

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ И СКОРОСТИ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ПЕРЕХОДА СТРАН ШАНХАЙСКОЙ ОРГАНИЗАЦИИ СОТРУДНИЧЕСТВА

Ан. А. КОРОЛЁВА¹⁾, Ар. А. КОРОЛЁВА¹⁾

¹⁾Белорусский государственный университет, пр. Независимости, 4, 220030, г. Минск, Беларусь

Аннотация. Рассматривается энергоэффективность, которая оказывает значительное положительное влияние на экономический рост благодаря экономии энергии. Отмечается, что экспорт сэкономленных энергоресурсов в энергоизбыточных странах увеличивает ВВП на столько, сколько страна потратила бы на энергию при неэкономном потреблении, а в энергонедостаточных странах экономия энергии позволяет снижать импорт энергоносителей, что также ведет к увеличению ВВП. Исследуется энергоэффективность стран Шанхайской организации сотрудничества, их динамика повышения энергоэффективности и скорость энергетического перехода.

Ключевые слова: экономический рост; энергоэффективность; энергоемкость; энергопотребление; электропотребление; энергетический переход; зеленый переход; возобновляемые источники энергии; Шанхайская организация сотрудничества; ШОС.

COMPARATIVE ANALYSIS OF ENERGY EFFICIENCY AND THE SPEED OF ENERGY TRANSITION IN THE SHANGHAI COOPERATION ORGANISATION COUNTRIES

An. A. KOROLEVA^a, Ar. A. KOROLEVA^a

^aBelarusian State University, 4 Niezaliezhnasci Avenue, Minsk 220030, Belarus

Corresponding author: An. A. Koroleva (koroleva@bsu.by)

Abstract. This paper examines energy efficiency, which has a significant positive impact on economic growth due to energy conservation. It is noted that the export of saved energy resources in energy-surplus countries increases gross domestic product by as much as the country would have spent on energy if it had consumed less efficiently, while in energy-deficient countries, energy conservation allows for a reduction in energy imports, which also leads to an increase in gross domestic product. The paper examines the energy efficiency of the Shanghai Cooperation Organisation countries, their dynamics of energy efficiency improvements, and the speed of the energy transition.

Keywords: economic growth; energy efficiency; energy intensity; energy consumption; electricity consumption; energy transition; green transition; renewable energy sources; Shanghai Cooperation Organisation.

Образец цитирования:

Королёва Ана, Королёва АрА. Сравнительный анализ энергоэффективности и скорости энергетического перехода стран Шанхайской организации сотрудничества. *Журнал Белорусского государственного университета. Экономика.* 2026; 1:114–130.
EDN: VPMRLA

For citation:

Koroleva AnA, Koroleva ArA. Comparative analysis of energy efficiency and the speed of energy transition in the Shanghai Cooperation Organisation countries. *Journal of the Belarusian State University. Economics.* 2026;1:114–130. Russian.
EDN: VPMRLA

Авторы:

Анна Анатольевна Королёва – доктор экономических наук, доцент; декан экономического факультета.
Арина Александровна Королёва – аспирантка кафедры экономической безопасности экономического факультета. Научный руководитель – доктор экономических наук, профессор Т. Г. Зорина.

Authors:

Anna A. Koroleva, doctor of science (economics), docent; dean of the faculty of economics.
koroleva@bsu.by
<https://orcid.org/0000-0002-2486-4749>
Ariana A. Koroleva, postgraduate student at the department of economic security, faculty of economics.
ariana.koroleva.657@gmail.com

Введение

Целью настоящей статьи является сравнительное исследование энергоэффективности стран Шанхайской организации сотрудничества (ШОС), их динамики повышения энергоэффективности и скорости энергетического перехода в первой четверти XXI в. Следует отметить, что вопросы энергоэффективности национальных экономик, по-видимому, впервые были поставлены в работах [1–3] и позже стали объектом многих исследований, а также государственных и региональных программ¹ [4–6]. Энергоэффективность белорусской экономики в период до 2015 г. рассматривается в специальной монографии [5]. С энергоэффективностью и снижением затрат на ископаемое топливо связана вторая актуальная проблема – проблема энергетического (зеленого) перехода, под которым понимается замещение в энергопроизводстве угля, нефти и газа возобновляемыми источниками энергии (ВИЭ), такими как солнечная, ветровая, геотермальная энергия, или близкими к ним видами энергии (биоэнергия, гидроэнергия, атомная энергия). Энергетический переход – модная тема, которая изучается во многих работах² [6].

Научный интерес к энергоэффективности вызван значительным положительным влиянием этого фактора на экономический рост, проявляющимся в экономии энергии. Экспорт сэкономленных энергоресурсов, в свою очередь, увеличивает ВВП на столько, сколько страна потратила бы на энергию при неэкономном потреблении, а в энергонедостаточных странах экономия энергии позволяет снизить импорт энергоносителей, что также увеличивает ВВП. Различные модели роста ВВП на основе производственных функций с учетом дополнительного энергетического фактора предложены сотрудниками Центра перспективных исследований и международной информации (обзор этих моделей и их применение к странам Евразийского экономического союза (ЕАЭС) представлены в работе [7]). Работники Научно-исследовательского института «Высшая школа экономики» [8] провели сравнительный анализ энергоэффективности многих стран и ее влияния на рост ВВП, а также обзор тематических работ, опубликованных до 2013 г. В Пермском государственном национальном исследовательском университете [9] построена модель множественной регрессии роста ВВП для 115 стран с учетом потребления энергии, а в Центре энергоэффективности – XXI век [10] подготовлен обзор зарубежных работ, посвященных выявлению статистических связей между энергопотреблением и ростом ВВП. Наконец, в работе [11] на основе долгосрочных данных по странам разных регионов проведен анализ связи роста и потребления энергии в подушевом измерении, в частности на основе исторических данных показано, что снижение энергоемкости (повышение энергоэффективности) ВВП на 0,5–0,8 % обеспечивает рост ВВП на душу населения на 1,0 %. Таким образом, инвестиции в энергоэффективность являются необходимым условием для устойчивого экономического роста стран и обеспечения их энергетической безопасности.

