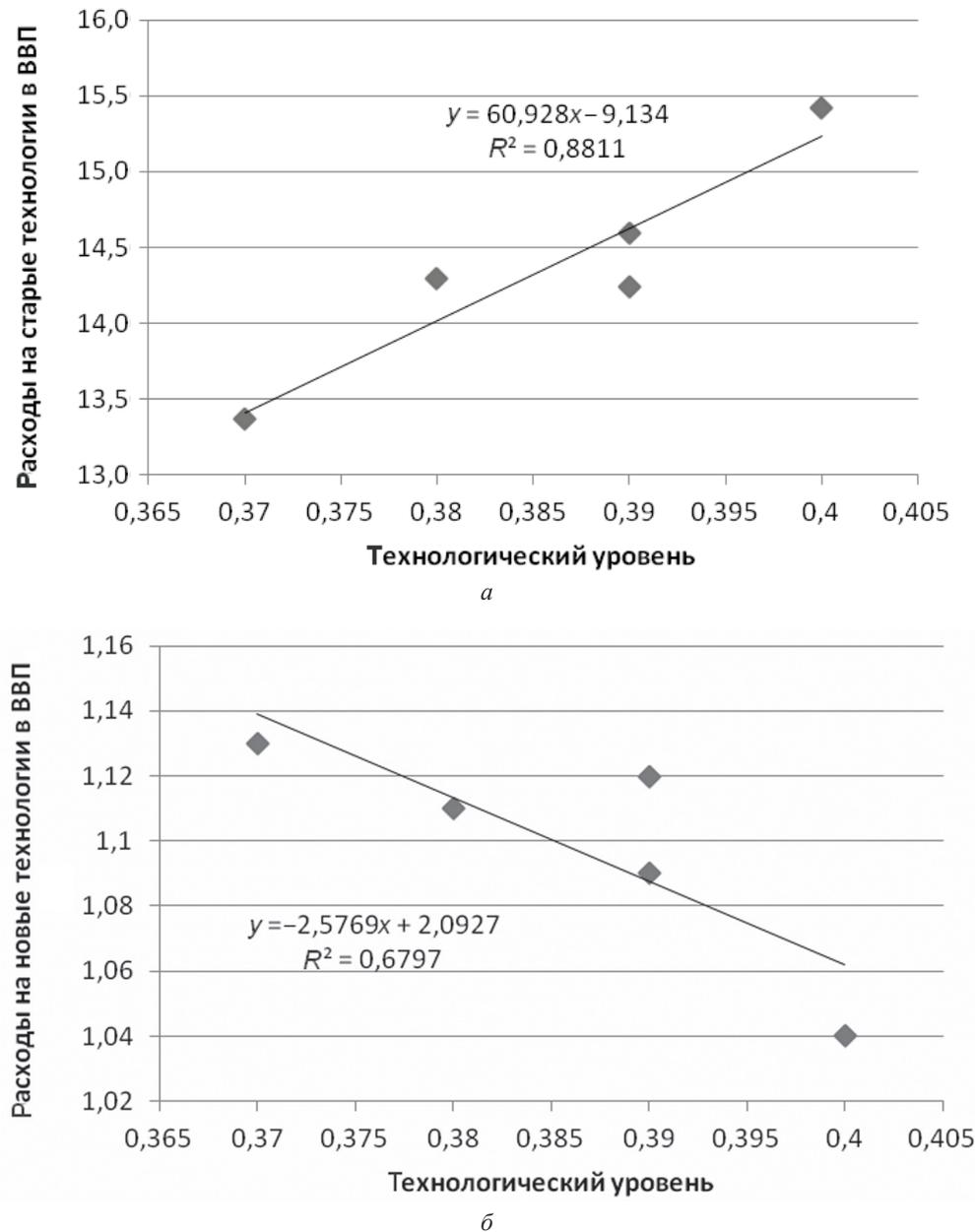


Рис. 12. Величина расходов на старые (а) и новые (б) технологии в ВВП от технологического уровня, %

шера и Стьюдента превышают критические значения. Чем выше общий технологический уровень экономической системы (см. рис. 12а), тем большая величина расходов нужна для поддержания уже известных технологий. И чем выше общий технологический уровень, тем меньшая величина расходов (см. рис. 12б) идет на новые технологии (развитие новых технологий насыщается).

