

УДК 504.06:621.31(571.1/.5)

DOI: 10.33764/2411-1759-2019-24-3-194-202

## **ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ ПАРАМЕТР СРАВНИТЕЛЬНОГО АНАЛИЗА ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКИ СИБИРИ**

*Виктор Иванович Суслов*

Институт экономики и организации промышленного производства СО РАН, 630090, Россия, г. Новосибирск, пр. Академика Лаврентьева, 17, член-корреспондент РАН, доктор экономических наук, зав. лабораторией, тел. (383)330-25-49, e-mail: suslov@ieie.nsc.ru

*Наталья Викторовна Горбачева*

Институт экономики и организации промышленного производства СО РАН, 630090, Россия, г. Новосибирск, пр. Академика Лаврентьева, 17, кандидат экономических наук, старший научный сотрудник, тел. (383) 330-80-55, e-mail: Nata\_lis@mail.ru

Дилемма энергетического выбора в стране, приступившей к реализации Стратегии пространственного развития, особенно актуальна для Сибири, обладающей значительными запасами углеводородов и потенциалом возобновляемых источников энергии (вода, ветер, солнце, биомасса). За последние 10 лет наибольший в России рост потребления электроэнергии наблюдается именно в Сибири, он удовлетворяется до сих пор на 38 % за счет угольной генерации, средний возраст которой составляет 34–36 лет. Стремление России встроиться в тренд Новой индустриализации и цифровизации, а также адаптироваться к изменениям климата стимулирует ускоренное внедрение возобновляемой энергетики, которая пока дорогая, «нишевая» и требует развитой инфраструктуры. Междисциплинарный анализ альтернатив энергетического выбора для Сибири необходим для эффективного ответа России на глобальные вызовы.

Цель данной статьи состоит в сравнении по уровню экологичности традиционных и возобновляемых источников выработки электроэнергии в Сибири. Результаты проведенного сравнительного анализа демонстрируют высокий уровень загрязнения окружающей среды в результате использования углеводородов в Сибири. При этом превосходство экологических характеристик возобновляемой энергии элиминируется из-за искусственной демаркации проблем экологии и климата и распространения скепсиса в российском обществе относительно генезиса этих проблем по важному параметру энергетического выбора – экологичности источников энергии. В Сибири возможно для производства электроэнергии многое, с точки зрения ресурсов и экологии. Главным становится долгосрочная цель выработки электроэнергии в мегарегионе Сибирь, что во многом предопределяет значимость экологических параметров сравнительной оценки перспективных источников энергии.

**Ключевые слова:** Сибирь, электроэнергетика, топливо, возобновляемые источники, экология, изменение климата, общественное восприятие.

### *Введение*

Экология и изменение климата являются важными факторами энергетического выбора в современной экономике. Известный российский ученый Н. И. Моисеев полагал, «что определяющее значение в истории общества (во всяком случае, ближайших десятилетий) будут играть его взаимоотношения с окружающей природой» [1, с. 84]. Его зарубежный коллега А. Горе под-

черкивает, что «экология – это баланс между уважительным отношением к прошлому и правдивым отношением к будущему, между верой в индивидуальность и согласием в обществе, между нашей любовью к миру и наши страхом потерять его» [2, с. 242]. И в поиске этого баланса электроэнергетика выступает главным фактором загрязнения окружающей среды, ухудшения здоровья населения и изменения климата.

Понимание Сибири как единого мегарегиона России, простирающегося от Уральских гор до Тихого океана, связано с обладанием значительными запасами углеводородов (уголь, газ, нефть) и потенциалом возобновляемых источников энергии (вода, ветер, солнце, биомасса). Существует исторически сложившееся восприятие этого огромного региона как единого целого, что подразумевает наличие не только пространственной, но и экономической, исторической и природно-климатической общности [3]. Подобное понимание Сибири как территории от Уральских гор до Тихого океана фиксируется в репрезентативных источниках, например, в энциклопедии Britannica: «Сибирь – это огромный регион, по существу, занимает всю северную Азию. Сибирь простирается от Уральских гор на западе до Тихого океана на востоке и от Северного Ледовитого океана на севере до холмов северного Казахстана и границ с Монголией и Китаем». В настоящей статье представляется важным сравнить возобновляемые и традиционные источники генерации в социо-экономическом контексте Сибири.

