

## МАКРО- И МИКРОЭКОНОМИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

JEL: Q44, Q48

**Взаимосвязь энергетической и климатической политики:  
экономико-математическое обоснование  
рекомендаций для регулятора\****В. М. Жигалов, О. А. Подкорытова, Н. В. Пахомова, А. С. Малова*Санкт-Петербургский государственный университет,  
Российская Федерация, 199034, Санкт-Петербург, Университетская наб., 7–9

Для цитирования: Жигалов В. М., Подкорытова О. А., Пахомова Н. В., Малова А. С. Взаимосвязь энергетической и климатической политики: экономико-математическое обоснование рекомендаций для регулятора // Вестник Санкт-Петербургского университета. Экономика. 2018. Т. 34. Вып. 3. С. 345–368. <https://doi.org/10.21638/spbu05.2018.301>

Статья посвящена анализу формирования в России новой климатической политики во взаимосвязи с повышением энергоэффективности и экологической безопасности на базе технологических, организационных и институциональных инноваций. Подобный комплексный подход, создавая условия для получения синергетического эффекта, активно применяется в развитых странах, включая государства ЕС. Он вытекает из Парижского соглашения по климату (2015), однако все еще ждет своего последовательного применения в России. Условием достижения синергетического эффекта от координации вышеназванных направлений политики является глубокое научное обоснование принимаемых и регулятором, и бизнесом решений. Для России к числу важнейших относится региональный разрез проблемы, что обусловлено высокой дифференциацией регионов по уровню экономического развития, отраслевой структуре и структуре энергобалансов. В указанном контексте с использованием регрессионных моделей панельных данных авторы проводят анализ влияния факторов, идентифицированных в качестве ключевых, на уровень энергоемкости экономики регионов. На этой базе выявляются основные параметры, воздействующие на интенсивность экологического загрязнения с учетом объемов энергии, затраченной для производства ВРП. В результате исследования выработаны рекомендации по согласованию экологической, климатической и энергетической политики, которые целесообразно учесть при разработке

\* Работа выполнена при частичной поддержке гранта РФФИ № 18-010-01204, проект «Оценка стратегической устойчивости предприятий крупного, среднего и малого бизнеса в депрессивных регионах России (на примере Псковской области)».

Национальной стратегии низкоуглеродного развития 2050. Особое внимание обращено на завершение формирования системы учета данных по выбросам парниковых газов в регионах страны, а также на внесение уточнений в систему индикаторов результативности энергетической и климатической политики, в том числе путем сравнения с результатами лучших регионов и с передовым международным опытом.

*Ключевые слова:* энергетическая и климатическая политика, инновации, интенсивность экологического загрязнения, энергоемкость ВРП, стратегия долгосрочного низкоуглеродного развития.

## Введение

Среди приоритетов современного этапа социально-экономического развития страны следует выделить задачу формирования в России новой климатической политики, ориентированной на достижение целевых установок заключенного в декабре 2015 г. Парижского соглашения о климате, которое вступило в действие в апреле 2016 г. России, как и другим странам, подписавшим данный документ, предстоит определить так называемый национальный вклад по сокращению выбросов парниковых газов (ПГ), а также разработать и утвердить к 2020 г. Национальную стратегию низкоуглеродного развития 2050. Разработка и имплементация новой климатической политики во взаимосвязи с национальной стратегией низкоуглеродного развития должны быть направлены на обеспечение следующих мероприятий: снижение выбросов ПГ в качестве основного триггера климатических изменений, повышение энергоэффективности и переход на альтернативные источники энергии на базе комплексного применения технологических, организационных, институциональных и других инноваций.

В настоящее время ориентиром для достижения поставленных целей служит утвержденная Указом Президента РФ задача обеспечить к 2020 г. сокращение выбросов ПГ в окружающую среду до уровня не более 75 % от объема в 1990 г.<sup>1</sup> В качестве заявленного на 2030 г. ориентира (предполагаемого национально определяемого вклада) специалисты также исходят из значения в 70–75 % от уровня 1990 г., при условии максимально возможного учета поглощающей способности лесов. Очевидно, что для достижения указанной цели, а также принимая во внимание прогнозируемый рост объемов ВВП, необходимы целенаправленные и интенсивные усилия по снижению углеродоемкости национальной экономики. Для этого, в свою очередь, необходимо обеспечить существенное повышение энергоэффективности российской экономики, поскольку энергетический сектор не только обладает значительными резервами в этой области, но и продолжает относиться к числу приоритетных для снижения выбросов ПГ, как и для сокращения негативного воздействия на окружающую среду в целом. Так, в 2015 г. на долю энергетического сектора приходилось 82,6 % от общего объема выбросов ПГ, которое обуславливалось в основном сжиганием ископаемого топлива, причем в 2012 г. эта

---

<sup>1</sup> Указ Президента РФ «О сокращении выбросов парниковых газов» от 30.09.2013 № 752 // Официальный интернет-портал правовой информации. Государственная система правовой информации. URL: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001201310010043> (дата обращения: 17.02.2018).

доля имела близкое значение — 82,7%<sup>2</sup>, т. е. улучшения ситуации практически не наблюдалось. Как отмечают эксперты, данная задача актуальна и в свете повышения инвестиционной привлекательности страны с учетом интереса крупных инвесторов к климатическим и экологическим последствиям реализации поддерживаемых ими проектов.

Все это указывает на необходимость при формировании стратегии долгосрочного низкоуглеродного развития страны комплексного анализа энергетических и экологических факторов с выработкой предложений по взаимоувязанной модернизации инструментов энергетической, экологической и климатической политики.

К числу наиболее важных проблем в указанной тематической области в отечественной науке, наряду с обеспечением комплексного подхода, относится необходимость проведения региональных исследований, результаты которых должны быть достаточно полно отражены и в национальной долгосрочной стратегии низкоуглеродного развития [Жигалов, Пахомова, 2016]. Для российских регионов, с одной стороны, характерна высокая дифференциация по уровню развития экономики, ее отраслевой структуре и структуре энергобалансов, а с другой — наблюдается недостаток релевантной статистической информации как в области энергоэффективности, так и по воздействию на климат, в том числе в виде выбросов ПГ. Следствием этого является ограниченность условий для проведения анализа и разработки рекомендаций для региональных стратегий низкоуглеродного развития. Что касается существенного неравенства регионов по уровню энергоемкости экономики, то оно предопределяется, во-первых, причинами объективного порядка, объясняющимися природно-климатическими факторами и исторически сложившейся в регионах отраслевой структурой экономики, и, во-вторых, субъективными факторами, обусловленными качеством принимаемых управленческих решений (в том числе при разработке энергетической и климатической политики), а также слабостью стимулов по реализации принятых решений.

В научной литературе представлены исследования ряда аспектов данной комплексной проблемы. В частности, наряду с анализом затрат и выгод, связанных с реализацией стратегии низкоуглеродного развития страны [Башмаков, Мышак, 2014] и выработкой рекомендаций по их формированию на основе анализа современных концепций государственного управления и проводимой в России реформы государственной власти [Жигалов, Пахомова, 2016], изучаются вопросы разработки и реализации региональных программ энергосбережения и повышения энергоэффективности [Янсон, 2015], рассматривается переход к альтернативной энергетике как важной предпосылке эколого-энергетической безопасности страны и ее регионов [Порфирьев, 2011]. В условиях неполноты статистической информации по

---

<sup>2</sup> Третий двухгодичный доклад Российской Федерации, представленный в соответствии с Решением 1/СР.16 Конференции сторон Рамочной конвенции Организации Объединенных Наций об изменении климата // Министерство природных ресурсов и экологии Российской Федерации. Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды. М., 2017. 38 с. URL: [http://downloads.igce.ru/publications/Two\\_years\\_Doklad\\_RF/386415\\_russian\\_federation-br3-1-3br.pdf](http://downloads.igce.ru/publications/Two_years_Doklad_RF/386415_russian_federation-br3-1-3br.pdf). (дата обращения: 30.04.2018); Первый двухгодичный доклад РФ, представленный в соответствии с Решением 1/СР.16 Конференции сторон Рамочной конвенции Организации Объединенных Наций об изменении климата // Министерство природных ресурсов и экологии Российской Федерации. Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды. М., 2014. 27 с. URL: [https://unfccc.int/sites/default/files/1br\\_rus\\_2014-03-14.pdf](https://unfccc.int/sites/default/files/1br_rus_2014-03-14.pdf). (дата обращения: 30.04.2018).

выбросам ПГ в региональном разрезе представляют интерес результаты исследований, проводимых с целью выявления эффекта декарбонизации, т. е. разделения трендов экономического роста и загрязнения природной среды [Яшалова, 2015], а также определения путей инвентаризации выбросов ПГ (в настоящее время — только на примере отдельных регионов [Ануфриев и др., 2013]). В рамках более комплексных исследований, в частности анализа воздействия структуры региональной экономики на уровень ее энергоэффективности, проводится кластеризация регионов страны по фактическому уровню энергоэффективности с учетом воздействующих на этот уровень факторов [Пахомова и др., 2017]. В этом же ряду — методическое обоснование расчета энергетической нагрузки на региональную экологическую систему с заданием ее допустимого уровня на основе учета ассимиляционного потенциала соответствующих территорий [Белик и др., 2017], а также разработка прогнозов энерго- и нефтепотребления автомобильным транспортом как ведущим потребителем нефтепродуктов и с учетом перспектив его перехода на альтернативные источники [Эдер и др., 2017].