Динамика расходов на старые технологии в ВВП от времени, построенная по эмпирическим данным, имеет вид $i_s = -0,296t^2 + 1,794t + 11,85$, критерий Пирсона для данной функции равен 0,998 (рис. 13а).

Динамика взаимосвязи расходов на новые технологии в ВВП, построенная по эмпирическим данным, имеет вид $i_n = -0,018t^3 + 0,145t^2 - 0,346t + 1,35$, критерий Пирсона для данной функции равен 1 (рис. 13б).

Регрессионный анализ позволяет выделить следующие свойства развития технологий в России за рассматриваемый период.

Во-первых, после кризиса 2009 г. общая величина инвестиций в «старые» технологии увеличилась, причем до 2012 г., после чего она начала снижаться, что определяется развертыванием рецессии в российской экономике.

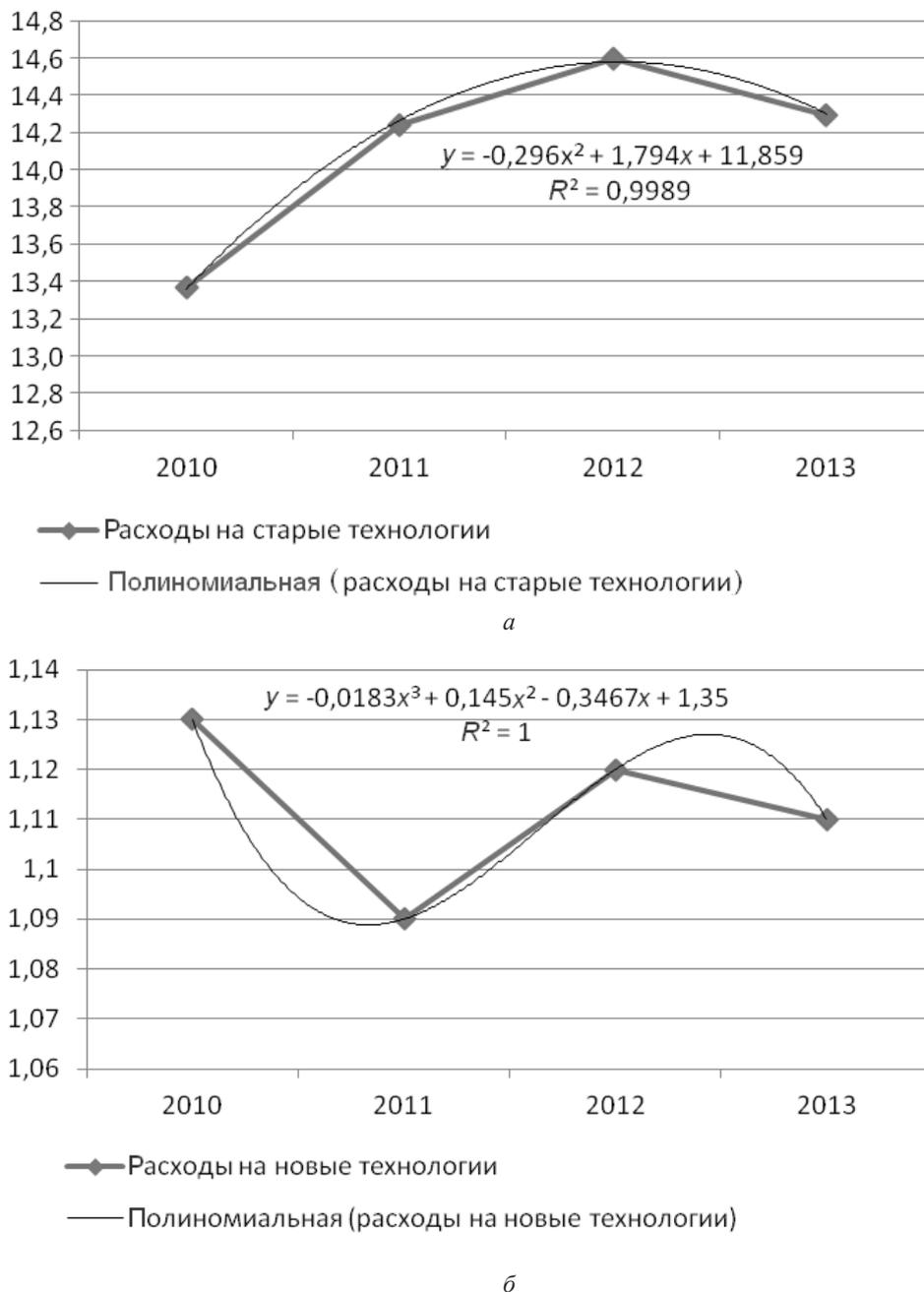


Рис. 13. Величина расходов на старые (а) и новые (б) технологии в ВВП в 2010–2013 гг., % ВВП

Во-вторых, инвестиции в новые технологии были не велики, демонстрировали неустойчивость (колебания год от года) при общем понижательном тренде.

При анализе периода с 2010 по 2014 г., когда разворачивается явление устойчивого замедления темпа экономического роста в России, получаем следующие соотношения в рамках рассматриваемой модели экономического роста.

Функция отношения инвестиций к ВВП имеет вид $\sigma(t) = -0,001t^2 + 0,011t + 0,135$ (коэффициент