Обоснуем, почему для анализа выбраны страны ШОС. Во-первых, работ, посвященных энергоэффективности стран ШОС, немного [12–14]. Во-вторых, страны ШОС взаимодополняемы в сфере энергетики: Россия и Казахстан являются важными поставщиками энергоносителей, а Китай и Индия выступают их главными импортерами.

Страны ШОС являются крупнейшими в мире производителями электроэнергии на солнечных и ветровых станциях, а также лидерами в производстве атомной энергии и использовании гидростанций. Эти государства создают и потребляют примерно половину мировой энергии (рис. 1), а доля их

¹О государственной программе «Устойчивая энергетика и энергоэффективность» на 2026–2030 годы : постановление Совета Министров Респ. Беларусь, 31 дек. 2025 г., № 819 // Совет Министров Республики Беларусь : сайт. URL: <https://government.by/sites/default/files/resolution/2026-01/819.pdf> (дата обращения: 18.03.2026) ; Energy efficiency initiative. Energy policy analysis / OECD, Intern. Energy Agency. [S. l.] : OECD, 1997. V. 1. 193 p. ; V. 2. 480 p. ; Energy indicators for sustainable development: guidelines and methodologies / IAEA. Vienna : [s. n.], 2005. 171 p. ; Энергетическая стратегия Российской Федерации на период до 2050 года : распоряжение Правительства Рос. Федерации, 12 апр. 2025 г., № 908-р // Информ.-правовой портал «Гарант.ру». URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/411766542/?ysclid=mpzn3n9p9i410438352> (дата обращения: 18.03.2026) ; Good practice in energy efficiency. For a sustainable, safer and more competitive Europe // European Commission : website. URL: https://energy.ec.europa.eu/publications/good-practice-energy-efficiency-sustainable-safer-and-more-competitive-europe_en (date of access: 20.03.2026) ; 2025 International energy efficiency scorecard / M. Jasmine [et al.] // ACEEE : website. URL: <https://www.aceee.org/research-report/i2502> (date of access: 20.03.2026) ; Accelerating energy efficiency initiative and opportunities in Eastern Europe, Caucasus and Central Asia / Centre for Energy Efficiency // Copenhagen Centre on Energy Efficiency : website. URL: https://c2e2.unepccc.org/kms_object/accelerating-energy-efficiency-initiatives-and-opportunities-eastern-europe-the-caucasus-and-central-asia-english-version/ (date of access: 20.03.2026) ; Energy efficiency 2025 // International Energy Agency : website. URL: <https://www.iea.org/reports/energy-efficiency-2025> (date of access: 23.03.2026) ; Fostering effective energy transition 2025 : insight report / World Economic Forum, Accenture // World Economic Forum : website. URL: https://reports.weforum.org/docs/WEF_Fostering_Effective_Energy_Transition_2025.pdf (date of access: 20.03.2026).

²Fostering effective energy transition 2025 : insight report / World Economic Forum, Accenture // World Economic Forum : website. URL: https://reports.weforum.org/docs/WEF_Fostering_Effective_Energy_Transition_2025.pdf (date of access: 20.03.2026).

возобновляемой электрогенерации в структуре мировой электрогенерации достигла 50 %. Они производят 44 % мировой гидроэнергии, 55 % солнечной энергии и 52 % ветровой энергии. Следовательно, не Европейский союз (ЕС), а ШОС является флагманом энергетического перехода, и Китай, как лидер ШОС, формирует новый облик мировой энергетики. В то же время страны ШОС, несмотря на стремительное повышение энергоэффективности, пока уступают по этому показателю ЕС и США.

Согласно Хартии ШОС 2002 г. одной из целей организации выступает поощрение регионального сотрудничества в энергетической области. Эта цель позднее получила развитие в Стратегии энергетического сотрудничества стран – членов ШОС на период до 2030 года (утверждена в 2024 г. в Астане), в которой подчеркнута необходимость совершенствования трансграничной энергетической инфраструктуры и усиления энергетической безопасности стран ШОС. В 2025 г. на Тяньцзинском саммите ШОС эта стратегия была дополнена дорожной картой, в которой перечислены совместные проекты стран ШОС в области добычи, транспортировки и потребления энергоресурсов, включая освоение возобновляемой энергетики.

Настоящая статья дополняет существующие исследования, посвященные анализу энергоэффективности и ее влияния на рост ВВП. Во-первых, в рамках данного исследования на основе международной статистики разработаны рейтинговые модели анализа динамики энергоэффективности в XXI в. Модели по нескольким шкалированным индикаторам позволяют осуществлять мониторинг энергопотребления и сравнивать данные по разным странам ШОС. Во-вторых, построены эконометрические модели зависимости роста ВВП по паритету покупательной способности (ППС) от энергоэффективности. Намечены пути построения новых математических моделей (в частности, трендовых, факторных, панельных моделей) для прогнозирования энергопотребления стран в долгосрочной перспективе. В-третьих, на примере ШОС исследовано влияние интернационализации энергосистем, возникающих из-за избытка энергоресурсов в одних странах и их дефицита в других, внутри дружественных интеграционных объединений, а также стимулирующее покрытие пиковых потреблений партнерами организации из других часовых поясов. В совокупности результаты данного исследования позволяют создать математический инструмент оценки, в том числе прогнозной оценки, энергоэффективности и энергопотребления, его влияния на энергетическую безопасность страны и на экспорт (импорт) энергии (частично результаты опубликованы в работе [11]).