Задача повышения энергоэффективности в качестве одного из ключевых направлений, служащих снижению неблагоприятных воздействий на климат и окружающую среду в целом, находит последовательное отражение в принимаемых и реализуемых в развитых странах стратегических документах. Так, в принятой в 2010 г. Энергетической стратегии ЕС были поставлены задачи довести к 2020 г. удельный вес возобновляемой энергетики в структуре энергопотребления до 20 %, а также на 20 % сократить выбросы ПГ и повысить энергоэффективность экономики. На саммите ЕС в октябре 2014 г. были одобрены Основные направления политики в области климата и энергетики на 2020–2030 гг., в которых были поставлены цели сократить выбросы ПГ на 40 % по сравнению с уровнем 1990 г., увеличить до 27 % долю возобновляемой энергетики в энергобалансе ЕС и повысить энергоэффективность на 27 % по сравнению со сценарием “business as usual” [A policy framework..., 2014]. И хотя процесс реализации положений этих документов выявил ряд противоречий между странами [Кавешников, 2015], а некоторые из амбициозных целей в последующем пришлось откорректировать в сторону снижения (как это произошло в Германии в отношении возобновляемых источников энергии)<sup>3</sup>, последовательность в решении сопряженных задач повышения энергоэффективности, снижения выбросов ПГ, а также ослабления климатических и экологических рисков (см., напр.: [Impact Assessment, 2014]) заслуживает серьезного внимания.

Анализ утвержденных в последнее время в нашей стране и релевантных для рассматриваемой проблематики официальных документов выявляет в этом отношении весьма противоречивую картину. Так, в Стратегии экологической безопасности РФ до 2025 г.<sup>4</sup> тесная взаимосвязь задач по повышению энергоэффективности и снижению негативных экологических воздействий не отражена, структурно-отраслевой разрез экологической проблематики и связанной с ней климатической

<sup>3</sup> Deutschland verfehlt EU-Ziel für erneuerbare Energien // Epoch Times. 20.09. 2017. URL: <https://www.epochtimes.de/politik/deutschland/deutschland-verfehlt-eu-ziel-fuer-erneuerbare-energien-a2220794.html> (дата обращения: 17.02.2018).

<sup>4</sup> Указ Президента РФ «О Стратегии экологической безопасности Российской Федерации на период до 2025 года» от 19.04.2017 № 176 // Официальный интернет-портал правовой информации. Государственная система правовой информации. URL: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001201704200016> (дата обращения: 17.02.2018).

проблемы не детализированы, не определены и отраслевые приоритеты, имеющие ключевое значение для улучшения экологической ситуации и противодействия изменению климата. Несмотря на то что в ряде обсуждаемых в настоящее время проектов Энергетической стратегии РФ до 2035 г. отражен более комплексный подход к энергетической, экологической и климатической проблематике, ни один из них не приобрел статус утвержденного официально документа. Что касается ныне действующей Энергетической стратегии РФ на период до 2030 г. (ЭС 2030), то ход ее реализации указывает на отставание по ряду ключевых индикаторов, относящихся именно к заданиям в области энергоэффективности. В утвержденной в апреле 2015 г. и уточненной в декабре 2017 г. Государственной программе РФ «Энергоэффективность и развитие энергетики» (действующей на период 2013–2020 гг.) задачи по повышению энергоэффективности в качестве ключевого направления снижения негативных экологических воздействий обозначены в самом общем виде, без необходимой детализации в отраслевом и территориальном разрезе. Более того, среди приоритетов и целей указанной программы отсутствует даже упоминание о задаче снижения климатической напряженности. То же относится к показателям и индикаторам программы<sup>5</sup>, что не может не отразиться на качестве указанного стратегического документа и свидетельствует о его далеко не полном соответствии реализуемым в передовой международной практике подходам.

С учетом вышесказанного и в соответствии с решаемыми в статье задачами базовыми этапами исследования явились следующие. На первом этапе было изучено влияние ряда ключевых факторов на уровень энергоемкости региональной экономики с последующей интерпретацией полученных результатов. На этой базе на втором этапе в региональном разрезе был осуществлен анализ интенсивности экологического загрязнения с учетом затраченной для производства ВРП энергии. И на третьем этапе были выработаны рекомендации по координации экологической, климатической и энергетической политики на основе управления факторами, определенными в ходе исследования в качестве приоритетных.

Прежде чем приступить к изложению хода решения данных задач, остановимся на уточнении содержания ряда базовых понятий, к числу которых относится прежде всего углеродоемкость региональной экономики. Следуя принятому в Государственном докладе о состоянии и об охране окружающей среды в РФ порядку, углеродоемкость в региональном разрезе определяется нами как отношение измеряемых в натуральных тоннах выбросов парниковых газов к ВРП региона. Вместе с тем, поскольку система учета выбросов ПГ в регионах в настоящее время только формируется, в качестве временной меры на втором из перечисленных выше этапов исследования данные по выбросам ПГ были заменены на выбросы загрязняющих веществ. И в силу этого нами оценивались факторы, влияющие на интенсивность выбросов наиболее распространенных загрязняющих веществ и выработывались преимущественно рекомендации для экологической политики в разрезе атмосферного загрязнения. В дальнейшем, при накоплении данных о выбросах ПГ в регионах России, мы предполагаем провести аналогичное исследование с исполь-

---

<sup>5</sup> Об утверждении государственной программы РФ «Энергоэффективность и развитие энергетики» // Министерство энергетики РФ. Открытое министерство. Правительство РФ. Постановление от 15.04.2014 № 321. URL: <https://minenergo.gov.ru/node/323> (дата обращения: 17.02.2018)

зованием регрессионных моделей панельных данных и с выходом на соответствующие целевые рекомендации, относящиеся к климатической политике.

Вместе с тем, что касается первого из перечисленных выше этапов, на котором выявляются ключевые факторы и оценивается их влияние на уровень энергоёмкости экономики регионов России, получаемые при этом результаты в разрезе проводимого в статье анализа представляют несомненный интерес для обоснования приоритетных направлений не только экологической, но и климатической политики страны. Напомним, что в России на энергетический сектор приходится более 80 % от общего выброса ПГ, и тем самым выявление ключевых факторов, воздействующих на энергоёмкость экономики, в том числе в региональном разрезе, позволит обосновать важные приоритеты для климатической политики и стратегии низкоуглеродного развития страны.

Анализ факторов, влияющих на уровень энергоэффективности экономики (с акцентом на построение эконометрических моделей), относится к ключевым задачам при формировании экологической и климатической политики. Он проводится как отечественными экспертами<sup>6</sup>, так и зарубежными учеными на базе статистических данных ОЭСР [Cian et al., 2013]. Применительно к странам СНГ можно отметить апробацию различных моделей анализа факторов, влияющих на динамику выбросов парниковых газов, включая модель экологической кривой С. Кузнецца, которая отражает взаимосвязь между уровнем экономического благосостояния, выражаемого через ВВП на душу населения, и воздействием на окружающую среду в форме среднедушевого выброса парниковых газов [Раскина, 2015]. Вместе с тем, как уже подчеркивалось выше, в территориальном разрезе все еще преобладают выборочные исследования по отдельным регионам и отраслям. С комплексных позиций применительно ко всем регионам страны и с учетом отраслевой структуры региональной экономики исследования проводятся редко (см., напр.: [Пахомова и др., 2017]). В контексте проблематики статьи, как будет следовать из проведенного в ней анализа, интерес также представляют альтернативные подходы к расчету энергоёмкости экономики регионов с учетом критических замечаний в адрес стандартно применяемых методов [Башмаков, Мышак, 2012].

Что касается факторов, воздействующих на энергоёмкость экономики, то в литературе они, как правило, делятся на структурные и технологические. В России основной акцент традиционно делается на структурный разрез (выражающийся в изменении отраслевой структуры экономики), а не на технологический (инновационный). Между тем именно инновационный фактор потенциально может способствовать повышению энергоэффективности экономики, и именно на нем сделан акцент в Парижском соглашении по климату. В более детальных исследованиях наряду со структурными параметрами (отраслевой структурой экономики), влияющими на энергоэффективность, выделяются климатические, пространственные и экономические (задаваемые уровнем ВВП) факторы. При этом факторы, воздействующие на экологическую эффективность регионов, а также на климатическую ситуацию, исследованы недостаточно, в том числе в контексте согласования экологической, энергетической и климатической политики.

---

<sup>6</sup> Энергоэффективность в России: скрытый резерв // Министерство энергетики РФ. Открытое письмо. Правительство РФ. Постановление от 15.04. 2014 № 321. URL: [http://www.cenef.ru/file/FINAL\\_EE\\_report\\_rus.pdf](http://www.cenef.ru/file/FINAL_EE_report_rus.pdf) (дата обращения: 17.02.2018).