Пирсона $R^2 = 0,897$; значение критерия Стьюдента для функции $t_R = 5,11$, что превышает критическое значение, равное 3,18 при уровне значимости 0,95; значение критерия Фишера $F_R = 26,12$, что превышает критическое значение 10,13). Производная $d\sigma/dt = -0,002t + 0,011$.

Функция расходов на старые технологии имеет вид $I_s(t) = -125,3t^2 + 1005t + 5335$ (коэффициент Пирсона $R^2 = 0,974$; значение критерия Стьюдента для функции $t_R = 10,60$, что превышает критическое значение, равное 3,18 при уровне значимости 0,95;

значение критерия Фишера $F_R = 112,38$, что превышает критическое значение 10,13). Производная функции имеет вид $dI_s/dt = -250,6t + 1005$.

Функция для ВВП имеет вид $Y(t) = -309,9t^2 + 3011t + 43584$ (коэффициент Пирсона $R^2 = 0,998$; значение критерия Стьюдента для функции $t_R = 38,69$, что превышает критическое значение, равное 3,18 при уровне значимости 0,95; значение критерия Фишера $F_R = 1497$, что превышает критическое значение 10,13).

Таким образом, динамика расходов на старые технологии стабилизируется в 2012–2014 гг. при имеющейся тенденции к снижению, норма инвестиций за эти годы также снижается. В результате возникает понижательная динамика по темпу роста ВВП, причем наилучшее совпадение теоретического результата и эмпирических данных будет при $\alpha = 0,2$ и $\mu = 0,2$ (рис. 14б).

Как видно из анализа данных рис. 14, чем выше величина μ , т.е. в экономике наблюдается создание

