

**АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СДВИГОВ В ЭНЕРГЕТИКЕ
НА УСТОЙЧИВОСТЬ РОССИЙСКОЙ ЭКОНОМИКИ*****Владислав Валерьевич КЛОЧКОВ**доктор экономических наук, ведущий научный сотрудник,
Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН, Москва, Российская Федерация
vlad_klochkov@mail.ru**История статьи:**Принята 03.10.2016
Принята в доработанном виде
13.10.2016
Одобрена 10.12.2016
Доступна онлайн 27.04.2017

УДК 338.12:339.9

JEL: E37, F02, F52, O33

<https://doi.org/10.24891/ni.13.4.684>**Ключевые слова:**альтернативная энергетика,
энергоресурсы,
внешнеэкономические шоки,
устойчивость, моделирование**Аннотация****Тема.** Ожидаемые параметры будущего технологического уклада в энергетике предполагают сокращение доли ископаемых энергоресурсов и возрастание доли высокотехнологичного оборудования. Адаптация российской экономики к таким технологическим сдвигам влечет за собой, помимо прочих изменений, также изменение чувствительности экономики к колебаниям макроэкономической конъюнктуры. В связи с этим важно проанализировать, как переход к новому технологическому укладу отразится на устойчивости российской экономики.**Цели.** Оценка (в том числе количественная) того, как переход от преимущественного экспорта энергоресурсов к производству высокотехнологичного оборудования повлияет на чувствительность российской экономики к возможному спаду мирового ВВП. Выявление механизмов, которые способствуют повышению устойчивости российской экономики при переходе к будущему энергетическому укладу.**Методология.** Разработана экономико-математическая модель динамики экспорта расходуемых энергоресурсов и долговечного оборудования при изменении мирового ВВП. Учтены специфические особенности динамики рынков ресурсов и оборудования в периоды роста и спада мирового ВВП. Предложена простая модель для оценки уровня импортозависимости российской экономики, которая не полностью обеспечивает себя высокотехнологичным оборудованием и потребительскими благами, импортируя их за счет экспорта ресурсов.**Результаты.** Проведенный экономико-математический анализ показал, что сам по себе переход к производству высокотехнологичного оборудования вместо преимущественной добычи ресурсов может даже повысить уязвимость российской экономики к глобальным экономическим шокам, поскольку экспорт российского высокотехнологичного оборудования, вероятнее всего, будет в большей степени подвержен влиянию спада мировой экономики, чем экспорт ресурсов.**Выводы.** Повысить экономическую безопасность России при переходе к новому энергетическому укладу может лишь снижение зависимости от импорта высокотехнологичных благ и экспорта ресурсов. Такое изменение структуры российской экономики может быть не прямым, но косвенным следствием перехода мировой энергетики к новым технологиям.

© Издательский дом ФИНАНСЫ и КРЕДИТ, 2016

Введение

Российская экономика, в структуре которой (в особенности в экспортно ориентированных отраслях) высока доля добычи природных ресурсов, в том числе энергоресурсов, весьма уязвима к внешнеэкономическим шокам. Изменения конъюнктуры мировых энергетических рынков, а также общей макроэкономической конъюнктуры в крупнейших экономиках мира вызывают сильные изменения российского ВВП, состояния государственного бюджета, благосостояния населения. В условиях нарастающей нестабильности мировой экономики, осложнения политической обстановки (вероятно,

вызванных не только исчерпанием пределов роста текущего технологического уклада, но и системным кризисом современного миропорядка и соответствующих институтов) такое положение дел становится недопустимым с точки зрения национальных интересов России, обеспечения ее экономической безопасности. Уже в 2014–2015 гг. прогнозы возможных негативных последствий спада на мировых рынках энергоресурсов для российской экономики получили практическое подтверждение в результате более чем двукратного падения цен на нефть и нефтепродукты – причем вызванного не долгосрочными технологическими сдвигами, а кратко- и среднесрочными спекулятивными факторами, возможно, преднамеренным манипулированием рыночной конъюнктурой.

*Статья подготовлена при финансовой поддержке РФФИ, проект № 15-06-06360.

В связи с ожидаемым (и в исторической перспективе – неизбежным) переходом к новому технологическому укладу¹ в энергетике необходимо оценить его влияние на устойчивость российской экономики. Анализ долгосрочных трендов научно-технологического развития энергетического комплекса показывает, что это развитие идет в направлении сокращения удельного веса природных ресурсов и повышения удельного веса оборудования в стоимости генерации энергии. Также налицо стремление к сокращению роли хранения и транспортировки энергии, то есть идеалом представляется принцип «доступная энергия там и тогда, где и когда она необходима». Причем, эта тенденция, как показано в работах² [2, 3], объективно обусловлена противоречиями сложившегося в энергетике технологического уклада, исчерпанием запасов ископаемых энергоресурсов, и сохранится вне зависимости от того, какие именно из технологических кандидатов окажутся наиболее перспективными – те или иные виды возобновляемых источников энергии (ВИЭ), развитие ядерной или термоядерной энергетики, биотопливо и т.п.

В настоящее время сложилась ситуация *технологического разрыва*, когда традиционные технологии уже исчерпали потенциал развития, а технологии-претенденты пока не достигли хотя бы сравнимого уровня эффективности, и продолжается анализ их перспективности³ [4, 5]. В любом случае перечисленные новые энергетические технологии подразумевают сокращение доли расходуемых ресурсов и повышение доли оборудования в структуре себестоимости энергии. Такие, объективно обусловленные логикой экономико-технологического развития, черты, по мнению различных исследователей, будут характеризовать новый технологический уклад в энергетике (вне зависимости от его конкретной технологической реализации) [2, 3].

Ранее нами были предложены методы прогнозирования влияния таких технологических

сдвигов на текущее благосостояние России, методы планирования оптимальной адаптации российской экономики к этим сдвигам⁴. В настоящей работе в центре внимания – не статическое состояние, а именно динамические свойства экономики. Как изменится чувствительность российской экономики, ВВП России и его составляющих при переходе к новому технологическому укладу в энергетике, подразумевающему повышение стоимости энергетического оборудования и снижение стоимости расходуемых ресурсов? Попытаемся ответить на этот вопрос.

В работе [6] указано на некоторые риски, связанные с производством долговечного наукоемкого оборудования (даже при условии его конкурентоспособности на мировом рынке), с преобладанием соответствующих отраслей в национальной экономике. Рынки товаров длительного пользования могут характеризоваться значительной нестабильностью, волатильностью, существенно превышающей таковую на рынках расходуемых ресурсов. Объяснение здесь следующее: если спрос на сырьевые товары в первом приближении пропорционален спросу на конечные блага, то спрос на фондообразующие блага (которые, вероятно, будут преобладать в структуре себестоимости энергии в будущих технологических укладах) складывается из нескольких составляющих. Причем одно из важнейших слагаемых пропорционально не текущему объему выпуска конечных благ, а темпу его роста. Именно поэтому даже при снижении темпов роста экономики в целом – а тем более во время спада – спрос на фондообразующие блага существенно сокращается. Этот вывод, вытекающий из предложенных в указанной работе экономико-математических моделей, не противоречит фактически наблюдаемой динамике рынков долговечного оборудования, машин и т.п. В то же время необходимо более детально проанализировать с помощью экономико-математических моделей возможное влияние ранее описанных изменений структуры себестоимости энергии на устойчивость российской экономики к внешнеэкономическим шокам.