### ***Методы и материалы***

Сравнение традиционных источников производства электроэнергии (уголь и газ) и возобновляемых (солнце и ветер) в мегарегионе Сибирь предлагается провести согласно параметру экологичности. Параметр экологичность предполагает оценку воздействия на состояние окружающей среды, здоровья населения и изменения климата в результате производства электроэнергии в Сибири. Сначала фиксируются текущие преимущества и недостатки того или иного источника выработки электроэнергии. Затем рассмотрение воздействия Новой промышленной революции и цифровой экономики дает возможность определить дополнительные потенциальные эффекты, которые усиливают или элиминируют текущие выгоды и издержки использования традиционных и возобновляемых источников энергии.

Для проведения комплексного анализа нами использовались более 15 специализированных баз данных по региональной статистике Сибири, правительственные документы и годовые отчеты энергокомпаний, которые указывают на предназначение выработки и эффекты использования электроэнергии в регионе за последние десять лет. В дополнение наших главных источников и для усиления аргументации мы провели комплексный обзор современной научной литературы согласно экологическим проблемам развития энергетики Сибири.

Цель статьи состоит не в определении выигравших и проигравших в результате сравнительного анализа согласно параметру экологичности, а в выявлении новых факторов оценки перспективных источников энергии. Сравнение текущих лидеров в Сибири – угольной и газовой генерации – и претендующих на первенство быстрорастущих солнечной и ветровой генерации позволяет лучше понять современные критерии экономической оценки источников энергии в условиях новых глобальных тенденций – Новой индустриальной революции и изменения климата.

### *Результаты*

Используя актуальные данные статистики и аналитической информации, а также современные достижения научно-теоретической мысли, предлагаемый общеметодологический подход позволяет определить важные факторы оценки наиболее перспективных источников энергии в Сибири и раскрыть следующие положения.

Во-первых, императив рассмотрения Сибири как мегарегиона при учете экологических факторов в оценке перспектив того или иного источника энергии. Принятое административно-территориальное деление дробит интегрированную картину Сибири, ее рассматривают фрагментарно или одномерно, что искажает оценки экологических эффектов в решении энергетических проблем. Так, например, административное деление Центральной экологической зоны (ЦЭЗ) оз. Байкал на две части – Республику Бурятия и Иркутскую область – привело к росту выброса загрязняющих веществ и золошлакоотвалов, так как тарифы на электроэнергию в Бурятской части ЦЭЗ почти в 4 раза выше, чем в Иркутской, и появилось множество (более 100) мелких частных котельных, бесконтрольно сжигающих дрова и уголь [4, 5].

Во-вторых, Сибирь выступает важным реципиентом загрязнения окружающей среды и агентом изменения климата, так как неразрывно связана с Арктикой посредством общего природно-климатического ландшафта (тайга, сибирские реки и др.) и энергетического потенциала (г. Воркута с угольными шахтами, береговые и морские ветрогенераторы на Камчатке и др.). Энергетический профиль Сибири, в котором добывается более 90 % угля и газа и около 70 % нефти в России, предопределяет высокую долю углеводородов в обеспечении экономики региона [6]. Для сравнения, в Сибири 38 % электроэнергии произведено благодаря угольным электростанциям, а для России в целом этот показатель составил всего 14 % в 2017 г. Известно, что сжигание угля является крупным эмитентом вредных выбросов  $\text{NO}_2$  и  $\text{SO}_2$ , мелкодисперсных частиц диаметром 2,5 и 10 мкм (PM 2.5 и PM 10). По данным комиссии «Ланцет» по загрязнению и здоровью, ежегодно 8 тыс. человек в мире умирает из-за респираторных заболеваний и преждевременной смерти в результате загрязнения воздуха от сжигания угля [7]. По оценкам Организации экономического сотрудничества и развития (ОЭСР), экономические издержки для России вследствие ле-

тальности из-за загрязнения окружающего воздуха составляют 447 658 млн долл., или 12,5 % ВВП в 2015 г.<sup>1</sup> (таблица).