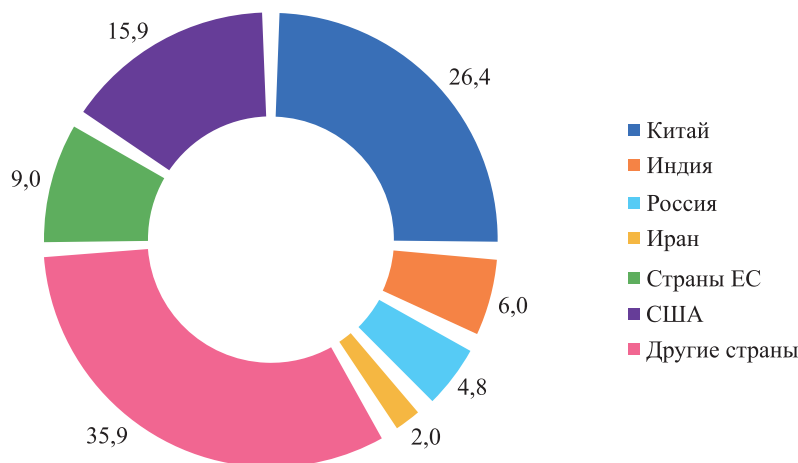


Рис 1. Структура мирового энергопотребления в 2024 г., %.
Источник: Energy Institute : website. URL: <https://energyinst.org/>
(date of access: 23.03.2026)

Fig. 1. The structure of global energy consumption in 2024, %.
Source: Energy Institute : website. URL: <https://energyinst.org/>
(date of access: 23.03.2026)

Материалы и методы исследования

Все результаты опираются на международную статистику, опубликованную в разделе «Энергия» сайта Всемирного банка (ВБ) (data.worldbank.org), в разделах «Энергия и окружающая среда» и «Энергетический баланс» базы данных для ученых TheGlobalEconomy.com (theglobaleconomy.com), в базе данных Международного энергетического агентства (МЭА) (iea.org), а также в национальных источниках. Используются калькуляторы расчета среднегодового темпа роста (a2-finance.com), калькулятор дисперсии

(*calculator-online.net*), калькулятор инфляции доллара (*calculator.net*) и калькулятор линейной регрессии (*calculators.vip*). Кроме того, привлечены рейтинг Американского совета по энергоэффективной экономике (ACEEE)³ и индекс транзитивного перехода (*energy transition index*, ETI) Всемирного экономического форума⁴, а также данные Копенгагенского центра по энергоэффективности⁵.

Важным методологическим моментом при измерении энергоэффективности является выбор индикаторов. Эти индикаторы анализировали сотрудники Организации экономического сотрудничества и развития и МЭА⁶, Европейской комиссии по энергетике⁷, Копенгагенского центра по энергоэффективности⁸. Также они используются в рейтинге ACEEE⁹ и в рейтинге Всемирного экономического форума¹⁰.

В данной статье индикаторы энергоэффективности разбиты на три кластера. Первый кластер составляют национальные индикаторы:

- 1) количество первично потребляемой в стране энергии (*energy use*, EU) в тоннах нефтяного эквивалента (н. э.);
- 2) энергоэффективность как объем ВВП по ППС в международных долларах 2021 г.¹¹, произведенный из 1 кг н. э., т. е. отношение ВВП к EU;
- 3) среднегодовое изменение энергоэффективности за определенный период (скорость повышения энергоэффективности);
- 4) энергоемкость (*energy intensity*, EI) – обратная к энергоэффективности величина, означающая потребность в энергии на 1 долл.¹² ВВП по ППС 2015 г.;
- 5) количество потребляемой энергии на душу населения (*energy use per capita*, EU_{pc}) или количество потребляемой электроэнергии на душу населения (*electric power consumption per capita*, EPC_{pc});
- 6) эластичность прироста потребления энергии в стране, равная отношению $\Delta \ln E$ к $\Delta \ln GDP$ (среднемировое значение составляет 0,7–0,9 % на 1,0 % ВВП).

Второй кластер включает отраслевые индикаторы. В настоящем исследовании к ним отнесена энергоемкость как расход топлива в различных отраслях (жилье, промышленность, транспорт, сельское хозяйство, услуги).

Третий кластер составляют транзитивные индикаторы, которые отражают энергетический переход:

- 1) доля ископаемых источников энергии в производстве и (или) потреблении энергии;
- 2) доля неископаемых источников энергии (солнечная, ветровая, геотермальная энергия), а также атомной энергии, гидроэнергии и биоэнергии.

Для анализа энергоэффективности стран ШОС использована модель конвергенции, измеряющая сближение стран как дисперсию от среднего по членам объединения (об этом подробнее см. [7; 14]). Дисперсия рассчитывалась на калькуляторе (*calculator-online.net*) по формуле

$$\sigma^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - x_{cp})^2}{n},$$

где x_{cp} – средняя энергоэффективность стран ШОС.

³2025 International energy efficiency scorecard / M. Jasmine [et al.] // ACEEE : website. URL: <https://www.aceee.org/research-report/i2502> (date of access: 20.03.2026).