¹ Подробнее о периодизации технологических укладов и в целом о теории экономико-технологического развития человечества см. книгу [1].

² Перспективы энергетических технологий 2010. Сценарии и стратегии до 2050 г. Paris: International Energy Agency, 2010.

³ Нижегородцев Р.М. Экономика инноваций: учеб. пособие. Краснодар: Изд-во КубГАУ, 2014. 140 с.; Strubegger M., Reitgruber I. Statistical Analysis of Investment Costs for Power Generation Technologies // IASA Workpapers WP-95-109. Laxenburg, Austria: IASA, 1995; Gielen D. Renewable Energy Technologies: Cost Analysis Series – Solar Photovoltaic. Technical Report. Vol. 1. IRENA. 2012.

⁴ Клочков В.В., Данилин М.Н. Анализ влияния новых технологий в энергетике на экономику России в долгосрочной перспективе // Национальные интересы: приоритеты и безопасность. 2015. № 46. С. 13–28; Ратнер С.В., Клочков В.В. Анализ эффективности локализации в России производства оборудования для «зеленой» энергетики // Финансовая аналитика: проблемы и решения. 2015. № 38. С. 2–14.

Экономико-математическая модель влияния внешних экономических шоков на экспорт природных ресурсов и оборудования

Обозначим через X общий стоимостный объем российского экспорта, ден. ед./год. Предположим, что он складывается из двух основных составляющих: экспорта природных ресурсов (причем расходуемых) и экспорта долговечного оборудования, обозначаемых, соответственно, X_{res} и X_{eq} (от англ. *resources* и *equipment*):

$$X = X_{res} + X_{eq}.$$

Подчеркнем, что здесь рассматривается суммарный объем экспорта долговечного оборудования, а не только энергетического. Ранее при нашем участии оценивался уровень производства энергетического оборудования, достаточный для компенсации выпадающих доходов от экспорта энергетических ресурсов при смене технологического уклада в мировой энергетике⁵. Было показано, что даже при повышении доли оборудования в себестоимости генерации энергии в новых технологических укладах, необходимая для компенсации выпадающих доходов доля рынка энергетического оборудования вряд ли достижима для российского энергетического машиностроения при его нынешнем уровне конкурентоспособности (см., например, статью [7], посвященную проблемам предприятий – поставщиков оборудования для российской нефтегазовой промышленности). Исключение составляет ГК «Росатом» [8]. Именно поэтому здесь и далее в качестве экспортной отрасли рассматриваются не только отрасли энергетического машиностроения, но все высокотехнологичное машиностроение. Соответственно, рассматривается не только экспорт энергетического оборудования, но экспорт любых долговечных машин и оборудования.

Разность экспорта и импорта M называется в системе национальных счетов *чистым экспортом*:

$$NX = X - M.$$

В системе национальных счетов чистый экспорт является одной из компонент ВВП, рассчитываемого по расходам макроэкономических секторов (населения, фирм, государства и

зарубежного сектора) на приобретение конечных благ российского производства:

$$Y_{pф} = C + I + G + NX,$$

где C – потребление домашних хозяйств, I – инвестиции, G – государственные закупки товаров и услуг, $Y_{pф}$ – ВВП нашей страны.

Рассмотрим зависимость российского экспорта от мирового ВВП $Y_{мир}$, точнее, от динамики его изменения. Здесь используется так называемая модель «маленькой страны», то есть мировой ВВП рассматривается как строго экзогенная переменная. При анализе современной российской экономики это допущение полностью оправданно, поскольку нынешняя доля российского ВВП в мировом не превосходит 3–4%, и, соответственно, прямое влияние колебаний российского ВВП на величину мирового пренебрежимо мало:

$$\frac{\partial Y_{мир}}{\partial Y_{pф}} \approx 0.$$

В простейшем случае можно считать внешний спрос на российские сырьевые товары пропорциональным текущему мировому ВВП:

$$X_{res} = \alpha_{res} \cdot p_{res} \cdot g \cdot Y_{мир},$$

где p_{res} – цена ресурсов на мировом рынке;

α_{res} – доля России на мировом рынке ресурсов;

g – ресурсоемкость мирового ВВП (изменения его ресурсоемкости и будут рассматриваться как переход к новому технологическому укладу).

Что касается внешнего спроса на оборудование (в том числе российское), он в общем случае складывается из трех слагаемых. Во-первых, долговечное оборудование приобретается для замены аналогичного, выбывающего из строя по причине физического износа. Во-вторых, оно приобретается для наращивания мощностей – в расчете на рост спроса на блага конечного потребления. И, в-третьих, оборудование нового поколения может приобретаться для качественного обновления мощностей. Однако такое обновление возможно лишь при определенных условиях. Для этого имеющееся оборудование, еще не изношенное физически, должно устареть морально. В свою очередь, моральное устаревание достигается по двум возможным причинам. Либо

⁵ Клочков В.В., Данилин М.Н. Проблемы замещения выпадающих доходов экономики России от экспорта энергоресурсов при смене технологических укладов в энергетике // Национальные интересы: приоритеты и безопасность. 2015. № 47. С. 40–52.

у пользователей возникают экономические стимулы немедленно заменить имеющееся оборудование на новое, поскольку суммарные затраты на его приобретение и эксплуатацию ниже затрат лишь на эксплуатацию старого оборудования⁶. Либо пользователей принуждают к ускоренному обновлению парка оборудования путем ужесточения стандартов безопасности, экологичности и т.п.

Опишем формально эти три составляющие спроса на оборудование, обозначив α_{eq} долю России на мировом рынке оборудования. Для простоты предположим, что она одинакова для всех трех составляющих спроса – тем более что это во многом оправдано: как правило, для реновации парка оборудования потребители выбирают тех же поставщиков, у которых его уже приобретали ранее (смена поставщика долговечного оборудования, как правило, происходит именно в периоды качественного обновления парка, морального устаревания используемого оборудования). Строго говоря, придется предположить также стабильность этой доли на протяжении периода моделирования.

Внешний спрос на отечественное оборудование для замены физически устаревшего (индекс – от англ. *renovation*) можно описать следующей формулой:

$$X_{eq}^{renov} = \alpha_{eq} \cdot d \cdot b \cdot Y_{мир}$$

где b – фондоемкость мирового ВВП;

d – средняя норма выбытия оборудования по причине физического износа (в простейшем случае, обратно пропорциональная нормативному сроку службы).

Спрос на отечественное оборудование для расширения парка (индекс – от англ. *extension*) можно представить в следующем виде:

$$X_{eq}^{ext} = \alpha_{eq} \cdot b \cdot Y_{мир}^-$$

$$\text{где } Y_{мир}^- = \frac{\partial Y_{мир}}{\partial t}$$

Что касается спроса на оборудование нового поколения для замены морально устаревшего, он, в принципе, может превосходить по порядку величины два описанных слагаемых, поскольку в

⁶ Экономический критерий морального устаревания оборудования длительного пользования, в том числе с учетом затрат ресурсов на его эксплуатацию, обоснован в работе [6].