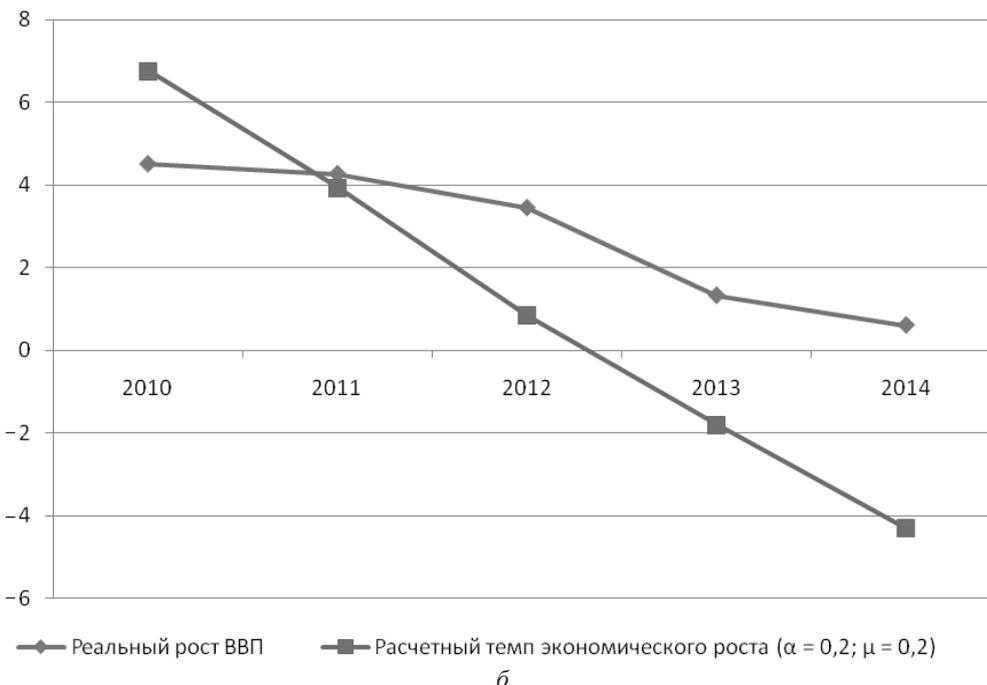
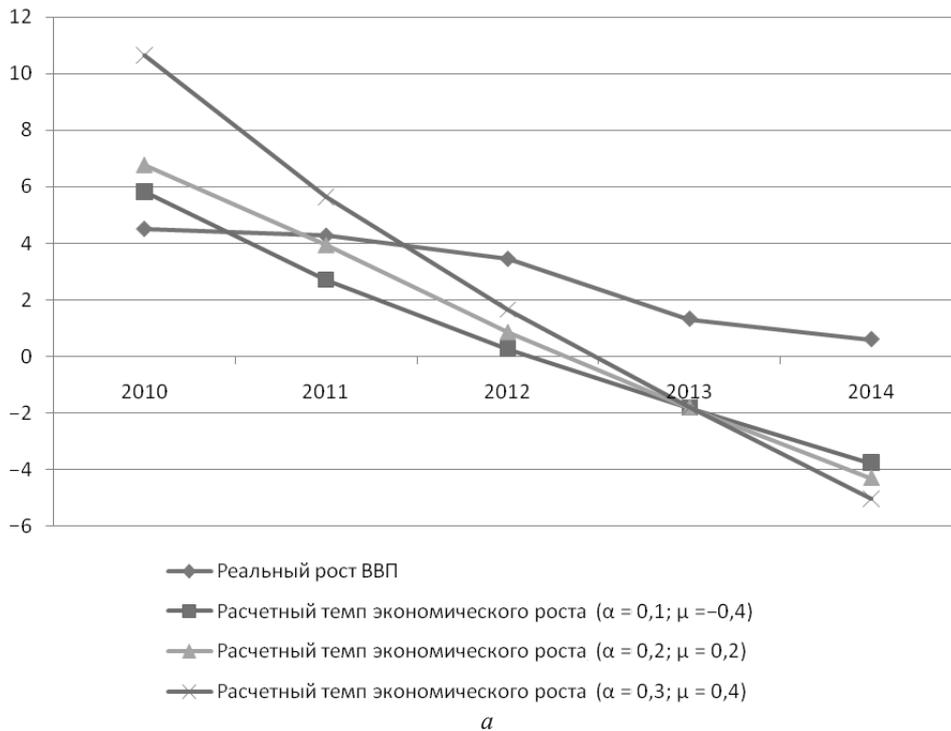