⁴Fostering effective energy transition 2025 : insight report / World Economic Forum, Accenture // World Economic Forum : website. URL: https://reports.weforum.org/docs/WEF_Fostering_Effective_Energy_Transition_2025.pdf (date of access: 20.03.2026).

⁵Accelerating energy efficiency initiative and opportunities in Eastern Europe, Caucasus and Central Asia / Centre for Energy Efficiency // Copenhagen Centre on Energy Efficiency : website. URL: https://c2e2.unepccc.org/kms_object/accelerating-energy-efficiency-initiatives-and-opportunities-eastern-europe-the-caucasus-and-central-asia-english-version/ (date of access: 20.03.2026).

⁶Energy efficiency initiative. Energy policy analysis / OECD, Intern. Energy Agency. [S. l.] : OECD, 1997. V. 1. 193 p. ; V. 2. 480 p.

⁷Good practice in energy efficiency. For a sustainable, safer and more competitive Europe // European Commission : website. URL: https://energy.ec.europa.eu/publications/good-practice-energy-efficiency-sustainable-safer-and-more-competitive-europe_en (date of access: 20.03.2026).

⁸Accelerating energy efficiency initiative and opportunities in Eastern Europe, Caucasus and Central Asia / Centre for Energy Efficiency // Copenhagen Centre on Energy Efficiency : website. URL: https://c2e2.unepccc.org/kms_object/accelerating-energy-efficiency-initiatives-and-opportunities-eastern-europe-the-caucasus-and-central-asia-english-version/ (date of access: 20.03.2026).

⁹2025 International energy efficiency scorecard / M. Jasmine [et al.] // ACEEE : website. URL: <https://www.aceee.org/research-report/i2502> (date of access: 20.03.2026).

¹⁰Fostering effective energy transition 2025 : insight report / World Economic Forum, Accenture // World Economic Forum : website. URL: https://reports.weforum.org/docs/WEF_Fostering_Effective_Energy_Transition_2025.pdf (date of access: 20.03.2026).

¹¹Международный доллар – это гипотетическая величина, которая имеет в каждой стране такую же покупательскую способность, какую доллар имеет в США. В настоящей статье используются доллары 2015 и 2021 гг., для их перевода в текущие доллары 2025 г. необходимо умножить энергоэффективность на инфляцию в США, т. е. на 1,36 или 1,19 соответственно.

¹²Здесь и далее, если не указано иное, подразумеваются доллары США.

Далее модель конвергенции в евклидовой метрике была заменена на модель конвергенции в модифицированной метрике Минковского

$$\frac{\sum_{i=1}^n \max\{0, x_{\text{etalon}} - x_i\}}{n^x},$$

где n^x – число значений индикатора $x_i < x_{\text{etalon}}$.

Средняя энергоэффективность стран ШОС заменена на эталонную (средняя энергоэффективность стран ЕС), которая в 2000 г. оказалась равна 11,7 постоянного доллара 2021 г., а в 2023 г. составляла 19,4 постоянного доллара 2021 г. Таким образом модель догоняющей конвергенции представляет собой сумму недостижений эталона. Модель догоняющей конвергенции показывает скорость сближения стран ШОС со странами ЕС по энергоэффективности.

При изучении энергоэффективности стран и оценке скорости зеленого перехода широко используются различные рейтинги – от простых рейтингов (место страны определяется по одному индикатору) до композитных рейтингов, агрегирующих в сводные рейтинговые индексы несколько индикаторов (об этом подробнее см. [17]). Методики присвоения рейтинга стандартны. Каждый показатель переводится в столбальную шкалу по формуле

$$100 \cdot \left(\frac{\text{показатель страны} - \text{минимальное значение}}{\text{максимальное значение} - \text{минимальное значение}} \right), \quad (1)$$

где для каждой страны указываются минимальное и максимальное значения показателя.

Известность в мире получил рейтинг энергоэффективности АСЕЕЕ, основанный на четырех субиндексах: 1) национальной энергоэффективности (нормативы, стандарты, меры стимулирования); 2) расходе энергии в строительстве (эффективность отопления, охлаждения, освещения); 3) расходе энергии в промышленности (энергопотребление в производстве); 4) расходе энергии в транспортной отрасли (расход топлива, использование общественного транспорта и электромобилей). В 2025 г. 1-е место в данном рейтинге заняли США. ШОС в рейтинге представляют Китай (5-е место), Индия (15-е место) и Россия (15-е место).

Популярен также индекс энергетического перехода (ЕТИ) Всемирного экономического форума¹³, измеряющий энергоэффективность страны и ее готовность к зеленому переходу (степень использования ВИЭ). Напомним, что энергетический переход – это замена традиционных ископаемых источников энергии (уголь, нефть, газ) на альтернативные ВИЭ (солнечная, ветровая, геотермальная энергия), а также гидроэнергию, биоэнергию (биомасса, биотопливо и биогаз) и атомную энергию (об этом подробнее см. [27]). Заметим, что согласно установившейся практике мы употребляем термин ВИЭ в узком смысле (солнечная, ветровая, геотермальная, морская энергия). В английском языке ВИЭ обозначают как «renewable energy sources», или «RES», а также как «variable renewable energy» (энергия с переменным режимом генерации), или «VRE». Использование энергии с переменным режимом генерации означает непостоянство, которое создает вызовы для стабильности энергоснабжения и, как правило, требует закупки накопителей энергии. В широком смысле ВИЭ включает, кроме солнечной, ветровой, геотермальной энергии, еще и гидроэнергию, биоэнергию и атомную энергию.