случае морального устаревания пользователи заинтересованы в немедленной замене всего парка оборудования, то есть

$$X_{eq}^{upg} = \alpha_{eq} \cdot b \cdot Y_{мир} \quad (\text{индекс – от англ. } upgrade).$$

Однако такое значение спрос для качественного обновления парка оборудования примет, лишь если выполнены те или иные (экономические либо внеэкономические) критерии морального устаревания действующего оборудования. Для выполнения экономического критерия, если новое оборудование обладает преимуществом в удельных затратах ресурсов на эксплуатацию перед ныне используемым, необходимо, чтобы цена ресурсов превосходила некоторый порог P_{res}^* . Если она выше данного порога, то экономия ресурсов на текущую эксплуатацию оправдывает дополнительные затраты на приобретение нового оборудования (тогда как имеющееся уже приобретено ранее, и не требует инвестиционных затрат, только текущих). Таким образом, более строго

$$X_{eq}^{upg} = \begin{cases} \alpha_{eq} \cdot b \cdot Y_{мир} \cdot P_{res} > P_{res}^* \\ 0, P_{res} \leq P_{res}^* \end{cases}$$

При этом если парк оборудования однороден и выполнено условие морального устаревания имеющегося оборудования, замена физически изношенного оборудования не должна учитываться отдельно, и в целом можно считать, что

$$X_{eq} \approx X_{eq}^{upg} = \alpha_{eq} \cdot b \cdot Y_{мир}$$

Итак,

$$X_{eq} = X_{eq}^{renov} + X_{eq}^{ext} + X_{eq}^{upg}$$

$$X = X_{res} + X_{eq} = \alpha_{res} \cdot p_{res} \cdot g \cdot Y_{мир} +$$

$\alpha_{eq} \cdot b \cdot (d \cdot Y_{мир} + Y_{мир}^-)$ – в отсутствие морального устаревания оборудования, или

$X = \alpha_{res} \cdot p_{res} \cdot g \cdot Y_{мир} + \alpha_{eq} \cdot b \cdot Y_{мир}$ – если моральное устаревание оборудования имеет место.

Качественный анализ чувствительности российского экспорта ресурсов и оборудования к спаду мировой экономики

Как изменятся составляющие российского экспорта при сокращении мирового ВВП? Спрос на ресурсы, очевидно, сократится

пропорционально мировому ВВП – однако это справедливо именно по отношению к натуральному спросу. Что же касается стоимостного объема спроса на российские природные ресурсы за рубежом, он может упасть в большей степени, поскольку при сокращении натурального спроса на мировых рынках может упасть и цена ресурсов, причем сильнее, чем натуральный спрос⁷:

$$\frac{\partial p_{res}}{\partial Y_{мир}} \geq 0.$$

Соответственно, относительное сокращение стоимостного объема экспорта ресурсов может превысить относительное сокращение мирового ВВП:

$$\left| \frac{\partial X_{res}}{X_{res}} \right| \geq \left| \frac{\partial Y_{мир}}{Y_{мир}} \right|.$$

Что касается экспорта оборудования и его составляющих, при спаде мирового ВВП, как отмечено ранее, вероятно падение цен ресурсов, что, в свою очередь, замедляет моральное устаревание оборудования – по крайней мере, по экономическим критериям. То есть наиболее вероятно, что в процессе спада мировой экономики будет выполняться неравенство $p_{res} \leq p_{res}^*$, и стоимостный спрос на российское оборудование за рубежом будет описываться формулой

$$X_{eq} = \alpha_{eq} \cdot b \cdot Y_{мир} \cdot (d + \hat{Y}_{мир}),$$

где $\hat{Y}_{мир} = \frac{Y_{мир}^-}{Y_{мир}}$ – темп роста мирового ВВП.

По определению темпа роста, после начала спада мирового ВВП он станет отрицательным: $\hat{Y}_{мир}^- < 0$ и $\hat{Y}_{мир} < 0$, даже если изначально темп роста мировой экономики был положительным. Поэтому относительное изменение стоимостного объема экспорта российского оборудования будет удовлетворять следующему соотношению:

$$\frac{\partial X_{eq}}{X_{eq}} = \frac{\partial [Y_{мир} \cdot (d + \hat{Y}_{мир})]}{Y_{мир} \cdot (d + \hat{Y}_{мир})}.$$

Рассмотрим следующий иллюстративный пример. Пусть изначально темп роста мировой экономики

составлял $\hat{Y}_{мир} = 3\%$ в год. Норму амортизации примем равной $d = 5\%$ в год. Предположим, что в течение следующего года темп роста мирового ВВП упал до уровня $\hat{Y}_{мир} < \hat{Y}_{мир}$. Рассмотрим как положительные, так и отрицательные его значения, вплоть до $\hat{Y}_{мир} = -5\%/г$. На *рис. 1* представлен график зависимости относительного изменения за год экспорта российского оборудования от темпа роста (или спада) мирового ВВП по сравнению с изначальным значением при $\hat{Y}_{мир} = 3\%$ в год. Также для наглядности на *рис. 1* изображена зависимость относительного изменения стоимостного экспорта российских ресурсов при неизменной их цене, несмотря на глобальный спад

$$\frac{\partial p_{res}}{\partial Y_{мир}} = 0.$$

Из сопоставления графиков видно, что при таких вполне реалистичных параметрах предложенной модели экспорт оборудования резко сокращается даже при замедлении темпов роста мировой экономики, не говоря уже о спаде, тогда как спрос на ресурсы более стабилен. При темпах спада мирового ВВП, сравнимых по абсолютной величине с нормой амортизации ($\hat{Y}_{мир} \approx -d$) спрос на оборудование теоретически падает до нуля. Здесь не учтена возможность кратного снижения цен на ресурсы. Однако даже при двух-трехкратном падении этих цен стоимостный объем экспорта ресурсов останется положительным. На *рис. 1* для наглядности изображен график относительного изменения объема экспорта ресурсов в предположении, что при спаде в мировой экономике их цена падает в 2,5 раза, что является весьма пессимистической оценкой даже с учетом событий 2014–2016 гг. на мировом рынке энергоносителей. Сопоставление графиков показывает, что при темпах спада мирового ВВП выше 2%/год даже экспорт резко подешевевших ресурсов оказывается более стабильным, нежели экспорт оборудования.

Таким образом, при спаде на внешних рынках как экспорт ресурсов, так и экспорт оборудования могут сокращаться в большей степени, чем собственно мировой ВВП. Причем при реалистичных значениях параметров предложенной выше модели вполне возможно, что спрос на оборудование упадет даже в большей степени, чем спрос на ресурсы – вплоть до нуля,

⁷ Что и наблюдается в настоящее время – очевидно, что более чем двукратное снижение цен на нефть в 2015 г. не сопровождалось аналогичным снижением натуральных объемов потребления нефти.