## 1. Энергоемкость экономики региона, интенсивность экологического загрязнения и воздействия на климат

Одним из основных инструментов снижения неблагоприятных воздействий на климат является повышение энергоэффективности. При исследовании представляет интерес не только непосредственно объем затраченной энергии для производства ВРП, но и то, насколько экологично она расходуется. Тем самым для разработки рекомендаций регулятору по координации в регионах России экологической, климатической и энергетической политики и достижения за счет этого синергетического эффекта необходимо уделить внимание решению двух подзадач, т. е. проанализировать факторы: 1) влияющие на уровень энергоэффективности в регионе, 2) определяющие объем выбросов загрязняющих веществ при использовании энергии. Отметим, что малый объем выбросов в атмосферный воздух загрязняющих веществ сам по себе не является бесспорным признаком благоприятной экологической обстановки и успешной реализации стратегии низкоуглеродного развития, поскольку подобная ситуация может быть следствием низкого уровня производства.

В качестве основного показателя, с помощью которого дается оценка экологической эффективности экономики региона, нами выбран показатель интенсивности выбросов загрязняющих веществ на единицу ВРП (*Pollution intensity*). Он рассчитывается и публикуется Министерством природных ресурсов и экологии в ежегодных докладах «О состоянии и об охране окружающей среды в РФ»<sup>7</sup> и измеряется в тоннах загрязняющих веществ на млн руб. Мы отдаем себе отчет в том, что такой показатель не позволяет отразить степень опасности различных загрязняющих веществ, поскольку в его числителе суммируются выбросы загрязняющих веществ в натуральных тоннах без их взвешивания с учетом степени опасности.

Для выявления факторов, которые существенно воздействуют на интенсивность экологического загрязнения в регионе (т. е. интенсивность выбросов загрязняющих веществ на единицу ВРП), проведем несложные преобразования. Прежде всего примем во внимание, что интенсивность выбросов загрязняющих веществ в регионе зависит не только от уровня энергоемкости его экономики (определяемого величиной энергии, затрачиваемой для производства ВРП), но и от того, насколько экологично эта энергия расходуется (т. е. от объемов загрязняющих веществ, которые выбрасываются в атмосферу при использовании энергии). С учетом данного вывода рассмотрим следующую декомпозицию:

$$\begin{aligned} \ln PollutionIntensity &= \ln \left( \frac{Pollution}{Energy} \times \frac{Energy}{GRP} \right) = \ln \left( \frac{Pollution}{Energy} \times EnergyIntensity \right) = \\ &= \ln \left( \frac{Pollution}{Energy} \right) + \ln (EnergyIntensity), \end{aligned}$$

<sup>7</sup> См.: Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды в РФ в 2016 г.» // Министерство природных ресурсов и экологии РФ. Государственные доклады. URL: <http://www.mnr.gov.ru/regulatory/list.php?part=1101> (дата обращения: 30.05.2017).

где *Pollution intensity* — интенсивность выбросов загрязняющих веществ на единицу ВРП (т загр. в-в / млн руб.); *GRP* — ВРП региона; *Energy intensity* — энергоемкость экономики региона (кг условного топлива (у. т.) / 10 000 руб.); *Energy* — затраты энергии для производства ВРП (кг у. т.); *Pollution* — объем выбросов загрязняющих веществ в регионе (т).

Данный подход, в основе которого, как отмечалось выше, лежит последовательное решение двух взаимосвязанных задач — выяснение того, насколько эффективно (или расточительно) расходуется энергия при производстве ВРП и, далее, анализ экологических воздействий, которыми сопровождается ее использование, позволяет совместно исследовать на региональном уровне экологическую и энергетическую эффективность. При этом в качестве одного из ведущих параметров, влияющих на энергоемкость региональной экономики, рассматривается ее отраслевая структура, которая отражает в том числе долю топливно-энергетического сектора в ВРП. Подобный комплексный подход отвечает принципам Парижского климатического соглашения, которое исходит из взаимосвязанности задач снижения выбросов загрязняющих веществ (при акценте на парниковые газы) и повышения энергоэффективности экономики.

Для оценки первого слагаемого предлагается спецификация

$$\ln(\text{Energy Intensity}) = f(\text{metal}, \text{tek}, \text{urban}, \text{transport}, \text{temp\_jan}, \text{area}), \quad (1)$$

где *Energy Intensity* — энергоемкость ВРП регионов России (кг усл. топлива на 10 000 руб.); *metal* — доля металлургического производства и производства металлических изделий в ВРП, %; *tek* — доля сектора добыча топливно-энергетических полезных ископаемых в ВРП, %; *urban* — удельный вес городского населения, %; *transport* — доля транспорта и связи в ВРП, %; *temp\_jan* — средняя температура в зимнее время (в градусах Цельсия); *area* — площадь региона (тыс. км<sup>2</sup>).

Для оценки второго слагаемого предлагается следующая спецификация:

$$\ln(\text{Pollution} / \text{Energy}) = g(\ln \text{grpconst}, \text{nir}, \text{gini}, \text{temp\_july}, \text{wearout}, \text{rating}), \quad (2)$$

где *nir* — внутренние затраты региона на НИР (млн руб.); *grpconst* — уровень экономического развития (ВРП в постоянных ценах 2010 года, млн руб.); *gini* — индекс концентрации доходов в регионах (индекс Джини); *wearout* — степень износа основных фондов; *temp\_july* — средняя температура воздуха в июле (градусы по Цельсию); *rating* — место региона в рейтинге управленческого риска (методика Эксперт РА).

Поскольку показатель интенсивности выбросов загрязняющих веществ представлен в докладах Министерства природных ресурсов и экологии только за 2011–2014 гг., то имеющиеся временные ряды слишком коротки для стандартного эконометрического анализа (всего пять лет). Если использовать пространственные данные, то 80 наблюдений (что примерно соответствует числу регионов) тоже недостаточно для оценивания моделей (1) и (2). В такой ситуации целесообразен переход к панельным данным, т. е. к рассмотрению 80 регионов за 5 лет. Это не только позволит увеличить число степеней свободы и уменьшить стандартные ошибки, но и сделает возможным учитывать ненаблюдаемую гетерогенность (например, различные паттерны использования электроэнергии). В основе стандартных подходов к оценке моделей панельных данных лежит идея о том, что ненаблюдаемая

гетерогенность объектов (регионов) может быть смоделирована индивидуальными свободными членами  $\alpha_i$  в регрессии, притом что коэффициенты при остальных регрессорах постоянны. Аналогичным образом можно учесть гетерогенность по времени. Кроме того, модели с фиксированными эффектами, подходящие для рассмотрения всей совокупности объектов (как в нашем случае), позволяют избежать смещения из-за пропущенных или ненаблюдаемых неизменяющихся по времени факторов.

## **2. Исследование факторов, влияющих на уровень энергоемкости региональной экономики**

Основным показателем, который применяется в России для определения уровня энергоэффективности экономики региона, является энергоемкость ВРП, измеряемая в кг условного топлива, израсходованного на производство 10 000 руб. ВРП. Этот показатель рассчитывается Росстатом с 2010 г.<sup>8</sup> Для оценки влияния отраслевой (точнее, по видам экономической деятельности) структуры экономики региона на энергоемкость ВРП нами используется показатель доли наиболее энергоемких видов деятельности в структуре ВРП. К этим видам деятельности относятся (см. табл. 1) добыча полезных ископаемых, обрабатывающие производства, производство и распределение электроэнергии, газа и воды, а также транспорт и связь.

В общем объеме потребляемой энергии на выделенные сектора приходится существенная доля. Поэтому, с одной стороны, преобладание в структуре экономики региона данных видов деятельности может служить индикатором, указывающим на приоритетность для них задачи повышения энергоэффективности, что определяет важные акценты в региональном управлении. И с другой стороны, решая проблему повышения энергоэффективности, региональным властям и представителям бизнеса необходимо уделять приоритетное внимание выявленным выше секторам экономики.

Среди отраслей обрабатывающей промышленности наиболее энергозатратным является металлургический сектор (табл. 2), и этим определяется его существенная роль в выбросах парниковых газов. Так, в 2015 г. на долю указанного сектора приходилось 42,3 % выбросов ПГ от общего объема выбросов всей промышленности<sup>9</sup>. И хотя в сравнении с предыдущими годами эта доля сократилась (скажем, в 2011 г. она составляла 52,9 %), все же данный сектор и в настоящее время лидирует по объему выбросов ПГ среди отраслей обрабатывающей промышленности. Это подтверждает обоснованность применения показателя доли метал-

<sup>8</sup> Промышленное производство в России. 2016: стат. сб. Приложение к сборнику (информация в разрезе субъектов Российской Федерации) / Росстат // Федеральная служба государственной статистики. Официальная статистика. URL: [http://www.gks.ru/bgd/regl/b16\\_48/Main.htm](http://www.gks.ru/bgd/regl/b16_48/Main.htm) (дата обращения 01.10.2017).