Издержки преждевременной смерти в результате загрязнения  
для экономик стран БРИКС и ОЭСР, 2015 г. [8]

Страны	В долларах США (в ценах 2015 г.), млн	В процентах к ВВП
Страны БРИКС		
Бразилия	98 551	3,1
Китай	1 507 189	7,9
Индия	803 538	10,6
Индонезия	96 415	3,5
Россия	447 658	12,5
Южная Африка	37 314	5,2
Страны ОЭСР		
Канада	29 277	1,8
Дания	8 872	3,3
Франция	75 533	2,9
Германия	178 558	4,6
Япония	207 795	4,4
Великобритания	106 594	3,9
США	431 598	2,4

Возобновляемые источники энергии призваны улучшить экологическую обстановку в регионе, но, прежде всего, требуется масштабная модернизация традиционной энергетики [9].

В-третьих, искажение оценок экологических параметров связано с отсутствием консенсуса в российском обществе относительно проблем загрязнения окружающей среды и изменения климата. Известные российские ученые подвергают сомнению антропоцентричную причину изменений климата, например, академик О. Н. Фаворский утверждает, что «климат связан с парами воды (до 60 % лучистого теплообмена "Космос – Земля"), а не углекислого газа (всего 4 %)» и «...говорить о том, что человек влияет на климат через CO<sub>2</sub> – это обман» [10]. Напротив, президент Национальной академии наук США М. McNutt в многочисленных публикациях показывает наличие «обратной связи» в виде нагревания Мирового океана и образования водяного пара, который следует рассматривать как производную от потепления поверхности Земли, а первопричиной изменения климата выступает долгосрочное накопление CO<sub>2</sub> [11].

<sup>1</sup> Стоит с осторожностью интерпретировать экономические оценки степени воздействия загрязнения окружающей среды. Полученные оценки могут отличаться в несколько раз не только благодаря применению разных методик расчета, но за счет использования разных статистических баз данных (например, ОЭСР, ООН, МВФ, Росстат и др.) и разных показателей (в текущих, постоянных, по ППС ценах).

Такая поляризация и распространение скепсиса в обществе стали факторами энергетической политики. В работе [12] указывается, что выражение сомнений является главной целью ряда исследований, сделанных по заказу ведущих энергетических компаний, которые переняли опыт известной Табачной кампании 1969 г. в США и стали использовать недоверие как инструмент конкурентной борьбы с массивом нежелательных фактов и сведений. Например, энергокомпания Exxon начиная с 1970-х гг. выдает щедрые гранты и финансирует научные исследования, экспедиции в Арктику и Антарктику с целью доказать высокую степень неопределенности и наличие множества неучтенных факторов при прогнозировании процессов изменения климата и загрязнения окружающей среды. Как отмечено в работе [13], другие энергокомпании также взяли на вооружение принцип: «лучший способ борьбы с движением – это его возглавить», финансируя различные исследования, публикации, конференции с провозглашением критического подхода к изучению влияния энергетики на состояние климата и экологии. По мнению J. Farrell [13], скептицизм размывает восприятие обществом экологических и климатических угроз и девальвирует радикальное превосходство возобновляемой энергии перед традиционными углеводородами.