тогда как стоимостный объем экспорта ресурсов может сократиться в несколько раз, но все-таки останется положительным. Следовательно, сам по себе переход российской экономики от преимущественно ресурсно-сырьевой ориентации к специализации на выпуске высокотехнологичного оборудования не обеспечивает априори большей устойчивости экономики к внешним экономическим шокам. Кроме того, следует учитывать, что обеспечение конкурентоспособности высокотехнологичной продукции машиностроения представляет собой сложную задачу, не сводящуюся лишь к разработке и производству более совершенной продукции. Соответствующие рынки подвержены жесткому регулированию и рискам ужесточения разнообразных стандартов, все в большей степени служащих инструментами глобальной конкуренции. Поэтому при обострении экономической и военно-политической ситуации в мире, сопровождающем глобальный экономический спад, весьма вероятно блокирование для российской высокотехнологичной продукции ряда экспортных рынков, тогда как на рынках относительно простых и стандартизированных видов ресурсов это более проблематично. В терминах предложенной модели: при спаде мирового ВВП возможно и существенное сокращение доли России на рынках оборудования, то есть

$$\frac{\partial \alpha_{eq}}{\partial Y_{\text{мир}}} \geq 0.$$

Этому могут способствовать и такие факторы, как переход высокотехнологичной промышленности к сетевой структуре, в которой производители сложного оборудования, как правило, являются системными интеграторами компонент и систем, поставляемых независимыми поставщиками. Во многих отраслях российской высокотехнологичной промышленности разработка и производство современной, конкурентоспособной на мировом рынке продукции стали возможными лишь при использовании в составе изделий высокотехнологичных импортных компонент, сертифицированных за рубежом. Осложнение внешнеполитической обстановки нередко приводит к санкциям, эмбарго на поставку российским системным интеграторам высокотехнологичных компонент, что может резко затруднить как производство высокотехнологичной финальной продукции, так и

ее продажу на экспортных рынках, даже при условии импортозамещения. С такими факторами уязвимости высокотехнологичных производств Россия уже столкнулась в ряде отраслей.

Заметим, что в ведущих экономически развитых странах мира в периоды глобальных кризисов, наоборот, существенно возросли объемы производства оборудования для «новой энергетики» – вопреки предложенной и рассмотренной в данном разделе модели. Это обусловлено тем, что в указанных ситуациях государство принимало соответствующие программы и проводило конкретные мероприятия⁸ (см., например, [9]), рассматривая стимулирование развития «новой энергетики» и соответствующих секторов машиностроения как способ проведения контрциклической политики, как инструмент стимулирования спроса и преодоления депрессии в соответствии с хорошо известными кейнсианскими рекомендациями [10, 11]. В любом случае, подобный рост спроса на энергетическое оборудование в периоды глобального спада не касается российских производителей соответствующей продукции – он обусловлен протекционистской политикой правительств зарубежных стран, стимулирующих таким образом свою национальную промышленность.

Анализ влияния внешних экономических шоков на составляющие ВВП России и уровень благосостояния ее населения с учетом структуры российской промышленности

Итак, само по себе изменение структуры российского экспорта далеко не обязательно окажет позитивное влияние на устойчивость национальной экономики и экономическую безопасность страны. Напротив, объем экспорта может стать еще более нестабильным, волатильным. В то же время при изменении структуры российской экономики (связанном с переходом к новому энергетическому укладу) претерпят структурные изменения и прочие составляющие ВВП, рассчитанного по расходам – потребление домашних хозяйств, инвестиции, государственные закупки товаров и услуг. Подчеркнем, что в системе национальных счетов

⁸ International Tax Incentives for Renewable Energy: Lessons for Public Policy. San Francisco: Center for Resource Solutions, 2005, 27 p.; Remarks by The President at the National Academy of Sciences Annual Meeting. National Academy of Sciences, Washington, D.C. 27 April 2009. URL: http://whitehouse.gov/the_press_office/Remarks-by-the-President-at-the-National-Academy-of-Sciences-Annual-Meeting

эти компоненты совокупного спроса рассчитываются таким образом, что включают в себя приобретение как отечественных (произведенных на территории РФ, в соответствии с определением ВВП) конечных благ, так и импортных. Это делается как для упрощения учета, так и по содержательным соображениям.

В самом деле, для оценки объемов потребления соответствующего сектора (населения, бизнеса, государства) с материально-вещественной точки зрения не так существенно, какие именно блага были приобретены, как тот факт, что они в принципе были куплены и потреблены. Для компенсации вклада импортных товаров и услуг в первые три компоненты ВВП – потребление домашних хозяйств, частные инвестиции и государственные закупки – четвертое слагаемое представляет собой именно чистый экспорт, то есть разность экспорта и суммарного импорта товаров и услуг, вне зависимости от их назначения. Таким образом, сумма четырех слагаемых представляет собой стоимость конечных благ, произведенных на территории страны, что и соответствует определению ВВП.

Если в структуре российской экономики высока доля ресурсно-сырьевого сектора, а в структуре экспорта он преобладает, то, вероятно, страна будет вынуждена импортировать значительные объемы машин и оборудования, экспортируя «избыточные» ресурсы даже в том случае, если ресурсоемкость ее экономики выше, чем за рубежом. Как показывает реальная статистика, и в самом деле высокая доля экспорта ресурсов в нашей стране сопровождается соответствующим высоким объемом встречного импорта оборудования, потребительских благ и иных конечных благ высоких переделов. Так, например, в 2014 г. топливно-энергетические ресурсы составляли более 70% российского экспорта. Даже в условиях ухудшения конъюнктуры на мировых энергетических рынках в 2014 г. доля экспорта энергоресурсов в российской экономике составила свыше 60%. При этом доля машин, оборудования и транспортных средств в российском импорте устойчиво составляет около половины, причем импортные машины и оборудование составляют около 40% общего объема их потребления в стране. Такая несбалансированность структуры российской экономики во многом и определяет ее высокую уязвимость к внешним экономическим шокам (а также к внеэкономическим ограничениям со стороны зарубежных стран –

санкциям, эмбарго и т.п.). При спаде экспорта ресурсов сокращаются и возможности импортировать⁹ необходимые потребительские, инвестиционные и тому подобные блага.

В принципе, системный результат сокращения экспортных доходов и импорта необходимых благ далеко не очевиден и существенно зависит как от горизонта планирования, так и от проводимой экономическими властями политики, стратегий предприятий и государства. В ряде случаев такие изменения могут стимулировать достаточно быстрое импортозамещение – особенно в секторе потребительских благ. Однако в сфере производства сложного оборудования и его высокотехнологичных компонент возможны и негативные последствия. Так, импортозамещение на рынках машиностроительной продукции (и многих других видов высокотехнологичной продукции – химической, фармацевтической, электронной и т.д.) требует расширения и создания новых производственных мощностей, которое, в свою очередь, в силу деградации отечественного станкостроения в значительной степени обеспечивается за счет импорта станков и иного производственного оборудования.

Однако, во-первых, импорт высокотехнологичного оборудования и современных технологий в периоды осложнения международной обстановки затрудняется, поскольку в первую очередь становится предметом санкций со стороны ведущих зарубежных держав. Во-вторых, импорт в 2014–2016 гг. и без того существенно сократился ввиду двукратного удешевления рубля относительно зарубежных валют – и это коснулось как импорта потребительских благ, так и импорта оборудования, необходимого для импортозамещения на прочих рынках. В-третьих, импортозамещение во всех отраслях затрудняется при жесткой денежно-кредитной политике Центрального банка и экономического блока Правительства РФ, поскольку развитие импортозамещающих производств требует инвестиций и, следовательно, кредитных ресурсов. Причем если относительно быстрокупаемые инвестиции в отраслях – производителей потребительских благ могут оставаться эффективными и при высоких процентных ставках, то высокотехнологичные производства с длительным жизненным циклом продукции, длительными инвестиционными и

⁹ Для простоты здесь рассматривается ситуация равновесия торгового баланса на долгосрочных временных интервалах.

инновационными циклами наиболее уязвимы по отношению к росту процентных ставок (см., например, [12]).

Таким образом, целый ряд политических и институциональных факторов влияет на возможности адаптации различных отраслей, в том числе высокотехнологичного машиностроения, к внешнеэкономическим шокам. И однозначного вывода о возможности импортозамещения при вынужденном или добровольном (для экономических агентов в России) сокращении экспортных доходов сделать нельзя.