<sup>9</sup> Третий двухгодичный доклад Российской Федерации, представленный в соответствии с Решением 1/СР.16 Конференции сторон Рамочной конвенции Организации Объединенных Наций об изменении климата // Министерство природных ресурсов и экологии Российской Федерации. Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды. М., 2017. 38 с. URL: [http://downloads.igce.ru/publications/Two\\_years\\_Doklad\\_RF/386415\\_russian\\_federation-br3-1-3br.pdf](http://downloads.igce.ru/publications/Two_years_Doklad_RF/386415_russian_federation-br3-1-3br.pdf). (дата обращения: 30.04.2018).

лургического производства в ВРП для проводимых ниже оценок. Отметим, что такая акцентировка имеет место и на практике. Так, в ряде региональных стратегий и программ (например, в государственной программе «Энергоэффективность и развитие энергетики в Липецкой области»<sup>10</sup>) высокая доля металлургии идентифицирована в качестве главного фактора, определяющего высокую энергоёмкость региональной экономики.

Таблица 1. Потребление топливно-энергетических ресурсов на одного занятого в России по видам экономической деятельности (т у. т.)

Вид экономической деятельности	Год измерения			
	2012	2013	2014	2015
Сельское хозяйство, охота и лесное хозяйство	2,9	2,4	2,8	2,5
Рыболовство, рыбоводство	8,3	7,9	7,7	7,2
Добыча полезных ископаемых	62,9	63,9	72,8	72,8
Обрабатывающие производства	29,0	28,9	28,7	27,9
Производство и распределение электроэнергии, газа и воды	30,1	28,9	30,5	32,2
Строительство	2,2	2,3	2,3	2,7
Транспорт и связь	21,0	20,5	20,1	19,6
Прочие виды деятельности	8,8	8,5	8,7	8,7

Источники: Промышленное производство в России, 2016: стат. сб. / Росстат // Федеральная служба государственной статистики. Официальная статистика. URL: [http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat\\_main/rosstat/ru/statistics/publications/catalog/doc\\_1139918730234](http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/publications/catalog/doc_1139918730234) (дата обращения: 01.10.2017).

Помимо структуры экономики регионов по видам экономической деятельности, нами был проанализирован еще ряд факторов, влияющих на уровень энергоёмкости, включая климатические, технологические, пространственные факторы, а также уровень урбанизации. Для оценки климатического фактора использовался показатель средней температуры атмосферного воздуха в январе и в июле (градусы по Цельсию)<sup>11</sup>, для отражения пространственного — площадь террито-

<sup>10</sup> Постановление администрации Липецкой области от 02.04.2018 № 267 «О внесении изменений в постановление администрации Липецкой области от 7 ноября 2013 года № 499 «Об утверждении государственной программы Липецкой области «Энергоэффективность и развитие энергетики в Липецкой области» // Официальный интернет-портал правовой информации. Государственная система правовой информации. URL: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/4800201804050001> (дата обращения: 30.04.2018).

<sup>11</sup> Сельское хозяйство, охота и охотничье хозяйство, лесоводство в России: стат. сб. 2011. 2013. 2015 / Росстат // Федеральная служба государственной статистики. Официальная статистика. URL: [http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat\\_main/rosstat/ru/statistics/publications/catalog/doc\\_1138718713500](http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/publications/catalog/doc_1138718713500) (дата обращения: 24.12.2016).

Таблица 2. Потребление электроэнергии по видам экономической деятельности (млрд квт-ч)

Виды экономической деятельности	Годы измерения показателей					
	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Добыча полезных ископаемых, всего В том числе:	114	119,9	125,4	128,4	127,9	131
— добыча топливно-энергетических полезных ископаемых	90,6	94,8	99,7	102,2	102,2	105,5
— добыча полезных ископаемых, кроме топливно-энергетических	23,4	25	25,6	26,2	25,7	25,4
— Обрабатывающие производства, всего — В том числе:	287,8	295,3	296,5	290	283,9	280
— производство пищевых продуктов, включая напитки, и табака	13,6	14	14,3	14,1	13,9	14
— текстильное и швейное производство	1,7	1,5	1,5	1,4	1,3	1,2
— целлюлозно-бумажное производство; издательская и полиграфическая деятельность	16,5	16,5	15,9	15,9	15,8	16,2
— производство кокса и нефтепродуктов	17,1	17,2	17	18,4	17,8	19,2
— химическое производство	34,7	35,2	34,8	35,2	36	36,4
— производство прочих неметаллических минеральных продуктов	16	17,3	17,8	18,4	18	17,1
— металлургическое производство и производство готовых металлических изделий	146,5	150,9	151,3	144,3	139,2	137,9
— производство машин и оборудования	7,2	7,3	7,2	7	5,8	5,1
— производство электрооборудования	4,7	4,6	4,5	4,1	6,5	5,5
— производство транспортных средств и оборудования	9,5	9,8	11	10,1	11,8	10,9
Производство и распределение электроэнергии, газа и воды	98,8	96,7	101,1	107	104,5	99,1

И с т о ч н и к: Промышленное производство в России, 2016: стат. сб. / Росстат // Федеральная служба государственной статистики. Официальная статистика. URL: [http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat\\_main/rosstat/ru/statistics/publications/catalog/doc\\_1139918730234](http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/publications/catalog/doc_1139918730234) (дата обращения: 01.10.2017).

рии (тыс. км<sup>2</sup>)<sup>12</sup>, для учета уровня урбанизации – удельный вес городского населения (%) в общей численности населения<sup>13</sup>.

Основным источником данных являлась Федеральная служба государственной статистики (Росстат). Для анализа были выбраны все субъекты РФ, но без отдельного учета автономных округов, в силу неточностей в обозначении этих регионов в статистике энергоемкости ВРП на официальном сайте Росстата. Такой подход не сказался на результатах, поскольку показатели АО интегрируются в показатели соответствующих областей. Кроме того, из исследования были исклю-

<sup>12</sup> Регионы России. Социально-экономические показатели, 2015: стат. сб. / Росстат // Федеральная служба государственной статистики. Официальная статистика. URL: [http://www.gks.ru/bgd/regl/B15\\_14p/Main.htm](http://www.gks.ru/bgd/regl/B15_14p/Main.htm) (дата обращения 01.10.2017).

<sup>13</sup> Регионы России. Социально-экономические показатели, 2015: стат. сб. / Росстат // Федеральная служба государственной статистики. Официальная статистика. URL: [http://www.gks.ru/bgd/regl/B15\\_14p/Main.htm](http://www.gks.ru/bgd/regl/B15_14p/Main.htm) (дата обращения 01.10.2017).

чены Республика Крым и город Севастополь, ввиду отсутствия по этим регионам данных за 2010–2013 гг.

Оцениваемая модель (1), которая позволяет идентифицировать факторы, значимо воздействующие на уровень энергоинтенсивности в регионах, имеет следующий вид (см. описание переменных к формуле (1)):

$$\ln(\text{Energy Intensity}_{it}) = \alpha_i + \gamma_t + \beta_1 \text{metal}_{it} + \beta_2 \text{tek}_{it} + \beta_3 \text{urban}_{it} + \beta_4 \text{transport}_{it} + \beta_5 \text{temp\_jan}_{it} + \beta_6 \text{area}_{it} + \varepsilon_{it}$$

где  $\alpha_i$  — фиктивные переменные для регионов, описывающие их индивидуальные особенности;  $\gamma_t$  — фиктивные переменные по годам (для устранения эффекта шоковых изменений в энергоемкости, не связанных с производственными и региональными особенностями, а определяемых внешними факторами, которые могли повлиять на все регионы одновременно);  $\varepsilon_{it}$  — идиосинкратическая ошибка.

В рамках исследования рассматривалась модель с фиксированными эффектами (как по регионам, так и по годам). Для проверки наличия одновременной корреляции (cross-sectional dependence) ошибок использовался тест Песарана [Pesaran, 2004]. При необходимости для учета гетероскедастичности, автокорреляции и одновременной корреляции вычислялись стандартные ошибки по методу Дрисколла — Краау [Driscoll, Kraay, 1998]. Оценивание производилось в пакете STATA 14.1. Полученные результаты представлены в табл. 3. Зависимой переменной является энергоемкость ВРП. В столбце 1а табл. 3 приведены результаты оценки модели (1), в столбце 1б — результаты этой же модели после удаления незначимых факторов (восемьдесят индивидуальных региональных констант  $\alpha_i$  не показаны).

### 3. Интерпретация результатов и анализ факторов, влияющих на уровень энергоемкости экономики регионов России

В итоге расчетов были получены следующие результаты, которые нуждаются в интерпретации. Оцененная модель объясняет 69 % внутригрупповой дисперсии зависимой переменной. Устойчивую связь с изменениями энергоемкости ВРП регионов России показали переменные, к которым относятся: доля транспорта в ВРП, средняя температура в январе атмосферного воздуха и площадь территории. Вклад других переменных, выделенных первоначально в качестве гипотетически важных, оказался незначимым.

Как и ожидалось, с ростом площади территории энергоемкость экономики растет, что объясняется потерями энергии при ее распределении на большие расстояния. В более холодных регионах энергоемкость экономики выше, что также легко объяснимо необходимостью более высоких затрат тепловой энергии. Кроме того, из модели вытекает важный вывод для регулятора: при разработке и реализации планов развития транспортной инфраструктуры в регионах стоит обратить внимание на требование снижения в ее рамках энергозатрат, что будет способствовать заметному уменьшению энергоемкости экономики региона в целом.