В 2025 г. наибольшее высокий индекс ЕТИ имели Швеция (77,5 балла), Финляндия (71,8 балла) и Дания (71,6 балла). В рейтинг энергетического перехода также вошли страны ШОС, такие как Китай (12-е место), Индия (71-е место), Кыргызстан (78-е место), Казахстан (94-е место), Таджикистан (95-е место), Пакистан (101-е место), Иран (102-е место)¹⁴.

Рейтинговый индекс ЕТИ рассчитывается после шкалирования по формуле (1) следующим образом:

$$\text{ЕТИ} = 0,6 \cdot \text{производительность} + 0,4 \cdot \text{готовность к переходу}.$$

Значение производительности, в свою очередь, определяется с помощью уравнения

$$\text{производительность} = 0,33 \cdot \text{безопасность} + 0,33 \cdot \text{капитал} + 0,33 \cdot \text{устойчивость},$$

где безопасность определяют восемь показателей (диверсификация источников и поставщиков энергии, диверсификация генерации, средние оценки сетей и др.); капитал – это доступ населения к электричеству и его цена, цена газа для потребителей и др.; устойчивость зависит от энергоэффективности потребления на одного жителя страны, эмиссии CO₂ и др.

¹³Fostering effective energy transition 2025 : insight report / World Economic Forum, Accenture // World Economic Forum : website. URL: https://reports.weforum.org/docs/WEF_Fostering_Effective_Energy_Transition_2025.pdf (date of access: 20.03.2026).

¹⁴Беларусь и Россия в рейтинг не включены.

Второй показатель, влияющий на ЕТИ, вычисляется по формуле

$$\text{готовность к переходу} = 0,5 \cdot \text{регулирование инвестиций} + 0,5 \cdot \text{стимулирование},$$

где регулирование и инвестиции определяют одиннадцать показателей, способствующих энергетическому переходу, а стимулирование зависит от девяти показателей, в том числе от затрат на научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы до цифровизации в этой сфере.

Результаты и их обсуждение

Анализ изменения энергоэффективности стран ШОС в XXI в. Главными индикаторами потребления энергии в стране являются энергоэффективность (далее – ЭЭ) и скорость ее роста (табл. 1). ЭЭ, как наиболее точный показатель экономии энергопотребления в стране, разумеется, зависит от структуры экономики (доля энергоемких секторов), климата (обогрев, охлаждение) и традиций потребления электроэнергии. Два других важных индикатора (количество потребляемой энергии на душу населения EU_{pc} и энергоемкость) представлены на рис. 2 и 3.

Таблица 1

Сравнительный анализ динамики ЭЭ в XXI в.

Table 1

Comparative analysis of the dynamics of energy efficiency in the 21st century

Страны	2000 г.		2023 г.		Совокупный среднегодовой темп роста ЭЭ	Рейтинг скорости роста ЭЭ
	Показатель ЭЭ	Рейтинг ЭЭ	Показатель ЭЭ	Рейтинг ЭЭ		
Беларусь	4,5	7-е место	9,3*	6-е место	3,21	3-е место
Казахстан	5,6	5-е место	9,5	4-е место	2,32	5-е место
Кыргызстан	7,7	3-е место	9,5*	5-е место	0,96	9-е место
Россия	4,8	6-е место	6,9*	9-е место	1,66	7-е место
Китай	4,5	8-е место	8,0	7-е место	2,53	4-е место
Индия	7,8	2-е место	12,3	1-е место	2,00	6-е место
Пакистан	8,0	1-е место	11,7*	2-е место	1,41	8-е место
Узбекистан	1,8	10-е место	7,0*	8-е место	6,37	1-е место
Таджикистан	4,0	9-е место	11,2*	3-е место	4,79	2-е место
Иран	5,9	4-е место	4,7*	10-е место	–1,79	10-е место
Страны ЕС	11,7	–	19,4	–	2,22	–
Мир	8,1	–	11,1*	–	1,44	–

Примечания: 1. Разработано на основе базы данных ВБ. 2. Знаком * отмечены значения показателей за 2022 г.

Количество потребляемой энергии на душу населения указывает на энерговооруженность промышленности и сельского хозяйства, а также обеспеченность населения электроэнергией и личным транспортом. Его снижение может быть связано не только с повышением ЭЭ, но и с выносом промышленности за рубеж и переходом к неэнергоемкой сервисной экономике.

Ясно, что уровень энергопотребления в таких странах, как Россия и Китай, почти в 2 раза больше среднемирового, что обусловлено высокой энергоемкостью промышленности, развитостью транспорта и наличием больших расстояний в стране. В странах с энергоемкой промышленностью (цементная, химическая промышленность и др.), таких как Беларусь и Китай, уровень потребления энергии выше, а в странах, где используется ручной труд в сельском хозяйстве и имеется большой сектор услуг (Индия, Кыргызстан, Пакистан, Таджикистан), электропотребление ниже. На ЭЭ существенно влияют также климат и, разумеется, наличие собственных (а значит дешевых) энергоресурсов (Россия, Казахстан, Иран). В рейтинге энергопотребления Россия занимает 13-е место, Казахстан – 23-е место, Иран – 27-е место, Беларусь – 37-е место, Китай – 38-е место, Узбекистан – 81-е место, Индия – 110-е место, Кыргызстан – 115-е место, Пакистан – 127-е место, Таджикистан – 133-е место.