Рис. 14. Расчетные (а) и фактические (б) значения темпа роста в 2010–2014 гг., %

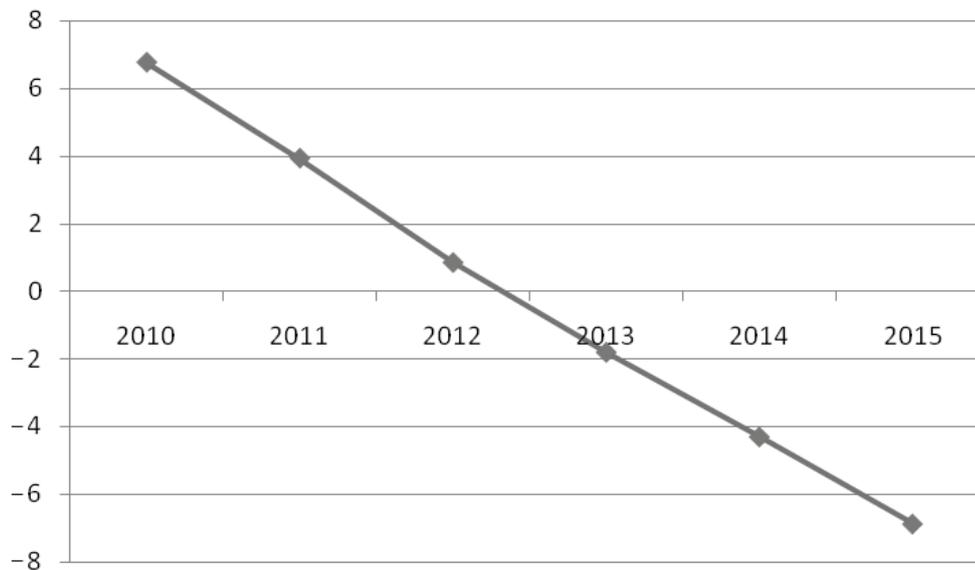


Рис. 15. Расчетные значения темпа экономического роста в 2010–2015 гг. ($\alpha = 0,2$; $\mu = 0,2$), %

нового ресурса (технологий), тем при той же величине отвлечения ресурса от старых технологий будет выше темп роста, а его снижение будет происходить медленнее в положительной области темпа экономического роста. В области отрицательного темпа роста (спада) при более значимой величине μ спад будет сильнее (см. рис. 14а).

Если тенденция сохранится, то возможное значение темпа роста ВВП может составить $-6,87\%$ за 2015 г. при указанных α , μ . При этом любые комбинации данных параметров дают в текущих условиях отрицательное значение экономического роста на ближайший период (рис. 15) в рамках рассматриваемой теоретической модели.

Полученные результаты говорят, как минимум, о том, что для более эффективного использования инвестиций возможно перераспределение структуры инвестиций между старыми и новыми технологиями. Если проанализировать существующие данные, то с некоторым допущением расходы на исследования можно отнести к расходам на новые разработки. Предположим, что эластичность новых технологий в 10 раз ниже эластичности старых. Тогда для прекращения потерь технологий необходимо минимальное дополнительное значение инвестиций в размере 27 млрд руб., а для возвращения к уровню 2010 г. – 1 067 млрд руб.¹¹. Естественно, данное значение затрат является превышающим ежегодные затраты на науку и практически недостижимым в настоящее время в России.

Таким образом, остается актуальной задача повышения эффективности инвестиций, причем

¹¹ Изменение величины расходов из федерального бюджета на 1% оказывает влияние на рост числа технологий на 2,25%.

технологичность экономики определяется не только количественными, но и качественными параметрами (институциональными и структурными), которые невозможно не учитывать при выстраивании современной макроэкономической политики, целью которой является активизация новых факторов экономического роста в России.

Список литературы

1. Авдонин Б.Н., Хрусталёв Е.Ю., Хрусталёв О.Е. Когнитивная методология структуризации знаний для изучения и применения финансово-экономических инноваций // Финансовая аналитика: проблемы и решения. 2013. № 35. С. 2–13.
2. Авдонин Б.Н., Хрусталёв О.Е. Методология реструктуризации радиоэлектронной промышленности // Экономический анализ: теория и практика. 2013. № 43. С. 2–15.
3. Викулов С.Ф., Хрусталёв Е.Ю. Методологические основы и специфика военно-экономического анализа // Экономический анализ: теория и практика. 2014. № 7. С. 2–11.
4. Гречко М.В. Оценка состояния инновационного развития национальной экономики России // Национальные интересы: приоритеты и безопасность. 2014. № 6. С. 29–34.
5. Гречко М.В. Человеческий капитал как интенсивный фактор развития отечественной экономики в условиях глобальных изменений // Национальные интересы: приоритеты и безопасность. 2013. № 27. С. 10–20.
6. Гречко М.В. Эволюция и трансформация производительных сил и производственных отношений в контексте постинституциональных преобразова-

ний и развития экономики России // Национальные интересы: приоритеты и безопасность. 2014. № 35. С. 27–37.

7. *Гречко М.В., Горгорова В.В.* Формирование модели «эффективной экономики» России в аспекте перехода к опережающему развитию // Национальные интересы: приоритеты и безопасность. 2014. № 30. С. 14–29.