Если структура производства в российской экономике сместится в сторону большей доли машин и оборудования, в том числе в силу смены технологических укладов в мировой энергетике, тогда и более значительная доля внутреннего спроса на соответствующую продукцию будет покрываться за счет отечественного производства. Соответственно, при сокращении стоимостного объема экспорта не произойдет столь глубокого спада импорта благ, необходимых внутри страны, и как следствие – уровня благосостояния населения, возможностей развития производства и т.п.

Для количественной оценки данного эффекта достаточно следующей простейшей модели. Предположим для простоты, что наша страна экспортирует как ресурсы, так и несырьевые блага (потребительские, фондообразующие), но импортирует только последние, не будучи способной полностью обеспечить себя всем необходимым ассортиментом этих благ. Обозначим через A суммарный внутренний спрос трех макроэкономических секторов – домашних хозяйств, фирм и государства – на конечные блага, как отечественного производства, так и импортные. Тогда можно представить ВВП России как сумму двух слагаемых – внутреннего спроса и чистого экспорта:

$$Y_{\text{рф}} = A + NX = A + X - M.$$

Обозначим валовой выпуск ресурсно-сырьевого сектора Q_{res} . Он распределяется на следующие потоки:

– экспорт ресурсов X_{res} ;

– внутреннее потребление ресурсов отечественного производства (как отмечено,

считаем, что наша страна не импортирует ресурсы) как конечного продукта A_{res} ;

– промежуточное потребление ресурсов в прочих секторах экономики – как сырьё для производства потребительских и фондообразующих благ Z_{res} .

Таким образом,

$$Q_{\text{res}} = A_{\text{res}} + X_{\text{res}} + Z_{\text{res}}.$$

Первые два слагаемых в правой части отражают объем ресурсов, учитываемых как конечные блага, то есть вклад ресурсно-сырьевого сектора в ВВП России:

$$Y_{\text{res}} = A_{\text{res}} + X_{\text{res}}.$$

Что касается прочих, «несырьевых» секторов российской экономики, они рассматриваются агрегированно, и предполагается, что этот несырьевой сектор (обозначаемый нижним индексом nr , от англ. *non-resource*) выпускает исключительно конечные блага – потребительские и фондообразующие. Таким образом, его валовый выпуск соответствует его вкладу в ВВП:

$$Q_{nr} = Y_{nr}.$$

Объем промежуточного потребления ресурсов в несырьевом секторе определяется его валовым выпуском и ресурсоемкостью g_{nr} :

$$Z_{\text{res}} = g_{nr} \cdot Q_{nr} = g_{nr} \cdot Y_{nr}.$$

Таким образом, ВВП как сумму стоимостей конечных продуктов, произведенных в стране, можно представить следующим образом:

$$Y_{\text{рф}} = Y_{\text{res}} + Y_{nr} = Q_{\text{res}} - Z_{\text{res}} + Q_{nr} = Q_{\text{res}} + Q_{nr} \times (1 - g_{nr}).$$

Внутреннее потребление ресурсов как конечных благ определяется балансовым способом как

$$A_{\text{res}} = Q_{\text{res}} - X_{\text{res}} - Z_{\text{res}} = Q_{\text{res}} - X_{\text{res}} - g_{nr} \cdot Q_{nr}.$$

Внутреннее потребление несырьевых благ определяется разностью их валового выпуска и чистого экспорта:

$$A_{nr} = Q_{nr} - X_{nr} + M_{nr} = Q_{nr} - X_{nr} + M.$$

Если рассматривается ситуация равновесия торгового баланса ($NX = X - M = 0$), тогда ВВП

равен внутреннему потреблению сырьевых и несырьевых благ:

$$Y_{\text{РФ}} = A = A_{\text{res}} + A_{\text{nr}},$$

а импорт (здесь предполагается, что он полностью состоит из несырьевых благ) равен экспорту (как сырья, так и продукции несырьевого сектора):

$$M = X = X_{\text{res}} + X_{\text{nr}},$$

отсюда внутреннее потребление несырьевых благ равно

$$A_{\text{nr}} = Q_{\text{nr}} + X_{\text{res}}.$$

Предположим, что существует обусловленная технологиями рациональная пропорция потребления сырьевых и несырьевых благ, и отступление от нее в любую сторону не приносит роста благосостояния, несмотря на возможный рост ВВП – то есть последний должен быть сбалансированным. Обозначим уровень благосостояния населения страны W . Согласно принятому допущению, он выражается через объемы внутреннего потребления сырьевых и несырьевых благ следующим образом:

$$W = \min \left(\frac{A_{\text{nr}}}{\beta_{\text{nr}}}; \frac{A_{\text{res}}}{\beta_{\text{res}}} \right),$$

где β_{res} и β_{nr} – рациональные доли, соответственно, сырьевых и несырьевых благ в структуре ВВП и внутреннего потребления. Тогда, исходя из ранее полученных соотношений,

$$W = \min \left(\frac{Q_{\text{nr}} + X_{\text{res}}}{\beta_{\text{nr}}}; \frac{Q_{\text{res}} - X_{\text{res}} - g_{\text{nr}} \cdot Q_{\text{nr}}}{\beta_{\text{res}}} \right) =$$

$$= \min \left(\frac{Y_{\text{nr}} + X_{\text{res}}}{\beta_{\text{nr}}}; \frac{Y_{\text{res}} - X_{\text{res}}}{\beta_{\text{res}}} \right).$$

Зададимся реалистичным набором исходных данных для иллюстративного расчета. Пусть, например, $\beta_{\text{res}} = 0,2$; $\beta_{\text{nr}} = 0,8$; $Y_{\text{nr}} = 0,6 \cdot Y_{\text{РФ}}$; $Y_{\text{res}} = 0,4 \cdot Y_{\text{РФ}}$ (то есть ресурсно-сырьевой сектор вносит 40%-ный вклад в ВВП России, а несырьевой – 60%-ный); $X_{\text{res}} = 0,5 \cdot Y_{\text{res}}$ (то есть экспортируется 50% добываемых ресурсов за вычетом использованных на промежуточное потребление). Тогда уровень благосостояния изначально составлял

$$W = \min \left(\frac{Y_{\text{nr}} + X_{\text{res}}}{\beta_{\text{nr}}}; \frac{Y_{\text{res}} - X_{\text{res}}}{\beta_{\text{res}}} \right) =$$

$$= \min \left(\frac{0,6Y_{\text{РФ}} + 0,5 \cdot 0,4Y_{\text{РФ}}}{0,8}; \frac{0,4Y_{\text{РФ}} - 0,5 \cdot 0,4Y_{\text{РФ}}}{0,2} \right) = Y_{\text{РФ}},$$

то есть априори структура внутреннего потребления сырьевых и несырьевых благ была сбалансирована за счет экспорта ресурсов и импорта недостающих сырьевых благ, несмотря на недоразвитие несырьевого сектора производства. Однако если далее произойдет сокращение стоимостного объема экспорта вдвое:

$$X'_{\text{res}} = 0,5 X_{\text{res}},$$

то уровень благосостояния изменится следующим образом:

$$W' = \min \left(\frac{0,6Y_{\text{РФ}} + 0,5 \cdot 0,2Y_{\text{РФ}}}{0,8}; \frac{0,4Y_{\text{РФ}} - 0,5 \cdot 0,2Y_{\text{РФ}}}{0,2} \right) =$$

$$= \min \left(\frac{0,7Y_{\text{РФ}}}{0,8}; \frac{0,3Y_{\text{РФ}}}{0,2} \right) = \frac{7}{8} \cdot Y_{\text{РФ}},$$

то есть уровень благосостояния упадет на 1/8, или на 12,5%.