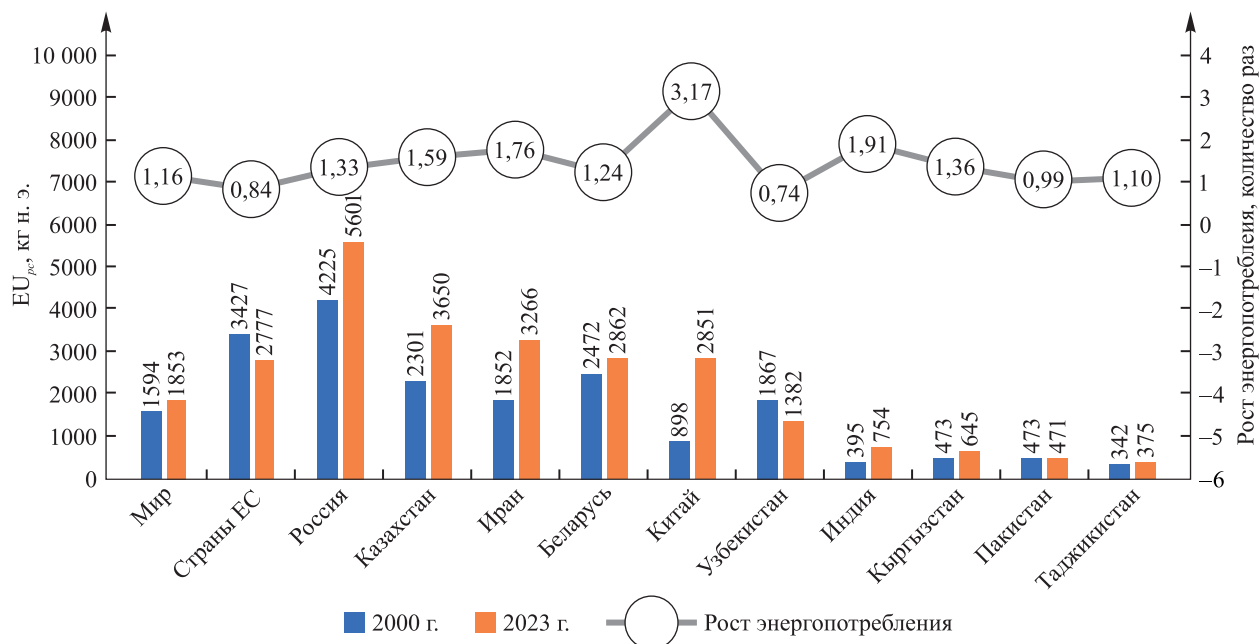


Рис. 2. Динамика энергопотребления на душу населения в XXI в. (составлено на основе данных ВБ и МЭА)

Fig. 2. Dynamics of energy consumption per capita in the 21st century
(compiled based on data from the World Bank and International Energy Agency)

В XXI в. энергоёмкость, обратный к ЭЭ индикатор, в наибольшей степени снизилась в Узбекистане (75 %), Таджикистане (64 %), Беларуси (54 %), Китае (43 %), Индии (36 %). В мире этот показатель уменьшился на 28 %, а в ЕС – на 25 % (рис. 3). В Иране, напротив, энергоёмкость повысилась на 26 %. В Беларуси, несмотря на хорошие темпы снижения энергоёмкости, пока уровень потребления энергии на доллар ВВП по ППС в 2 раза выше среднего по ЕС. В рейтинге энергоёмкости Пакистан занимает 70-е место, Индия – 81-е место, Таджикистан – 86-е место, Кыргызстан – 91-е место, Беларусь – 107-е место, Казахстан – 112-е место, Китай – 119-е место, Узбекистан – 128-е место, Россия – 132-е место, Иран – 141-е место.