Особого внимания заслуживают результаты анализа структурных факторов, которые, как вытекает из полученных нами результатов, оказались незначимыми, что на первый взгляд представляется нелогичным. В частности, доля добычи

Таблица 3. Результаты оценки модели 1

Наименование показателя	(1a)	(1b)
Зависимая переменная	ln (Energy Intensity)	ln (Energy Intensity)
metal	-0.00200* (0.000876)	
tek	-0.00291 (0.00182)	
urban	-0.00728 (0.00505)	
transport	0.0184** (0.00623)	0.0193** (0.00576)
temp_jan	-0.00876** (0.00231)	-0.00870** (0.00257)
ln(area)	1.255*** (0.0623)	1.130*** (0.0201)
$\gamma$ 2010	0.406*** (0.0301)	0.405*** (0.0279)
$\gamma$ 2011	0.317*** (0.0213)	0.314*** (0.0203)
$\gamma$ 2012	0.229*** (0.0201)	0.227*** (0.0197)
$\gamma$ 2013	0.124*** (0.0195)	0.122*** (0.0194)
Число наблюдений	479	479
Число регионов	80	80
Fixed effect	да	да
Drisc/Kraay	да	да
R-sq within	0.69	0.69

Примечания: 1. В скобках приведены стандартные отклонения. 2. Здесь и далее символ \*\*\* отмечает коэффициенты, значимые на 1 %-ном уровне, \*\* — на 5 %-ном уровне, \* — на 10 %-ном уровне.

топливно-энергетических полезных ископаемых, а также доля металлургических производств в ВРП, являющихся одними из наиболее энергозатратных отраслей экономики (см. табл. 1), как следует из расчетов по модели (1), не оказывают значимого влияния на изменение энергоёмкости ВРП регионов.

Этому неожиданному результату может быть дано следующее объяснение. Поскольку энергоёмкость ВРП является основным показателем, определяющим энергоэффективность экономики, на этот показатель оказывает влияние не столько уровень энергетических затрат, сколько отдача от использования энергетических ресурсов, которая оценивается с учетом объема продукции, произведенной в соответствующем секторе экономики и выраженной в денежной форме. Отражением указанной отдачи могут служить показатели рентабельности. Так, согласно официальным данным федеральной налоговой службы, наиболее рентабельным видом экономической деятельности в России является добыча полезных ископаемых (см. табл. 4).

Таблица 4. Рентабельность проданных товаров, продукции, работ, услуг по видам экономической деятельности в России

Виды экономической деятельности	Годы					
	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Сельское хозяйство, охота, лесное хозяйство	10,3	10,3	11,7	6,3	18,4	21,3
Добыча полезных ископаемых, всего	35,5	35,7	31	25,1	22,2	26,8
В том числе:						
— добыча топливно-энергетических полезных ископаемых	33,1	32,1	28,8	24,1	20,7	24,4
— добыча полезных ископаемых, кроме топливно-энергетических	54	64,5	48,2	33,2	36	46,9
Обрабатывающие производства, всего	14,3	13,2	11	9,5	10,7	12,4
В том числе:						
— производство кокса и нефтепродуктов	23,1	19,3	11,3	9,6	8,7	6,5
— химическое производство	19,8	24,8	22,9	16,7	22,4	33
— металлургическое производство и производство готовых металлических изделий	18,7	15,9	11,8	9,9	16,7	22,4
Строительство	5,7	6,8	6,7	4,8	5,1	5,4
Оптовая и розничная торговля; ремонт автотранспортных средств, мотоциклов, бытовых изделий и предметов личного пользования	9,2	10,5	8,2	7,1	7,4	7,1
Гостиницы и рестораны	8,2	6,9	8,4	6,7	5,8	5,8
Транспорт и связь	13,8	12,8	12,2	9,9	9,6	10,6
Финансовая деятельность	0,1	0	0,4	0,4	0,7	0,5
Операции с недвижимым имуществом, аренда и предоставление услуг	11,8	10,4	10	9	8,9	9,7
Образование	8,3	5,5	7,2	5,3	5,2	6,2
Здравоохранение и предоставление социальных услуг	7,2	5,3	6,5	5,9	7,4	7,6

Источники: Приказ ФНС России от 30.05.2007 № ММ-3-06/333 (ред. от 10.05.2012) «Об утверждении Концепции системы планирования выездных налоговых проверок». Приложение № 4. Рентабельность проданных товаров, продукции, работ, услуг и рентабельность активов организаций по видам экономической деятельности, в процентах (по состоянию на 05.05.2017). URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_55729/1e7023fb662a09b71e222c8fcb345b1b7a8e617d/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_55729/1e7023fb662a09b71e222c8fcb345b1b7a8e617d/) (дата обращения: 01.10.2017).

Из табл. 4 следует, что добывающая промышленность имеет высокий уровень рентабельности, которая в несколько раз превосходит рентабельность большинства других видов деятельности. Поэтому можно предположить, что, несмотря на свойственный добывающей промышленности более высокий уровень энергетических затрат, рост ее доли в ВРП не приводит к росту энергоемкости экономики за счет измеряемой в денежной форме повышенной отдачи. Например, в государственной программе Республики Саха (Якутия)<sup>14</sup> в качестве главной причины

<sup>14</sup> Указ Главы Республики Саха (Якутия) от 22.11.2017 № 2215 «О внесении изменений в государственную программу Республики Саха (Якутия) «Энергоэффективная экономика на

низкой энергоемкости ВРП региона отмечено наличие в структуре региональной экономики высокорентабельной отрасли, каковой является алмазодобывающая промышленность. Полученные выводы можно проиллюстрировать на базе табл. 5, в которой представлены данные по энергоемкости регионов с долей добывающей промышленности в ВРП выше 20 % в сопоставлении со средними по России показателями.

Таблица 5. Доля добывающей промышленности в ВРП, энергоемкость ВРП регионов России в 2015 г.

Регионы	Показатели	
	Доля добычи полезных ископаемых в ВРП, %	Энергоемкость ВРП, кг у.т. / 10 000 руб.
Республика Коми	36,4	215,57
Архангельская область	26,0	159,69
в том числе Ненецкий автономный округ	67,5	96,63
Астраханская область	25,1	150,51
Республика Татарстан	21,6	124,05
Удмуртская Республика	25,3	140,91
Оренбургская область	36,9	242,76
Тюменская область	55,7	н/д
Ханты-Мансийский автономный округ — Югра	67,8	77,47
Ямало-Ненецкий автономный округ	54,9	188,00
Иркутская область	24,3	252,41
Кемеровская область	25,6	449,62
Томская область	29,5	114,22
Республика Саха (Якутия)	48,2	82,64
Магаданская область	28,9	85,37
Сахалинская область	59,1	41,48
Чукотский автономный округ	46,5	150,38
Среднее значение показателей по регионам России	10,6	175,78

Р а с с ч и т а н о по: Регионы России. Социально-экономические показатели, 2015: стат. сб. / Росстат // Федеральная служба государственной статистики. Официальная статистика. URL: [http://www.gks.ru/bgd/regl/B15\\_14p/Main.htm](http://www.gks.ru/bgd/regl/B15_14p/Main.htm) (дата обращения 01.10.2017); Промышленное производство в России. 2016: стат. сб. Приложение к сборнику (информация (в разрезе субъектов Российской Федерации) / Росстат // Федеральная служба государственной статистики. Официальная статистика. URL: [http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat\\_main/rosstat/ru/statistics/publications/catalog/doc\\_1139918730234](http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/publications/catalog/doc_1139918730234) (дата обращения: 01.10.2017).

2012–2019 годы и на период до 2020 года», утвержденную Указом Президента Республики Саха (Якутия) от 12 октября 2011 г. № 971» // Официальный интернет-портал правовой информации. Государственная система правовой информации. URL: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/1400201711230004> (дата обращения: 30.04.2018).

Как показывают данные табл. 5, часть регионов со значительной долей добычи полезных ископаемых в структуре ВРП имеет более высокий уровень энергоёмкости ВРП, чем в среднем по России, а часть — более низкий. Разброс указанных показателей и позволяет отчасти объяснить отсутствие в результатах, полученных с применением модели (1), значимого воздействия на уровень энергоэффективности важных параметров, связанных со структурным фактором (напомним, речь идет о доле добычи топливно-энергетических полезных ископаемых и доле металлургических производств в ВРП). Однако из этого не вытекает целесообразность исключения отраслевой структуры экономики из сферы внимания регулятора при разработке энергетической политики, прежде всего в силу значительных энергозатрат, свойственных выделенным отраслям (см. табл. 1 и 2). Речь должна идти скорее о необходимости дополнения энергоёмкости ВРП другими показателями, характеризующими энергоэффективность. Это особенно важно с позиции выявления ключевых факторов, воздействующих на энергоёмкость экономики, в том числе в региональном разрезе, а также для обоснования приоритетных направлений климатической политики и стратегии низкоуглеродного развития страны. Для этих целей могут применяться показатели, характеризующие соотношение объема потребленной энергии и энергоёмкости для регионов и стран, аналогичных России по структуре экономики и климатическим факторам, например Канады, Норвегии, Швеции и т. п. Акцент только на показатель энергоёмкости ВРП, в совокупности с частными показателями отдельных аспектов энергоэффективности (энергоэффективность освещения, энергоснабжения, бюджетного сектора и т. д.), который в настоящее время сделан, в частности при разработке рейтинга энергоэффективности субъектов РФ Министерства энергетики РФ<sup>15</sup>, может привести к недооценке потенциала снижения энергоёмкости отраслей, относящихся к числу наиболее энергозатратных, но являющихся одновременно высокорентабельными.