Общественная оценка последствий использования традиционных и возобновляемых источников энергии сопряжена с пролонгированным постепенным действием небольших по объему эффектов на здоровье население, состояние окружающей среды и изменение климата, которые в совокупности со временем могут принести внезапный и очень крупный негативный ущерб социуму. Апатия общества объясняется, по мнению влиятельного ученого D. Gilbert из Гарвардского университета, тем, что ущерб здоровью, окружающей среде и климату не представляется чем-то умышленным, аморальным, неотвратимым или мгновенным. Дискуссии и формирование взвешенной позиции будут продолжаться до тех пор, пока использование «грязных» источников энергии не станет тождественно по эмоциональной окраске, согласно теории D. Gilbert, «поеданию домашних питомцев», не станет причиной ухудшения здоровья, деградации окружающей среды и изменения климата.

Новая индустриализация и цифровизация позволяют кардинально улучшить экологию и снизить эмиссию парниковых газов, исходящих от традиционных источников [14]. Согласно совместному исследованию американских компаний GE и Intel, применение в глобальном масштабе небольшого числа цифровых предложений (менее 1 % от рынка) позволит снизить эмиссии CO<sub>2</sub> на 823 млн т (2,5 % объема выбросов в мире в 2016 г.). Автоматизация опасных и вредных процессов минимизирует участие людей в добыче ископаемого топлива. Например, беспилотная техника и удаленные телекоммуникации используются при открытой добыче угля в Австралии и Китае, последний еще поставил цель к 2030 г. достичь 100 % роботизации закрытой добычи угля в шахтах [15]. Интеллектуальные системы способны помочь и возобновляемым источникам энергии (ВИЭ) для снижения экологического ущерба за счет, например, ус-

тановки камер на ветроустановках (при появлении птиц вращение менее чем за 30 с останавливается) [16].

### **Заключение**

По параметру экологичности превосходство возобновляемой энергии перед угольной и газовой генерацией в Сибири элиминируется из-за искусственной демаркации проблем экологии и климата и распространения скепсиса в российском обществе относительно генезиса этих проблем.

Два новых тренда – Новая промышленная революция и цифровизация энергетики – способны обострить конкуренцию между источниками выработки электроэнергии Сибири, усилить одни факторы и одновременно элиминировать другие. Угольная и газовая генерации получают шанс удержать свои лидерские позиции за счет дешевизны топлива и улучшения экологических характеристик. Одновременно и для возобновляемой энергетики открываются возможности, чтобы стать определяющим источником электроэнергии благодаря решению проблем с промышленными аккумуляторами и сетевыми издержками.

Пока «чистый уголь» остается оксюмороном, а претензия возобновляемой энергетики на 100 %-ное доминирование выглядит как мифотворчество в Сибири. Электроэнергетика может позволить себе многое с точки зрения ресурсов инфраструктуры, цен, рабочей силы и экологии в этом мегарегионе. Главной становится долгосрочная цель выработки электроэнергии в мегарегионе Сибирь, что во многом предопределяет значимость экологических параметров сравнительной оценки.

*Исследование реализуется в рамках выполнения проекта «Построение основных модельно-методических компонент программного продукта, реализующего развитие нормативных моделей пространственного развития», блок-проекта «Подходы к разработке стратегий и программ социально-экономического развития сибирских регионов ресурсного типа с экстремальными природно-климатическими условиями» Комплексной программы фундаментальных научных исследований СО РАН II.1.*

### **БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**

1. Моисеев Н. И. Избранные труды. В 2-х т. Т. 2. Междисциплинарные исследования глобальных проблем. Публицистика и общественные проблемы. – М. : Тайдекс Ко. 2003. – 264 с.
2. Gore Al. Earth in the balance: ecology and the human spirit. – N.Y. : A Plume Book, 1993.
3. Сибирь как мегарегион: параметры и цели / под ред. В. И Супруна. – Новосибирск : ФСПИ «Тренды», 2018. – 192 с.
4. Россия в Евразийской электроэнергетической интеграции / О. Марченко, С. Подкопальников, В. Савельев, С. Соломин, Л. Чудинова // Мировая экономика и международные отношения. – 2018. – Т. 62, № 6. – С. 18–29.
5. Перспективы развития экономики Республики Бурятия / А. О. Баранов, З. Б.-Д. Дондоков, В. Н. Павлов, В. И. Суслов // ЭКО. – 2018. – № 10. – С. 77–95.