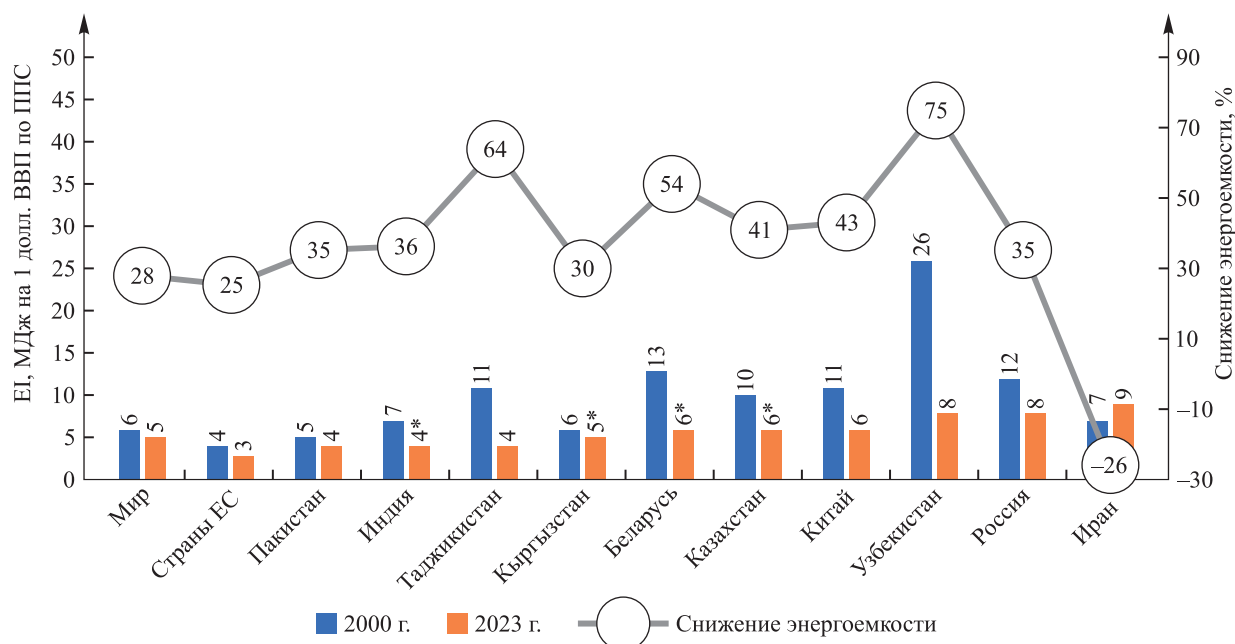


Рис. 3. Динамика энергоёмкости в XXI в. (составлено на основе данных МЭА).

Знаком * отмечены значения показателей за 2022 г.

Fig. 3. Dynamics of energy intensity in the 21st century
(compiled based on data from the International Energy Agency).
Sign * denotes the indicators for 2022

Анализ показателей из табл. 1 и рис. 2 и 3 позволяет сделать вывод о том, что в 2000 г. все страны ШОС имели ЭЭ ниже среднемировой. Исключением являлся Пакистан, в котором преобладал ручной труд, не требующий энергии. В 2022 г. (2023 г.) к Пакистану присоединились Индия и Таджикистан. Высокая ЭЭ этих стран также объясняется превалированием ручного труда, поэтому их небольшой подушевой ВВП выступает следствием малого потребления энергии. К тому же в Таджикистане имеет место энергодефицит, обостряющийся из-за падения уровня воды на гидроэлектростанциях. Из-за значительной доли неэнергоемкого экспорта услуг в ВВП одной из лучших по ЭЭ среди стран ШОС является Индия, которая пока вышла только на уровень 63,4 % от среднего по ЕС. Иран и Россия, обладая избытком собственных энергоресурсов, имеют низкую ЭЭ и медленно повышают ее. Все остальные страны ШОС приближаются к среднемировому показателю, но с разной скоростью.

Рост ЭЭ в XXI в. (табл. 1) представлен как среднегодовое повышение выхода ВВП из 1 кг н. э. Из табл. 1 видно, что быстрее всего ЭЭ повышалась в Узбекистане, Таджикистане и Беларуси (на 6,4, 4,8 и 3,2 % в год соответственно). Рост ЭЭ в Китае, Казахстане и Индии происходил быстрее, чем в среднем по миру. Медленнее всех повышали энергоэффективность Кыргызстан (0,9 %), Пакистан (1,4 %), Россия (1,7 %). Иран, в свою очередь, снизил свою ЭЭ из-за избытка нефти, который являлся следствием проблем с ее реализацией, вызванных наложением санкций.

Энергоэффективность промышленно развитой Беларусь стремительно росла (с 2,8 долл. (1990) до 10,0 долл. (2020)), в результате чего страна обошла по этому показателю Китай. Поскольку подсчет ведется в постоянных долларах, то среднегодовой рост выхода ВВП из 1 кг н. э. в Беларуси равен 4,3 %, что является очень высоким показателем. Однако в 2021 и 2022 гг. Беларусь снизила ЭЭ до 9,3 долл. Сходные данные содержит национальная статистика, которая измеряет ЭЭ в тысячах рублей ВВП в ценах 2005 г. из 1 кг условного топлива (у. т.)¹⁵. В Беларуси с 2015 г. ЭЭ практически не повышалась. Сейчас она равна 2,7 тыс. руб., хотя государственная программа «Энергосбережение» на 2021–2025 годы требовала снижения энергоемкости на 5,0 % (фактическое снижение – 2,6 %)¹⁶. На седьмую белорусскую пятилетку поставлена цель повысить ЭЭ на 4 %.

Анализ конвергенции стран ШОС по ЭЭ согласно стандартному подходу подсчета дисперсии, которая в 2000 г. равнялась 3,89, а в 2023 г. – 5,72, показывает дивергенцию стран ШОС, т. е. их сближения по ЭЭ не происходит из-за быстрого роста ЭЭ Узбекистана, Таджикистана, Беларуси, Китая, Казахстана, медленного роста ЭЭ Индии, России, Пакистана, Кыргызстана и отрицательного роста ЭЭ Ирана.

При расчете индикатора измерения догоняющей конвергенции ЭЭ как среднего отклонения от эталонной ЭЭ, за которую взята средняя по ЕС (в 2000 г. она была равна 6,1, в 2023 г. – 10,4), становится видно, что страны ШОС за 23 года увеличили свое отставание от стран ЕС. Это отставание обусловлено тем, что в ЕС выход ВВП по ППС из 1 кг н. э. увеличился на 7,7 долл. за счет выноса промышленного производства в страны ШОС, а промышленность была заменена менее энергоемким сектором услуг.

Анализ секторов экономики по потреблению энергии представлен на рис. 4. Из рис. 4 следует, что, как по всему миру, так и в странах ШОС основными энергозатратными секторами экономики являются промышленность и транспорт, в которые в сумме уходит больше половины используемой энергии.

Несмотря на значительную долю промышленности в структуре белорусского ВВП и наличие огромного автопарка, потребление энергии в этих двух секторах экономики ниже среднемирового и среднего по странам ШОС. В то же время из-за климата большая доля энергии в Беларуси, как в России и Казахстане, уходит на содержание жилья. В странах с неразвитой промышленностью и транспортным сектором, таких как Пакистан и Кыргызстан, жилье также является главной статьей энергопотребления. В Китае, как в сборочном цехе мира, наиболее энергозатратной отраслью выступает промышленность.