В предельном случае при данном наборе исходных параметров благосостояние может сократиться на 25%, то есть на 1/4 при полном прекращении экспорта ресурсов. Если бы структура производства в стране была еще дальше от сбалансированной, например (при прочих равных параметрах), $Y_{\text{nr}} = 0,5 \cdot Y_{\text{РФ}}$; $Y_{\text{res}} = 0,5 \cdot Y_{\text{РФ}}$, то есть вклад в ВВП сырьевого и несырьевого секторов был бы равным, тогда изначальная сбалансированность структуры потребления достигалась бы при $X_{\text{res}} = 0,6 \cdot Y_{\text{res}}$ (то есть экспортируется 60% добываемых ресурсов за вычетом использованных на промежуточное потребление). Тогда падение экспорта сырья вдвое привело бы к снижению уровня благосостояния до уровня $W' = \frac{13}{16} \cdot Y_{\text{РФ}}$, то есть приблизительно на 19%, а полное исчезновение доходов от экспорта сырья – на 37,5%.

Таким образом, на устойчивость национальной экономики и уровня благосостояния по отношению к внешнеэкономическим шокам в большей степени влияет сбалансированность структуры производства между ресурсно-

сырьевым и несырьевым секторами. Значительная несбалансированность, обусловленная неспособностью национальной промышленности обеспечить себя полным ассортиментом конкурентоспособных потребительских и фондообразующих благ (прежде всего высокотехнологичного оборудования, машин, транспортных средств и т.п.), приводит к неизбежной зависимости от экспорта сырья и импорта недостающих благ, а также к высокой уязвимости к сокращению экспортных доходов. При этом следует подчеркнуть, что полная или близкая к полной сбалансированность не означает автаркии. Вполне возможно, что страна встроена в мировые цепочки создания добавленной стоимости в высокотехнологичных отраслях и обменивается с внешними контрагентами, поставщиками и заказчиками приблизительно равными потоками комплектующих изделий и финальных сложных продуктов. Такая структура производства более устойчива по отношению к экономическим шокам, особенно если она диверсифицирована по отраслям и рынкам, но весьма уязвима по отношению к внешнеэкономическим ограничениям, санкциям и эмбарго.

В целом проведенный в данном разделе статьи анализ показывает, что с точки зрения повышения устойчивости российской экономики к внешнеэкономическим шокам наибольший эффект принесет снижение ее экспорто- и импортозависимости путем увеличения в структуре производства доли высокотехнологичного оборудования и потребительских благ при сокращении доли добычи природных ресурсов. Сама по себе такая рекомендация не оригинальна – целесообразность диверсификации структуры российской экономики не подвергается сомнению ни в научных трудах¹⁰ [13], ни в выступлениях и решениях государственных деятелей. Кроме того, сами по себе указанные структурные сдвиги, на первый взгляд, слабо связаны с переходом к новому энергетическому укладу, поскольку, как было показано ранее, один лишь сектор производства энергетического оборудования не внесет решающего вклада в ВВП России. Однако при переходе к новому энергетическому укладу наиболее значимым будет именно изменение

¹⁰ Фетисов Г.Г. Будущее российской экономики: экспорт сырья, диверсификация или высокие технологии?: материалы 6-й Международной Кондратьевской конференции, 2007. URL: <http://glazev.ru/print.php?article=2344>

внешнего спроса на энергоресурсы, которое стимулирует вынужденное изменение структуры производства.

Также значимым следствием перехода к новому технологическому укладу в энергетике, как было показано, является повышение конкурентоспособности российской экономики при удешевлении энергии, поскольку Российская Федерация по объективным природно-климатическим и т.п. причинам несет, по сравнению со своими глобальными конкурентами, дополнительные издержки [14–16], которые тем ниже, чем дешевле обеспечение энергией. Количественный параметрический анализ этого эффекта показал, что национальный доход России (складывающийся в предложенной модели из производства конечных благ и доходов от экспорта ресурсов) может в итоге возрасти (рис. 2).

При этом диапазон взаимовыгодных цен на российские энергоресурсы на мировых рынках (ему соответствует подъем графиков, обусловленный доходами от экспорта ресурсов) сузится и сместится влево, в сторону уменьшения, а сам прирост национального дохода за счет торговли ресурсами будет сокращаться – как в относительном, так и в абсолютном выражении. То есть все большая доля национального дохода будет обеспечиваться несырьевым сектором. Это, опять-таки, свидетельствует о большей устойчивости российской экономики к внешнеэкономическим рискам, особенно связанным с конъюнктурой рынка энергетических ресурсов.

Именно эффекты, описанные в данном разделе, способны существенно повысить устойчивость российской экономики, уровень экономической безопасности страны при переходе к новому технологическому укладу в мировой энергетике.

Выводы

1. Сам по себе переход от преимущественного экспорта сырьевых ресурсов к экспорту высокотехнологичного оборудования не обеспечит повышения устойчивости российской экономики к внешнеэкономическим шокам. Напротив, спрос на долговечное оборудование, как правило, менее стабилен (по крайней мере, в натуральном выражении) при сокращении мирового ВВП, чем спрос на сырьевые товары. При реалистичных исходных данных модельные прогнозы

показывают, что даже незначительный спад мирового ВВП (на 3–5%) может вызвать сокращение спроса на долговечное оборудование российского производства на 60–80%, тогда как натуральный спрос на энергоресурсы сократится в пределах нескольких процентов. И даже весьма вероятное многократное снижение мировых цен на энергоресурсы не приведет к падению доходов от их экспорта – большему, чем спад спроса на оборудование.

Подверженность внешнего спроса на выпускаемое в России долговечное оборудование (сложное и, как правило, подлежащее обязательной сертификации с точки зрения безопасности и экологичности) политическим рискам также существенно выше, чем подверженность этим рискам уровня внешнего спроса на стандартизированные сырьевые блага.

2. Устойчивость российской экономики к внешнеэкономическим шокам при переходе

к новому энергетическому укладу может значимо возрасти по следующим причинам.

Во-первых, при снижении внешнего спроса на российские энергоресурсы вынужденным образом придется увеличить долю производства высокотехнологичного оборудования (не только энергетического) и сократить долю добычи ресурсов в российской промышленности. При этом сокращается потребность в импорте потребительских и фондообразующих благ взамен экспорта сырья, то есть снижается экспорто- и импортозависимость экономики.