8. *Кульков В.М., Кайманаков С.В., Теняков И.М.* Экономический рост в России: национальная модель, качество и безопасность // Национальные интересы: приоритеты и безопасность. 2014. № 38. С. 9–19.

9. *Макаров В.Л., Бахтизин А.Р., Сушко Е.Д.* Агент-ориентированная социо-эколого-экономическая модель региона // Национальные интересы: приоритеты и безопасность. 2015. № 3. С. 2–11.

10. *Макаров Ю.Н., Хрусталёв Е.Ю., Хрусталёв Ю.Е.* Системный подход к исследованию космической деятельности // Экономический анализ: теория и практика. 2012. № 23. С. 14–21.

11. *Макаров Ю.Н., Хрусталёв Е.Ю.* Методы анализа и разработки стратегии развития предприятий ракетно-космической промышленности // Национальные интересы: приоритеты и безопасность. 2012. № 31. С. 11–16.

12. *Хрусталёв Е.Ю., Данилов А.Ю.* Состав, структура, состояние и перспективы использования объектов военной инфраструктуры // Национальные интересы: приоритеты и безопасность. 2013. № 24. С. 25–31.

13. *Словарь современной экономической теории Макмиллана.* М.: ИНФРА-М, 2003. 608 с.

14. *Стрижакова Е.Н., Стрижаков Д.В.* Выбор «пилотного» метода оценки риска для использования на начальном этапе внедрения элементов риск-менеджмента // Менеджмент в России и за рубежом. 2009. № 2. С. 70–78.

15. *Стрижакова Е.Н.* Эффективное использование ресурсов в процессе экономического роста – факторы и ограничения // Экономические и гуманитарные науки. 2014. № 5. С. 12–22.

16. *Сухарев О.С.* Психологические факторы в анализе инновационного поведения и экономического развития // Экономический анализ: теория и практика. 2013. № 11. С. 2–12.

17. *Сухарев О.С.* Реиндустриализация экономики России и технологическое развитие // Национальные интересы: приоритеты и безопасность. 2014. № 10. С. 2–16.

18. *Сухарев О.С.* Экономика технологического развития. М.: Финансы и статистика, 2008. 480 с.

19. *Сухарев О.С.* Экономический рост, институты и технологии. М.: Финансы и статистика. 2014. 464 с.

20. *Сухарев О.С., Стрижакова Е.Н.* Индустриальная политика и развитие промышленных систем. М.: Ленанд, 2015. 160 с.

21. *Сухарев О.С., Стрижакова Е.Н.* Структурный анализ развития промышленной системы // Национальные интересы: приоритеты и безопасность. 2014. № 41. С. 26–20.

22. *Nurkse R.* Classical Development Economics and Its Relevance for Today. *Anthem Press*, 2011. 364 p.

23. *Love J.L.* Crafting the Third World: Theorizing Underdevelopment in Rumania and Brazil - Stanford, Calif. *Stanford University Press*, 1996. 348 p.

National Interests: Priorities and Security

ISSN 2311-875X (Online)

ISSN 2073-2872 (Print)

Sustainable Development of Economy

ECONOMIC GROWTH AND TECHNOLOGICAL CHANGES: AN ANALYSIS OF FACTORS

Oleg S. SUKHAREV,

Ekaterina N. STRIZHAKOVA

Abstract

Importance The research examines the structural quality of economic growth in the Russian economy through an analysis of factors that determine the technological level of the economy and technological changes.

Objectives The objective of the research is to illustrate capabilities of some technological changes and shifts of

economic growth in Russia to new factors in commercial production. For this purpose, we formulate a number of structural models and perform a factor analysis of how technological factors influence the parameters of economic growth and industries.

Methods For purposes of the research, we apply a correlation and regression analysis that helps us find

a statistically significant correlation between relevant parameters. We also employ econometric models that demonstrate that growth can be evaluated through controlling parameters, including a technological factor. We take a structural aspect into account as we classify investment as old and new technologies. The article also presents our opinion on the general technological level of the Russian economy and calculations of the so called *specific capital* as Mihail Manoilescu puts it.