#### **4. Исследование факторов, определяющих уровень экологичности энергопотребления в регионах России**

Следующей важной задачей является анализ факторов, влияющих на интенсивность экологического загрязнения, которая оценивается по объему выбросов загрязняющих веществ (в натуральных тоннах), относимых к величине энергии, израсходованной для производства ВРП. В условиях отсутствия согласованного на официальном уровне наименования соответствующего показателя далее мы будем придерживаться варианта, вынесенного в название данного раздела статьи — «экологичность энергопотребления». Допустимым для случая его детализации является и следующее наименование: экологичность использования энергии (или энергопотребления) при производстве ВРП (ВВП — для макроуровня). Напомним, что интенсивность экологического загрязнения в регионах, наряду с энергоёмкостью региональной экономики, зависит от того, насколько экологично эта энергия рас-

---

<sup>15</sup> Рейтинг энергоэффективности субъектов РФ // Министерство энергетики РФ. Рейтинги реализации государственной политики. URL: <https://minenergo.gov.ru/node/6533> (дата обращения: 17.02.2018).

ходуется (т.е. от того, сколько загрязняющих веществ выбрасывается в атмосферу при использовании энергии).

В проведенном нами исследовании соотношение выбросов загрязняющих веществ и затраченной энергии для производства ВРП регионов России определялось расчетно, поскольку в существующих научных и официальных статистических публикациях данный показатель не формируется и не исследуется. Для оценки параметров, отражающих отношение выбросов загрязняющих веществ к затраченной в регионе энергии, были взяты показатели интенсивности выбросов загрязняющих веществ, рассчитываемые и публикуемые Министерством природных ресурсов и экологии в ежегодных докладах «О состоянии и об охране окружающей среды в РФ»<sup>16</sup>, а также показатель энергоёмкости ВРП, рассчитываемый Федеральной службой государственной статистики<sup>17</sup>. Показатель интенсивности выбросов загрязняющих веществ выражался в тоннах загрязняющих веществ, отнесенных к килограмму условного топлива. Для оценки факторов, влияющих на данный показатель, использовались показатели уровня развития экономики региона, неравенства доходов населения, климатические, инновационные (технологические) и управленческие факторы. Климатический фактор определялся на основе средней температуры атмосферного воздуха в июле, управленческий — на основе исследования рейтингового агентства «Эксперт РА»<sup>18</sup>, неравенство доходов населения – при помощи индекса Джини. Для характеристики уровня развития экономики применялись следующие показатели: валовой региональный продукт, приведенный к ценам 2010 г. (млн руб.)<sup>19</sup>; технологический фактор, который определялся на базе внутренних затрат на научные исследования и разработки (НИР) (млн руб.)<sup>20</sup> и степени износа основных фондов (%)<sup>21</sup>. В расчет принимался и ряд параметров, характеризующих инновационное развитие экономики, включая следующие: доля инновационных товаров, работ и услуг в общем объеме производства и экспорта промышленных предприятий; доля организаций, осуществляющих технологические инновации, коэффициент изобретательской активности и ряд др. Однако они оказались незначимыми с точки зрения влияния на исследуемый показатель.

Спецификация модели (2), которая позволяет идентифицировать факторы, воздействующие на соотношение выбросов загрязняющих веществ и объема

<sup>16</sup> Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды в РФ в 2016 г.» // Министерство природных ресурсов и экологии РФ. Государственные доклады. URL: <http://www.mnr.gov.ru/regulatory/list.php?part=1101> (дата обращения: 30.05.2017).

<sup>17</sup> Промышленное производство в России. 2016: стат. сб. Приложение к сборнику (в разрезе субъектов Российской Федерации) / Росстат // Федеральная служба государственной статистики. Официальная статистика. URL: [http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat\\_main/rosstat/ru/statistics/publications/catalog/doc\\_1139918730234](http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/publications/catalog/doc_1139918730234) (дата обращения: 01.10.2017).

<sup>18</sup> Инвестиционные рейтинги регионов России // Эксперт РА. Рейтинговое агентство. URL: [http://raexpert.ru/rankingtable/region\\_climat/2014/tab02/](http://raexpert.ru/rankingtable/region_climat/2014/tab02/) (дата обращения: 17.02.2018).

<sup>19</sup> Рассчитано на основе данных: Валовой региональный продукт (в текущих основных ценах — всего (1998–2016 гг.)); Индексы физического объема в % к предыдущему году (1998–2016 гг.) // Федеральная служба государственной статистики. Официальная статистика. Национальные счета. 2016. URL: [http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat\\_main/rosstat/ru/statistics/accounts/](http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/accounts/) (дата обращения 01.10.2017).

<sup>20</sup> Там же.

<sup>21</sup> Там же.

затраченной энергии, имеет следующий вид (см. выше описание переменных к формуле (2)):

$$\ln(\text{Pollution} / \text{Energy}_{it}) = \delta_i + \mu_t + \beta_1 \ln \text{grpconst}_{it} + \beta_2 \text{nir}_{it} + \beta_3 \text{gini}_{it} + \beta_4 \text{temp\_july}_{it} + \beta_5 \text{wearout}_{it} + \beta_6 \text{rating}_{it} + v_{it},$$

где  $\delta_i$  — фиктивные переменные для регионов, описывающие их индивидуальные особенности,  $\mu_t$  — фиктивные переменные для годов,  $v_{it}$  — идиосинкратическая ошибка.

Полученные по модели (2) результаты представлены в табл. 6. Зависимой переменной является соотношение выбросов загрязняющих веществ и затраченной энергии. В столбце 2а приведены результаты оценки модели по всем включенным факторам (2), в столбце 2б — результаты этой же модели после удаления незначимых факторов (восемьдесят индивидуальных региональных констант  $\delta_i$  не показаны).

Как следует из табл. 6, проведенный анализ не позволяет выявить факторы, с помощью которых можно было бы повлиять на соотношение выбросов загрязняющих веществ и затраченной энергии в регионах России. К сожалению, оцененная модель объясняет только 8% внутригрупповой дисперсии зависимой переменной. В качестве вероятных причин полученных результатов выделим следующие:

- существует недостаток научных и статистических исследований относительно факторов, влияющих на данный показатель, и, как следствие, значительно меньшая, чем при оценке энергоемкости ВРП, обоснованность гипотезы о включении тех или иных факторов в модель;
- показатель соотношения выбросов загрязняющих веществ и затраченной энергии в регионах России является расчетным, в отличие от других, использованных нами показателей, включая энергоемкость ВРП и интенсивность выбросов загрязняющих веществ. Отдельные неточности и недостатки оценки тех или иных официальных показателей в методиках Росстата и Минприроды, отмечаемые экспертами (см., напр.: [Башмаков, Мышак, 2012]), еще больше снижают точность оценок при определении на их основе расчетных показателей.

В настоящей статье был изучен и альтернативный подход к расчету показателя соотношения выбросов загрязняющих веществ и затраченной энергии. Этот показатель был определен как сумма выбросов наиболее распространенных загрязняющих веществ в атмосферный воздух в регионах России. Она определялась по методике Росстата и была соотнесена со значением ВРП региона. Результаты выявили сходные тенденции, при этом уровень объясняющей способности остался столь же низким.

Тем не менее полученные в ходе анализа результаты свидетельствуют о необходимости продолжить выявление факторов, определяющих уровень регионов России по показателю соотношения выбросов загрязняющих веществ и затраченной энергии, поскольку именно этот показатель напрямую влияет на уровень экологической эффективности в региональном разрезе. Кроме того, данный показатель следует включить, наряду с энергоемкостью ВРП, в перечень стратеги-

Таблица 6. Результаты оценивания модели 2

Наименование показателей	(2a)	(2b)
Зависимая переменная	ln (Pollution/ Energy)	ln (Pollution/ Energy)
nir	1.153 (1.855)	
wearout	0.00243* (0.00100)	
gini	1.072 (0.537)	
lngrppconst	-0.683 (0.922)	
ln(grppconst) <sup>2</sup>	0.116 (0.0723)	0.0472* (0.0181)
rating	0.000413 (0.000295)	
temp_july	0.00730*** (0.000788)	0.00433*** (0.000433)
μ 2011	-10.58** (2.757)	-20.36*** (2.293)
μ 2012	-10.58** (2.762)	-20.35*** (2.298)
μ 2013	-10.56** (2.768)	-20.33*** (2.300)
μ 2014	-10.57** (2.775)	-20.34*** (2.304)
Число наблюдений	316	320
Число регионов	80	80
Fixed effect	да	да
Drisc/Краау	да	да
R-sq within	0.08	0.08

Примечания: 1. В скобках приведены стандартные отклонения.  
2. Здесь и далее символ \*\*\* отмечает коэффициенты, значимые на 1 %-ном уровне, \*\* — на 5 %-ном уровне, \* — на 10 %-ном уровне.