6. Kryukov V. Energy and natural resources // Russia: Strategy, Policy and Administration / Ed.: I. Studin. – Basingstoke : Palgrave Macmillan UK, 2018. Ch. 19. – Pp. 205–215.
7. Lancet Commission on Health and Climate Change. October 19, 2017. [Electronic resource]. – Mode of access: [http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736\(17\)32345-0](http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736(17)32345-0) (дата обращения 12.03.2019).
8. Roy R., Braathen N. The rising Cost of ambient air pollution thus far in the 21<sup>st</sup> century: results from the BRICS and the OECD countries // OECD Environment working papers. – 2017. – No. 124 – Paris : OECD Publishing.
9. Порфирьев Б. Н. «Зеленый» фактор экономического роста в мире и в России // Проблемы прогнозирования. – 2018. – № 5. – С. 3–12.
10. Большое интервью с академиком Фаворским О. об энергетике [Электронный ресурс] // Портал по энергосбережению «Энергосовет». – 2018. – Режим доступа: <http://www.energosoвет.ru/news.php?zag=1522673166> (дата обращения 12.03.2019).
11. McNutt M. Climate Change Impacts // Science. – 2013. – Vol. 341. – Issue 6145. – 435 p.
12. Oreskes N., Conway E. Merchants of Doubt: How a Handful of Scientists Obscured the Truth on Issues from Tobacco Smoke to Global Warning. – N.Y. : Bloomsbury Press, 2010. – 355 p.
13. Farrell J. Corporate Funding and Ideological Polarization about Climate Change // Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America. – January 5, 2016. – Pp. 92–97.
14. IEA. Digitalization & Energy. – Paris : OECD Publishing, 2017. [Electronic resource]. – Mode of access : <https://doi.org/10.1787/9789264286276-en> (дата обращения 12.03.2019).
15. Victor D. G., Yanosek K. The next energy revolution // Foreign Affairs. – 2017. – Vol. 96, No. 4. – Pp. 124–131.
16. Птицы и ветроэнергетика // Наука и жизнь. – 2018. – № 11. – С. 42.

Получено 05.06.2019

© В. И. Суслов, Н. В. Горбачева, 2019

## ECOLOGICAL PARAMETER OF COMPARATIVE ANALYSIS OF SIBERIAN ELECTRIC POWER INDUSTRY

### *Victor I. Suslov*

The Institute of Economics and Industrial Engineering of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, 17, Academician Lavrentyev Avenue, Novosibirsk, 630090, Russia, Corresponding Member of the RAS, D. Sc., Head of Laboratory, phone: (383)330-25-49, e-mail: [suslov@ieie.nsc.ru](mailto:suslov@ieie.nsc.ru)

### *Natalya V. Gorbacheva*

The Institute of Economics and Industrial Engineering of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, 17, Academician Lavrentyev Avenue, Novosibirsk, 630090, Russia, Ph. D., Senior Research, phone: (383)330-80-55, e-mail: [Nata\\_lis@mail.ru](mailto:Nata_lis@mail.ru)

The dilemma of energy choice in a country that has embarked on the implementation of the Spatial Development Strategy is especially relevant for Siberia, which possesses significant resources of hydro carbons and potential of renewable sources of energy (water, wind, sun, biomass). For the last 10 years the biggest growth of energy consumption is being observed in here, which is still being satisfied for 38 % by coal generation, the average age of which is 34–36 years. The urge

of Russia to enter the trend of New industrialization and digitalization, and also to adopt to climate changes, encourages faster implementation of renewable energy, which is still expensive, and requires developed infrastructure. Interdisciplinary analysis of energy choice alternatives for Siberia is necessary for efficient response of Russia for global challenges.