Results Russia should increase the general technological level of its economic system focusing mainly on reasonable allocation of investment among old and new technological opportunities. It substantially clarifies the algorithm for setting up the national development priorities that the Russian authorities adhere to. In fact, we provide a theoretical underpinning and empirically verify that the old technologies should be qualified as one of the development priorities. If resources are assigned only to the new technologies, it will drastically aggravate a disparity in development of the Russian economic system, though it shall not mean a refusal to set up such priorities.

Conclusions and Relevance The dynamics of investment in the old technologies has the principal effect on the pace of economic growth in Russia. We should note that investment in the new technologies is insignificant in terms of their amounts, without having an equal effect on the pace of economic growth. The quality of new economic growth will depend on institutional adjustments that determine how resources will be reallocated from the old technologies, and create a new resource of development. Spending on civilian sciences is the most important factor that shapes the new technologies.

Keywords: economic growth, technological level, economy, Mihail Manoilescu, statement, institutional, technological factors

References

1. Avdonin B.N., Khrustalev E.Yu., Khrustalev O.E. Kognitivnaya metodologiya strukturizatsii znaniy dlya izucheniya i primeneniya finansovo-ekonomicheskikh innovatsii [The cognitive methodology for structuring knowledge to study and apply financial and economic innovation]. *Finansovaya analitika: problemy i resheniya = Financial Analytics: Science and Experience*, 2013, no. 35, pp. 2–13.
2. Avdonin B.N., Khrustalev O.E. Metodologiya restrukturizatsii radioelektronnoi promyshlennosti [The methodology for restructuring the radio-electronic industry]. *Ekonomicheskii analiz: teoriya i praktika = Economic Analysis: Theory and Practice*, 2013, no. 43, pp. 2–15.
3. Vikulov S.F., Khrustalev E.Yu. Metodologicheskie osnovy i spetsifika voenno-ekonomicheskogo analiza [Methodological bases and specificity of the military and economic analysis]. *Ekonomicheskii analiz: teoriya i praktika = Economic Analysis: Theory and Practice*, 2014, no. 7, pp. 2–11.
4. Grechko M.V. Otsenka sostoyaniya innovatsionnogo razvitiya natsional'noi ekonomiki Rossii [Evaluating the state of innovative development of Russia's economy]. *Natsional'nye interesy: priority i bezopasnost' = National Interests: Priorities and Security*, 2014, no. 6, pp. 29–34.
5. Grechko M.V. Chelovecheskii kapital kak intensivnyi faktor razvitiya otechestvennoi ekonomiki v usloviyakh global'nykh izmenenii [Human capital as an intensive factor of development of the domestic economy under global changes]. *Natsional'nye interesy: priority i bezopasnost' = National Interests: Priorities and Security*, 2013, no. 27, pp. 10–20.
6. Grechko M.V. Evolyutsiya i transformatsiya proizvoditel'nykh sil i proizvodstvennykh otnoshenii v kontekste postinstitutsional'nykh preobrazovaniy i razvitiya ekonomiki Rossii [The evolution and transformation of productive forces and production relations in the context of post-institutional transformations and development of the Russian economy]. *Natsional'nye interesy: priority i bezopasnost' = National Interests: Priorities and Security*, 2014, no. 35, pp. 27–37.
7. Grechko M.V., Gorgorova V.V. Formirovanie modeli 'effektivnoi ekonomiki' Rossii v aspekte perekhoda k operezhayushchemu razvitiyu [Forming the model of Russia's effective economy in terms of transition to advanced development]. *Natsional'nye interesy: priority i bezopasnost' = National Interests: Priorities and Security*, 2014, no. 30, pp. 14–29.
8. Kul'kov V.M., Kaimanakov S.V., Tenyakov I.M. Ekonomicheskii rost v Rossii: natsional'naya model', kachestvo i bezopasnost' [Economic growth in Russia: a national model, quality and safety]. *Natsional'nye interesy: priority i bezopasnost' = National Interests: Priorities and Security*, 2014, no. 38, pp. 9–19.
9. Makarov V.L., Bakhtizin A.R., Sushko E.D. Agent-orientirovannaya sotsio-ekologo-ekonomicheskaya model' regiona [The agent-oriented socio-ecological-economic model of a region]. *Natsional'nye interesy: priority i bezopasnost' = National Interests: Priorities and Security*, 2015, no. 3, pp. 2–11.
10. Makarov Yu.N., Khrustalev E.Yu., Khrustalev Yu.E. Sistemnyi podkhod k issledovaniyu kos-

micheskoi deyatel'nosti [The systems approach to studying activities in the space industry]. *Ekonomicheskii analiz: teoriya i praktika = Economic Analysis: Theory and Practice*, 2012, no. 23, pp. 14–21.