ческих индикаторов повышения энергоэффективности и снижения воздействия на климат в регионах России и представлять его оценку в официальных статистических отчетах.

## 5. Итоговые выводы по результатам исследования и дополнительные рекомендации регулятору по координации энергетической, климатической и экологической политики

Наряду с промежуточными выводами по результатам проведенного с применением двух взаимосвязанных моделей исследования, которые представлены в разделах 3 и 4 статьи, сформулируем итоговые результаты, предложим ряд дополнительных рекомендаций регулятору и наметим перспективы для последующего анализа.

Итак, в статье решались три взаимосвязанные задачи.

1. С использованием регрессионных моделей панельных данных был проведен углубленный анализ влияния факторов, идентифицированных в качестве ключевых, на уровень энергоемкости экономики регионов России.
2. На этой базе далее были идентифицированы основные параметры, воздействующие на интенсивность экологического загрязнения с учетом объемов энергии, затраченной для производства ВРП.
3. На основе полученных в рамках первых двух задач результатов были выработаны рекомендации по координации показателей экологической, климатической и энергетической политики, которые целесообразно учесть при разработке Национальной стратегии низкоуглеродного развития 2050, в том числе в региональном разрезе.

В целом предложенный в статье подход позволяет сделать вывод о необходимости рассмотрения вопросов повышения энергоемкости и снижения интенсивности выбросов загрязняющих веществ в качестве составных частей общей проблемы формирования взаимосвязанной системы управления снижением негативного воздействия на окружающую среду и климатическую ситуацию, а также повышения энергоэффективности экономики. Полученные результаты подтверждают выводы специалистов о взаимосвязанности задач, стоящих перед энергетической, экологической и климатической политикой России, в том числе на региональном уровне. Эти задачи, как и служащие их решению инструменты, целесообразно объединить, например, в рамках Национальной стратегии низкоуглеродного развития РФ 2050. И одним из важных критериев оценки данной стратегии должно быть не только ослабление остроты глобальных климатических проблем, но и достижение мультипликативного эффекта, связанного с воздействием разрабатываемых в рамках стратегии мероприятий, направленных на взаимоувязанное снижение энерго- и углеродоемкости экономики, а также повышение уровня ее экологичности.

Результаты исследования факторов, определяющих энергетическую и экологическую эффективность в регионах России, позволяют предложить ряд рекомендаций для разработки политики в соответствующих сферах. К числу наиболее важных относится вывод о взаимосвязи между энергоемкостью экономики и определяющими ее структурными факторами с одной стороны и интенсивностью экологических загрязнений с другой, что предопределяет необходимость последовательной координации энергетической, экологической и климатической политики. При этом необходимым условием интеграции энергетической и климатической политики является формирование системы учета данных по выбросам парниковых газов в регионах. Достижению этой цели способствует утверждение в декабре 2015 г. методических указаний и руководства по количественному определению объема выбросов парниковых газов организациями, осуществляющими хозяйственную и иную деятельность в Российской Федерации<sup>22</sup>. По мере накопления данных по выбросам

---

<sup>22</sup> Приказ Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации от 30.06.2015 № 300 «Об утверждении методических указаний и руководства по количественному определению объема выбросов парниковых газов организациями, осуществляющими хозяйственную и иную деятельность в Российской Федерации» // Официальный интернет-портал правовой информации. Государственная система правовой информации. URL: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001201512170023> (дата обращения 01.10.2017).

парниковых газов в регионах России может быть продолжено исследование о влиянии факторов на углеродоемкость экономики, что позволит уточнить рекомендации по совершенствованию региональной климатической политики.

Одним из главных индикаторов энергоэффективности экономики регионов России в настоящее время является показатель энергоемкости ВРП, о чем свидетельствуют данные Федеральной службы государственной статистики, энергетические стратегии и программы, а также разрабатываемые Министерством энергетики рейтинги энергетической эффективности субъектов Российской Федерации. Однако проведенный в статье анализ показал, что опора только на показатель энергоемкости ВРП может создать видимость хороших результатов без реальных положительных изменений. Объясняется это тем, что значительная доля добывающих отраслей в силу высокой рентабельности данного вида деятельности позволяет достичь низкой энергоемкости при высоких затратах энергии.

Из этого вытекает необходимость внесения уточнений в систему индикаторов результативности энергетической и климатической политики в регионах, в том числе на основе их сравнения с результатами лучших регионов и с передовым международным опытом. В данную систему показателей необходимо включать и индикаторы инновационного развития региона. Для достижения целей в области инновационного развития важным условием является настройка методов стимулирования на обеспечение перехода на высокотехнологичные и энергоэффективные технологии. Полученные в ходе исследования результаты позволяют сформировать рекомендации не только для совершенствования региональных стратегий и программ, но и для формирования национальной системы стратегического управления повышением энергоэффективности и снижением неблагоприятных воздействий на климат, а также сглаживания региональных неравенств.

## Литература

- Ануфриев В. П., Кулигин А. П., Калетин А. Ю., Стародубец Н. В. Инвентаризация эмиссий парниковых газов как инструмент управления экономикой региона // Вестн. Уральского федерального ун-та. Серия «Экономика и управление». 2013. № 6. С. 72–79.
- Баишаков И., Мышак А. Затраты и выгоды реализации стратегий низкоуглеродного развития России: перспективы до 2050 года // Вопросы экономики. 2014. № 8. С. 70–91.  
// *Voprosy ekonomiki*. 2014. № 8. Р. 70–91.
- Баишаков И., Мышак А. Факторный анализ эволюции российской энергоэффективности // Вопросы экономики. 2012. № 10. С. 117–131.
- Белик И. С., Стародубец Н. В., Ячменева А. И. Энергетический подход к измерению ассимиляционного потенциала региона // Экономика региона. Т. 13, № 4, 2017. С. 1211–1220.
- Жигалов В. М., Пахомова Н. В. Применение современных концепций государственного управления для достижения целей новой климатической политики // Вестн. С.-Петерб. ун-та. Сер. 5. Экономика. 2016. Вып. 3. С. 74–94.
- Кавешников Н. Ю. Стратегия ЕС в области климата и энергетики // Современная Европа. 2015. № 1 (61). С. 93–103.
- Пахомова Н. В., Рихтер К. К., Жигалов В. М., Малова А. С. Управление энергоэффективностью в контексте новой климатической политики // Экономика региона. 2017. Т. 13, № 1. С. 183–195.
- Раскина Ю. В. Факторы промышленного выброса CO<sub>2</sub> на постсоветском пространстве: эмпирический анализ // Финансы и бизнес. 2015. № 1. С. 25–41.
- Порфирьев Б. Н. Альтернативная энергетика как фактор эколого-энергетической безопасности: особенности России // Экономика региона. 2011. № 2. С. 137–145.

- Эдер Л. В., Филимонова И. В., Немов В. Ю., Проворная И. В. Прогнозирование энерго- и нефтепотребления автомобильным транспортом в регионах Российской Федерации // Экономика региона. 2017. Т. 14. вып. 3. С. 859–870.
- Янсон С. Ю. Проблемы разработки и реализации региональных и муниципальных программ в области энергосбережения и энергоэффективности // Экономика и предпринимательство. 2015. № 3 (ч. 2). С. 174–178.
- Яшалова Н. Н. Применение корреляционного анализа в эколого-экономических исследованиях // Экономика природопользования. 2015. № 6. С. 95–105.
- Cian De E., Schymura M., Verdolini E., Voigt S. Energy Intensity Developments in 40 Major Economies: Structural Change or Technology Improvement. 2013. ZEW Discussion Paper № 13-052.
- A policy framework for climate and energy in the period from 2020 to 2030. European Economic and Social Committee (EESC), 2014. URL: <https://www.eesc.europa.eu/en/our-work/opinions-information-reports/opinions/policy-framework-climate-and-energy-2020-2030> (дата обращения: 17.02.2018).
- Driscoll J. C., Kraay A. C. Consistent covariance matrix estimation with spatially dependent panel data // Review of Economics and Statistics. 1998. Vol. 80. P. 549–560.
- Impact Assessment. Energy Efficiency and its contribution to energy security and the 2030 Framework for climate and energy policy. 2014. Commission Staff Working Document. URL: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:52014SC0255> (дата обращения: 17.02.2018).
- Pesaran M. H. General diagnostic tests for cross section dependence in panels. Cambridge Working Papers in Economics No. 0435. Cambridge: University of Cambridge, Faculty of Economics, 2004. URL: <http://repec.iza.org/dp1240.pdf> (дата обращения: 17.02.2018).