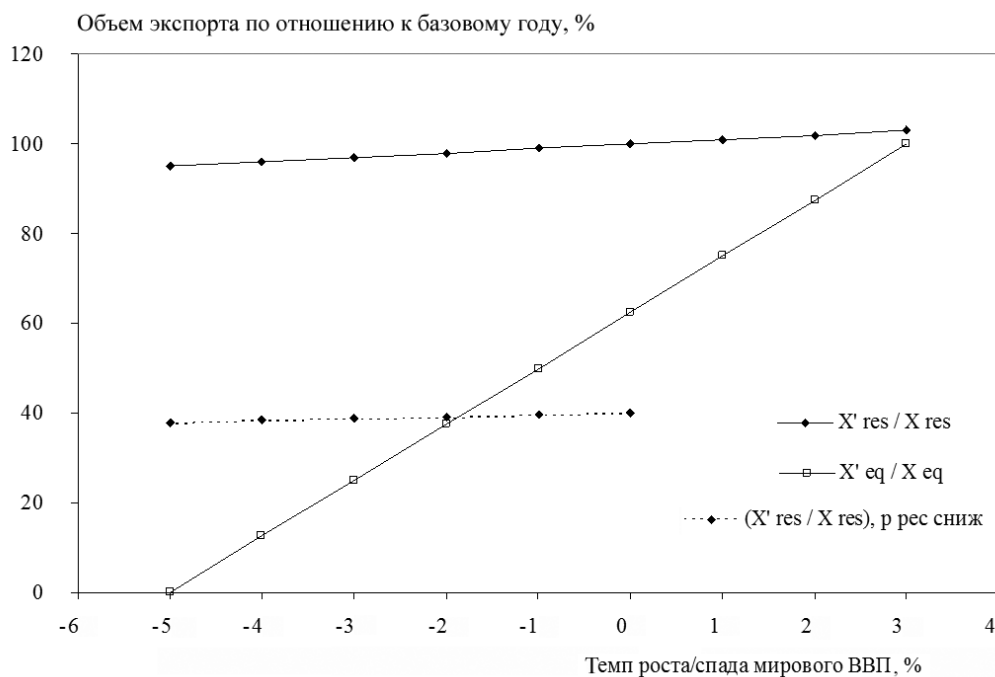
Во-вторых, при удешевлении энергии, компенсирующем некоторые избыточные издержки в российской экономике, возрастет конкурентоспособность ее несырьевого сектора, а доля национального дохода, обеспечиваемая за счет экспорта природных ресурсов, будет сокращаться, что также означает снижение чувствительности к шокам на мировых рынках ресурсов.

Рисунок 1

Относительные изменения стоимости экспорта оборудования и ресурсов в зависимости от динамики мирового ВВП (пример)

Figure 1

Relative assessments of export of equipment and resources in line with GDP trends: An example



Источник: составлено автором

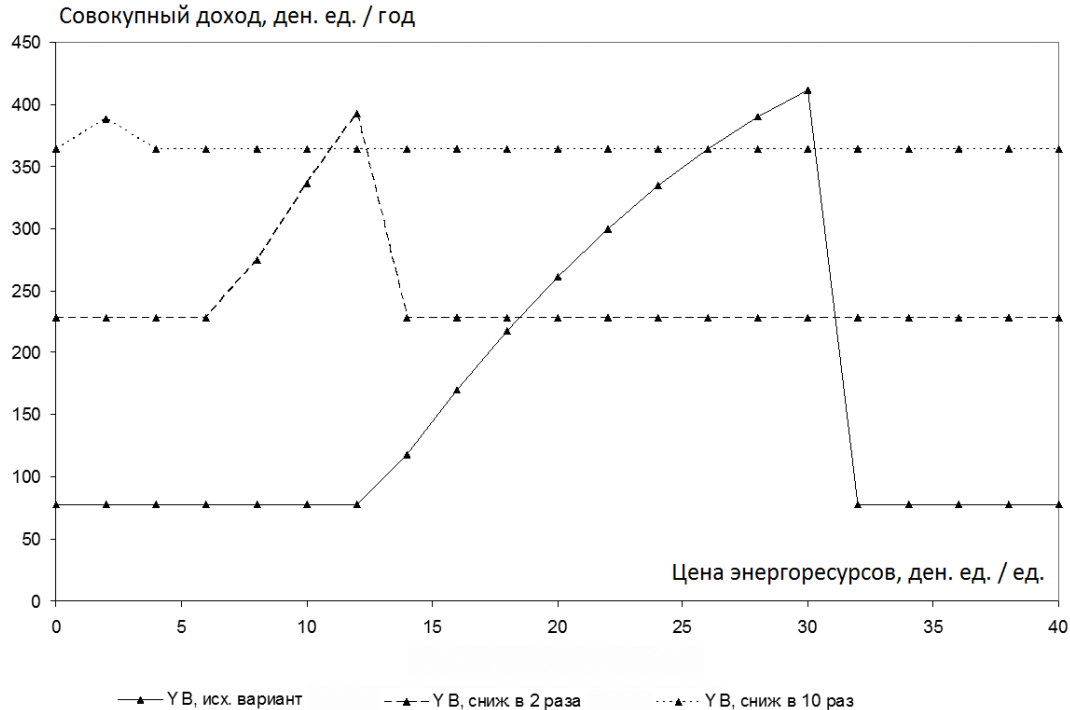
Source: Authoring

Рисунок 2

Зависимость равновесных значений национальных доходов страны от рыночной цены энергоресурсов при исходных предельных и постоянных издержках производства энергии и при их пропорциональном сокращении (пример)

Figure 2

Dependence of equilibrium values of sovereign income on the market value of energy resources, assuming initial marginal and fixed costs of power generation and their pro-rata reduction: An example



Источник: составлено автором

Source: Authoring

Список литературы

1. Глазьев С.Ю. Теория долгосрочного технико-экономического развития. М.: ВладДар, 1993. 310 с.
2. Шкрадюк И.Э. Тенденции развития возобновляемых источников энергии в России и мире. М.: Изд-во WWF России, 2010. 88 с.
3. Плакиткин Ю.А. Мировая энергетика – закономерности глобального развития // Экономические стратегии. 2012. № 1. С. 24–33.
4. Фортвов В.Е., Попель О.С. Состояние развития возобновляемых источников энергии в мире и в России // Теплоэнергетика. 2014. № 6. С. 4–13. doi: 10.1134/S0040363614060022
5. Blanco M.I. The economics of wind energy // Renewable and Sustainable Energy Reviews. 2009. Vol. 13. Iss. 6-7. P. 1372–1382. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.rser.2008.09.004>
6. Клочков В.В. Взаимное влияние экономических кризисов и инновационного развития наукоемкой промышленности // Экономика и математические методы. 2011. Т. 47. № 3. С. 127–133.
7. Овсянкина Н.В. Проблемы развития нефтегазового машиностроения в контексте модернизации экономики страны // Вестник УрФУ. Сер. Экономика и управление. 2011. № 2. С. 74–82.

8. *Черкасенко А.И.* Развитие внешнеэкономических отношений в ядерно-энергетической отрасли в условиях глобализации // *Проблемы современной экономики*. 2006. № 1-2. С. 17.
9. *Каныгин П.С.* Экономика освоения альтернативных источников энергии (на примере ЕС). М.: Русь-Олимп, 2009. 254 с.
10. *Кейнс Д.М.* Общая теория занятости, процента и денег. М.: Гелиос АРВ, 1999. 352 с.
11. *МакКинни Дж.А.* Мировой экономический кризис в свете энергетических и экологических проблем: материалы V Друкеровских чтений «Институциональные аспекты глобальных технологических сдвигов». М.: Доброе слово, 2011. С. 114–121.
12. *Бендиков М.А., Фролов И.Э.* Высокотехнологичный сектор промышленности России: состояние, тенденции, механизмы инновационного развития. М.: Наука, 2007. 583 с.
13. *Магомедова З.Г.* Диверсификация экспорта как условие экономического роста в России // *Российский внешнеэкономический вестник*. 2009. № 3. С. 35–40.
14. *Анисимова Т.Ю.* Моделирование влияния энергоемкости производства на макроэкономические показатели функционирования экономики // *Вестник Казанского технологического университета*. 2009. № 2. С. 215–222.
15. *Волконский В.А., Кузовкин А.И.* Анализ и прогноз энергоемкости и энергоэффективности экономики России // *Проблемы прогнозирования*. 2006. № 1. С. 53–61.
16. *Кузовкин А.И.* Прогноз энергоемкости ВВП России и развитых стран на 2020 г. // *Проблемы прогнозирования*. 2010. № 3. С. 144–148.