The aim of this article is to compare traditional and renewable power sources in Siberia from the viewpoint of their ecological properties. The results of the conducted comparative analysis demonstrate high level of environment pollution in Siberia due to the use of hydrocarbons. With that the superiority of ecological characteristics of renewable energy is eliminated because of artificial demarcation of ecological and climate problems and spreading skepticism in Russian society in relation to the genesis of these problems on important parameter of choosing the energy sources – ecological property of power sources. A lot of things in Siberia are possible from the viewpoint of resources and ecology. The main thing becomes the long-term goal of producing energy in this mega-region Siberia, which in many ways predetermines the significance of ecological parameters of comparative estimation of perspective power sources.

**Key words:** Siberia, electroengineering, fuel, renewable sources, ecology, climate changes, social perception.

## REFERENCES

1. Moiseev, N. I. (2003). *Izbrannyye trudy: T. 2, Mezhdisciplinarnyye issledovaniya global'nyh problem. Publicistika i obshchestvennyye problemy* [Selected works: Vol. 2, Interdisciplinary research of global problems. Publicism and social issues]. Moscow: Tajdeks Ko Publ., 264 p. [in Russian].
2. Gore, Al. (1993). *Earth in the balance: ecology and the human spirit*. N.Y.: A Plume Book.
3. Suprun V. I. (Ed.). (2018). *Sibir' kak megaregion: parametry i celi* [Siberia as a megaregion: parameters and goals]. Novosibirsk: FSPI "Trendy" Publ., 192 p. [in Russian].
4. Marchenko, O., Savel'yev, V., Podkoval'nikov, S., Solomin, S., & Chudinova, L. (2018). *Russia in Eurasian Electric Power Integration. Mirovaya ekonomika i mezhdunarodnyye otnosheniya* [World Economy and International Relations], 62(6), 18–29 [in Russian].
5. Baranov, A. O., Dondokov, Z.B.-D., Pavlov, V. N., & Suslov, V. I. (2018). *Prospects for the Development of the Economy of the Republic of Buryatia. ECO* [ECO Journal], 10, 77–96 [in Russian].
6. Kryukov, V. (2018). *Energy and natural resources. In Russia: Strategy, Policy and Administration: Ch. 19 (pp. 205–215)*. I. Studin (Ed.). Basingstoke Palgrave Macmillan UK.
7. Lancet Commission on Health and Climate Change. (October 19, 2017). Retrieved from [http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736\(17\)32345-0](http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736(17)32345-0).
8. Roy, R., & Braathen, N. (2017). *The rising Cost of ambient air pollution thus far in the 21st century: results from the BRICS and the OECD countries. OECD Environment working papers: No. 124*. Paris: OECD Publ.
9. Porfiriev, B. N. (2018). *"Green" factor of economic growth in the world and in Russia Problemy prognozirovaniya* [Forecasting problems], 5, 3–12 [in Russian].
10. *Big interview with Academician Favorsky O. about energy. (2018). In Energy saving portal "Energy Council"*. Retrieved from <http://www.energsovet.ru/news.php?zag=1522673166> [in Russian].
11. McNutt, M. (2013). *Climate change impacts. Science*, 341(6145), 435 p.
12. Oreskes, N., & Conway, E. (2010). *Merchants of Doubt: How a Handful of Scientists Obscured the Truth on Issues from Tobacco Smoke to Global Warming*. N.Y.: Bloomsbury Press, 355 p.
13. Farrell, J. (2016). *Corporate Funding and Ideological Polarization about Climate Change. In Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America (pp. 92–97)*.



14. IEA. Digitalization & Energy. (2017). Paris: OECD Publ. Retrieved from <https://doi.org/10.1787/9789264286276-en>.
15. Victor, D. G., & Yanosek, K. (2017). The next energy revolution. *Foreign Affairs*, 96(4), 124–131.
16. Birds and wind power. (2018). *Nauka i zhizn'* [Science and Life], 11, P. 42 [in Russian].

Received 05.06.2019

© *V. I. Suslov, N. V. Gorbacheva, 2019*