11. Makarov Yu.N., Khrustalev E.Yu. Metody analiza i razrabotki strategii razvitiya predpriyatii raketno-kosmicheskoi promyshlennosti [Methods for analyzing and outlining a strategy for development of the space and rocket industry]. *Natsional'nye interesy: priority i bezopasnost' = National Interests: Priorities and Security*, 2012, no. 31, pp. 11–16.

12. Khrustalev E.Yu., Danilov A.Yu. Sostav, struktura, sostoyanie i perspektivy ispol'zovaniya ob'ektov voennoi infrastruktury [Composition, structure, condition and prospects of using the military infrastructure]. *Natsional'nye interesy: priority i bezopasnost' = National Interests: Priorities and Security*, 2013, no. 24, pp. 25–31.

13. *Slovar' sovremennoi ekonomicheskoi teorii Makmillana* [Macmillan Dictionary of Modern Economics]. Moscow, INFRA-M Publ., 2003, 608 p.

14. Strizhakova E.N., Strizhakov D.V. Vybór 'pilotnogo' metoda otsenki riska dlya ispol'zovaniya na nachal'nom etape vnedreniya elementov risk-menedzhmenta [Selecting the 'pilot' risk assessment method to be used at the initial stage of implementing risk management elements]. *Menedzhment v Rossii i za rubezhom = Management in Russia and Abroad*, 2009, no. 2, pp. 70–78.

15. Strizhakova E.N. Effektivnoe ispol'zovanie resursov v protsesse ekonomicheskogo rosta – faktory i ogranicheniya [Efficient use of resources in the process of economic growth: factors and restrictions]. *Ekonomicheskie i gumanitarnye nauki = Economic Sciences and Humanities*, 2014, no. 5, pp. 12–22.

16. Sukharev O.S. Psikhologicheskie faktory v analize innovatsionnogo povedeniya i ekonomicheskogo razvitiya [Psychological factors in analyzing innovative behavior and economic development]. *Ekonomicheskii analiz: teoriya i praktika = Economic Analysis: Theory and Practice*, 2013, no. 11, pp. 2–12.

17. Sukharev O.S. Reindustrializatsiya ekonomiki Rossii i tekhnologicheskoe razvitie [Reindustrialization of the Russian economy and technological development]. *Natsional'nye interesy: priority i bezopasnost' = National Interests: Priorities and Security*, 2014, no. 10, pp. 2–16.

18. Sukharev O.S. *Ekonomika tekhnologicheskogo razvitiya* [Economics of technological development]. Moscow, Finansy i statistika Publ., 2008, 480 p.

19. Sukharev O.S. *Ekonomicheskii rost, instituty i tekhnologii* [Economic growth, institutions and technologies]. Moscow, Finansy i statistika Publ., 2014, 464 p.

20. Sukharev O.S., Strizhakova E.N. *Industrial'naya politika i razvitie promyshlennykh sistem* [Industrial policy and the development of industrial systems]. Moscow, LENAND Publ., 2015, 160 p.

21. Sukharev O.S., Strizhakova E.N. Strukturnyi analiz razvitiya promyshlennoi sistemy [A structural analysis of the industrial system's development]. *Natsional'nye interesy: priority i bezopasnost' = National Interests: Priorities and Security*, 2014, no. 41, pp. 26–20.

22. Nurkse R. *Classical Development Economics and Its Relevance for Today*. Anthem Press, 2011, 364 p.

23. Love J.L. *Crafting the Third World: Theorizing Underdevelopment in Rumania and Brazil*. Stanford, Stanford University Press, 1996, 348 p.

Oleg S. SUKHAREV

Institute of Economics of Russian Academy of Sciences, Moscow, Russian Federation
o_sukharev@list.ru

Ekaterina N. STRIZHAKOVA

Bryansk State Technical University, Bryansk, Russian Federation
kathystr@inbox.ru