Информация о конфликте интересов

Я, автор данной статьи, со всей ответственностью заявляю о частичном и полном отсутствии фактического или потенциального конфликта интересов с какой бы то ни было третьей стороной, который может возникнуть вследствие публикации данной статьи. Настоящее заявление относится к проведению научной работы, сбору и обработке данных, написанию и подготовке статьи, принятию решения о публикации рукописи.

ANALYZING THE EFFECT OF TECHNOLOGICAL SHIFTS IN POWER ENGINEERING IN TERMS OF SUSTAINABILITY OF THE RUSSIAN ECONOMY

Vladislav V. KLOCHKOV

V.A. Trapeznikov Institute of Control Sciences of Russian Academy of Sciences, Moscow, Russian Federation
vlad_klochkov@mail.ru**Article history:**Received 3 October 2016
Received in revised form
13 October 2016
Accepted 10 December 2016
Available online 27 April 2017**JEL classification:** E37, F02,
F52, O33
<https://doi.org/10.24891/ni.13.4.684>**Keywords:** alternative energy,
energy resources, foreign
economic shocks, sustainability,
modeling**Abstract****Importance** As the Russian economy will be adapting to technological shifts, the economy will get more sensitive to fluctuating macroeconomic conditions. Therefore it is important to analyze how the transition to the new technological mode will influence the sustainability of the Russian economy.**Objectives** The research evaluates and assesses how the sensitivity of the Russian economy will change and respond to a possible decrease in global GDP. The research identifies mechanisms which make the Russian economy more resistant when it shifts to the future energy mode.**Methods** I devised an economic and mathematical model reflecting export trends in renewable energy resources and long-standing equipment when global GDP changes. I considered specifics of trends market of resources and equipment during the period of growth and downturn in global GDP. I proposed a simple model to gauge how much the Russian economy depends on import.**Results** As the economic and mathematical analysis shows, the transition to high-tech equipment manufacturing may even increase the vulnerability of the Russian economy to global economic shocks since the export of the Russian high-tech equipment is likely to be more sensitive to global economic downturn as compared with resource export.**Conclusions and Relevance** When shifting to a new economic mode, Russia's economic security can be increased by reducing the dependence on import of high-tech goods and export of resources. Such changes in the structure of the Russian economy may indirectly result from the adoption of new technologies by the global power engineering sector.

© Publishing house FINANCE and CREDIT, 2016

Acknowledgments

The article was supported by the Russian Foundation for Basic Research, project No. 15-06-06360.

References

1. Glaz'ev S.Yu. *Teoriya dolgosrochnogo tekhniko-ekonomicheskogo razvitiya* [The theory of long-standing technological and economic development]. Moscow, VlaDar Publ., 1993, 310 p.
2. Shkradyuk I.E. *Tendentsii razvitiya vozobnovlyaemykh istochnikov energii v Rossii i mire* [Trends in development of renewable energy sources in Russia and worldwide]. Moscow, WWF Russia Publ., 2010, 88 p.
3. Plakitkin Yu.A. [Global power engineering: Development patterns worldwide]. *Ekonomicheskie strategii = Economic Strategies*, 2012, no. 1, pp. 24–33. (In Russ.)
4. Fortov V.E., Popel' O.S. [The current development of renewable sources of energy worldwide and nationwide]. *Teploenergetika*, 2014, no. 6, pp. 4–13. (In Russ.) doi: 10.1134/S0040363614060022
5. Blanco M.I. The Economics of Wind Energy. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 2009, vol. 13, iss. 6-7, pp. 1372–1382. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.rser.2008.09.004>
6. Klochkov V.V. [Mutual influence of economic crises and innovative development of science-intensive industry]. *Ekonomika i matematicheskie metody = Economics and Mathematical Methods*, 2011, vol. 47, iss. 3, pp. 127–133. (In Russ.)
7. Ovsyankina N.V. [Development issues of Oil & Gas machine building during the modernization of the national economy]. *Vestnik UrFU. Ser. Ekonomika i upravlenie = Bulletin of Ural State Federal University. Series: Economics and Management*, 2011, no. 2, pp. 74–82. (In Russ.)

8. Cherkasenko A.I. [Developing foreign trade ties in the nuclear energy industry during the globalization]. *Problemy sovremennoi ekonomiki = Problems of Modern Economics*, 2006, no. 1-2, p. 17. (In Russ.)
9. Kanygin P.S. *Ekonomika osvoeniya al'ternativnykh istochnikov energii (na primere ES)* [Economics of using alternative sources of renewable energy: evidence from the EU]. Moscow, Rus'-Olimp Publ., 2009, 254 p.
10. Keynes J.M. *Obshchaya teoriya zanyatosti, protsenta i deneg* [The General Theory of Employment, Interest and Money]. Moscow, Gelios ARV Publ., 1999, 352 p.
11. McKinney J.A. [Global economic crisis in light of the energy and environmental problems]. *Institutsional'nye aspekty global'nykh tekhnologicheskikh sdvigov. V Drukerovskie chteniya: materialy nauchnoi konferentsii* [Proc. Sci. Conf. Institutional Aspects of Global Technological Shifts. The 5th Drucker Readings]. Moscow, Dobroe slovo Publ., 2011, pp. 114–121.
12. Bendikov M.A., Frolov I.E. *Vysokotekhnologichnyi sektor promyshlennosti Rossii: sostoyanie, tendentsii, mekhanizmy innovatsionnogo razvitiya* [The high-tech sector of Russia: the current condition, trends, mechanisms of innovative development]. Moscow, Nauka Publ., 2007, 583 p.
13. Magomedova Z.G. [Export diversification as a requirement for economic growth in Russia]. *Rossiiskii vneshneekonomicheskii vestnik = Russian Foreign Economic Bulletin*, 2009, no. 3, pp. 35–40. (In Russ.)
14. Anisimova T.Yu. [Modeling the effect of energy consumption in production on macroeconomic indicators of the economy]. *Vestnik Kazanskogo tekhnologicheskogo universiteta = Bulletin of the Kazan Technological University*, 2009, no. 2, pp. 215–222. (In Russ.)
15. Volkonskii V.A., Kuzovkin A.I. [Analyzing and forecasting energy consumption and energy efficiency of Russia's economy]. *Problemy prognozirovaniya = Problems of Forecasting*, 2006, no. 1, pp. 53–61. (In Russ.)
16. Kuzovkin A.I. [Forecast of energy consumption of GDP in Russia and advanced economies up to 2020]. *Problemy prognozirovaniya = Problems of Forecasting*, 2010, no. 3, pp. 144–148. (In Russ.)

Conflict-of-interest notification

I, the author of this article, bindingly and explicitly declare of the partial and total lack of actual or potential conflict of interest with any other third party whatsoever, which may arise as a result of the publication of this article. This statement relates to the study, data collection and interpretation, writing and preparation of the article, and the decision to submit the manuscript for publication.