Статья поступила в редакцию 20.02.2018

Статья рекомендована в печать 25.06.2018

#### Контактная информация:

Жигалов Вячеслав Михайлович — канд. экон. наук, доц.; [v.zhigalov@spbu.ru](mailto:v.zhigalov@spbu.ru)

Подкорытова Ольга Анатольевна — канд. физ.-мат. наук, доц.; [o.podkorytova@spbu.ru](mailto:o.podkorytova@spbu.ru)

Пахомова Надежда Викторовна — д-р экон. наук, проф.; [n.pakhomova@spbu.ru](mailto:n.pakhomova@spbu.ru)

Малова Александра Сергеевна — канд. экон. наук, доц.; [malova.alex@gmail.com](mailto:malova.alex@gmail.com)

### Interrelation of energy and climate policies: Economic and mathematical justification of recommendations for the regulator\*

V. M. Zhigalov, O. A. Podkorytova, N. V. Pakhomova, A. S. Malova

St. Petersburg State University,

7–9, Universitetskaya nab., St. Petersburg, 199034, Russian Federation

**For citation:** Zhigalov V. M., Podkorytova O. A., Pakhomova N. V., Malova A. S. Interrelation of energy and climate policies: Economic and mathematical justification of recommendations for the regulator. *St Petersburg University Journal of Economic Studies*, 2018, vol. 34, issue 3, pp. 345–368. <https://doi.org/10.21638/spbu05.2018.301> (In Russian)

The article analyzes the formation of new climate policy in Russia in connection with increasing energy efficiency and environmental safety on the basis of technical, technological, organizational, and institutional innovations. Such an integrated approach, creating conditions for synergistic effects, is actively used in developed countries, including EU states, NS follows from the Paris Climate Agreement (2015); however, it is still waiting for consistent application in Russia. The condition for achieving such a synergistic effect is a significant scientific justifica-

\* The study was carried out with the partial financial support of the Russian Foundation for Basic Research, the project “Assessment of the strategic sustainability of the enterprises of large, medium and small business in depressive regions of Russia (on the example of the Pskov region)” № 18-010-01204.

tion for decisions made by regulators and business. For Russia, the regional dimension of this issue is among the most important, due to high regional differentiation of economic development, sectoral structure, and structure of energy balances. In this context, using regression models of panel data, the authors analyze the influence of factors identified as key, on the level of energy intensity of the regional economy. On this basis, the main factors influencing the intensity of environmental pollution are identified, taking into account the amount of energy used to produce GRP. As a result of the research, recommendations are developed for the harmonization of environmental, climate, and energy policies, which should be taken into account when developing the National Low-Carbon Development Strategy for 2050. Particular attention is paid to the completion of the system for recording data on GHG emissions in Russian regions, as well as on clarifying the system of indicators for the effectiveness of energy and climate policy by comparing them with results of the best regions and with international best practices.

*Keywords:* energy and climate policy, intensity of environmental pollution, innovations, energy intensity of GRP, Long-term low-carbon development strategy.

## References

- A policy framework for climate and energy in the period from 2020 to 2030. *European Economic and Social Committee (EESC)*, 2014. Available at: <https://www.eesc.europa.eu/en/our-work/opinions-information-reports/opinions/policy-framework-climate-and-energy-2020-2030>. (accessed: 17.02.2018).
- Anufriev V.P., Kuligin A.P., Kaletin A.Iu., Starodubets N.V. Inventarizatsiia emissii parnikovykh gazov kak instrument upravleniia ekonomiki regiona [Inventory of greenhouse gases emissions as a tool of regional economies management]. *Vestn. Ural'skogo federal'nogo un-ta. Seriia "Ekonomika i upravlenie"* [Bulletin of Ural Federal University. Series Economics and Management], 2013, no. 6, pp. 72–79. (In Russian)
- Bashmakov I., Myshak A. Faktornyi analiz evoliutsii rossiiskoi energoeffektivnosti [Factor Analysis of Evolution of Russian Energy Efficiency: Methodology and Outcomes]. *Voprosy ekonomiki*, 2012, no. 10, pp. 117–131. (In Russian)
- Bashmakov I., Myshak A. Zatraty i vygody realizatsii strategii nizkouglerodnogo razvitiia Rossii: perspektivy do 2050 goda [Costs and Benefits of the Transition to Low-carbon Economy in Russia: Perspectives up to 2050]. *Voprosy ekonomiki*, 2014, no. 8, pp. 70–91. (In Russian)
- Belik I.S., Starodubets N.V., Iachmeneva A.I. Energeticheskii podkhod k izmereniiu assimilatsionnogo potentsiala regiona [Energy Approach to Measure the Region's Assimilative Capacity]. *Ekonomika regiona [Economy of region]*, 2017, vol. 13, no. 4, pp. 1211–1220. (In Russian)
- Cian De E., Schymura M., Verdolini E., Voigt S. Energy Intensity Developments in 40 Major Economies: Structural Change or Technology Improvement. 2013. *ZEW Discussion Paper*, no. 13-052.
- Driscoll J.C., Kraay A.C. Consistent covariance matrix estimation with spatially dependent panel data. *Review of Economics and Statistics*, 1998, vol. 80, pp. 549–560.
- Eder L.V., Filimonova I.V., Nемов V.Iu., Provornaia I.V. Prognozirovaniie energo- i neftepotrebleniia avtomobil'nym transportom v regionakh Rossiiskoi Federatsii [Forecasting of Energy and Petroleum Consumption by Motor Transport in the Regions of the Russian Federation]. *Ekonomika regiona [Economy of region]*, 2017, vol. 14, issue 3, pp. 859–870. (In Russian)
- Ianson S.Iu. Problemy razrabotki i realizatsii regional'nykh i munitsipal'nykh programm v oblasti energosberezheniia i energoeffektivnosti [Problems of development and implementation of regional and municipal programs in the field of energy saving and energy efficiency]. *Ekonomika i predprinimatel'stvo [Journal of economy and entrepreneurship]*, 2015, no. 3 (part 2), pp. 174–178. (In Russian)
- Iashalova N.N. Primenenie korreliatsionnogo analiza v ekologo-ekonomicheskikh issledovaniiax [The use of correlation analysis in ecological and economic research]. *Ekonomika prirodopol'zovaniia [The use of correlation analysis in ecological and economic research]*, 2015, no. 6, pp. 95–105. (In Russian)
- Impact Assessment. Energy Efficiency and its contribution to energy security and the 2030 Framework for climate and energy policy. 2014. *Commission Staff Working Document*. Available at: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:52014SC0255> (accessed: 17.02.2018).
- Kaveshnikov N.Iu. Strategiiia ES v oblasti klimata i energetiki [Climate and energy strategy of the EU]. *Sovremennaiia Evropa [Contemporary Europe]*, 2015, no. 1(61), pp. 93–103. (In Russian)
- Pakhomova N.V., Rikhter K.K., Zhigalov V.M., Malova A.S. Upravlenie energoeffektivnost'iu v kontekste novoi klimaticheskoi politiki [Management of Energy-Efficiency in the Context of New Climate Policy]. *Ekonomika regiona [Economy of region]*, 2017, vol. 13, no. 1, pp. 183–195. (In Russian)

- Pesaran M.H. General diagnostic tests for cross section dependence in panels. *Cambridge Working Papers in Economics*, no. 0435. Cambridge, University of Cambridge, Faculty of Economics, 2004. Available at: <http://repec.iza.org/dp1240.pdf> (accessed: 17.02.2018).
- Porfir'ev B.N. Al'ternativnaia energetika kak faktor ekologo-energeticheskoi bezopasnosti: osobennosti Rossii [Alternative energy as a factor of ecological and energy security: features of Russia]. *Ekonomika regiona [Economy of region]*, 2011, no. 2, pp. 137–145. (In Russian)
- Raskina Iu.V. Faktory promyshlennogo vybrosa SO<sub>2</sub> na postsovetskom prostranstve: empiricheskii analiz [The Determinants of CO<sub>2</sub> Emissions in the Former Soviet Union: Empirical Analysis]. *Finansy i biznes [Finance and business]*, 2015, no. 1, pp. 25–41. (In Russian)
- Zhigalov V.M., Pakhomova N.V. Primenenie sovremennykh kontseptsii gosudarstvennogo upravleniia dlia dostizheniia tselei novoi klimaticheskoi politiki [The application of contemporary concepts of public administration to achieve the objectives of the new climate policy]. *Vestnik of Saint-Petersburg University. Ser. 5. Ekonomika*, 2016, issue 3, pp. 74–94. (In Russian)

Received: February 20, 2018

Accepted: June 25, 2018

Author's information:

*Viacheslav M. Zhigalov* — PhD in Economics, Associate Professor; [v.zhigalov@spbu.ru](mailto:v.zhigalov@spbu.ru)

*Olga A. Podkorytova* — PhD in Math, Associate Professor; [o.podkorytova@spbu.ru](mailto:o.podkorytova@spbu.ru)

*Nadezda V. Pakhomova* — Dr. Sci. in Economics, Professor; [n.pahomova@spbu.ru](mailto:n.pahomova@spbu.ru)

*Aleksandra S. Malova* — PhD in Economics, Associate Professor; [malova.alex@gmail.com](mailto:malova.alex@gmail.com)