Анализ структуры источников энергии в ШОС. Проанализируем источники энергии в странах ШОС в терминах предложения энергии, под которым мы понимаем сумму произведенной в стране энергии и чистого экспорта энергии (чистый экспорт = экспорт – импорт) (табл. 2).

¹⁵Напомним, что 1 кг у. т. примерно соответствует теплоте сгорания 1 кг каменного угля и дает 23,9 МДж энергии, т. е. 1 кг у. т. = 0,7 кг н. э., 1 МДж = 0,02388 кг н. э.

¹⁶Департамент по энергоэффективности Государственного комитета по стандартизации Республики Беларусь : сайт. URL: energoeffect.gov.by (дата обращения: 21.03.2026).

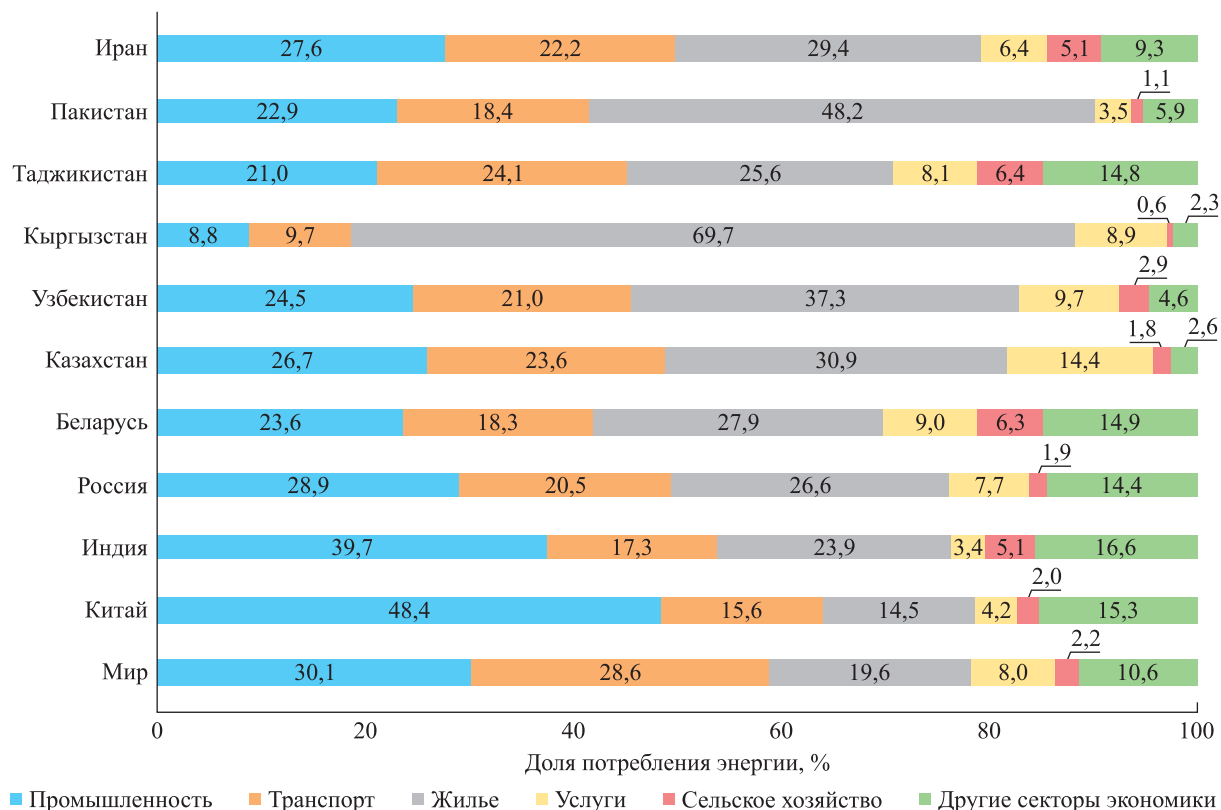


Рис. 4. Структура потребления энергии в различных секторах экономики в странах ШОС и в мире в 2023 г., % (составлено на основе данных МЭА)

Fig. 4. The structure of energy consumption in various sectors of the economy in the Shanghai Cooperation Organisation countries and in the world in 2023, % (compiled based on data from the International Energy Agency)

Таблица 2

Источники предложения первичной энергии в 2023 г., %

Table 2

Sources of primary energy supply in 2023, %

Страны	Ископаемые источники энергии			Альтернативные источники энергии			
	Уголь	Нефть	Газ	Ядерная энергия	Гидроэнергия	Биоэнергия	ВИЭ
Китай	60,9	18,3	7,9	1,6	1,5	1,8	2,50
Индия	46,4	24,7	5,3	1,1	1,1	19,5	1,80
Россия	18,0	19,1	52,2	7,2	2,2	1,3	–
Беларусь	3,7	26,6	51,1	11,7	1,0	6,5	0,10
Казахстан	49,2	22,4	26,7	–	1,0	0,1	0,70
Узбекистан	8,2	11,4	79,0	–	1,2	–	0,10
Кыргызстан	28,1	35,5	10,0	–	26,5	–	–
Таджикистан	24,5	30,7	3,6	–	41,3	–	–
Пакистан	10,3	20,5	28,3	6,6	0,4	30,5	–
Иран	0,7	26,5	71,5	0,5	0,5	0,2	0,05
Страны ЕС	11,7	33,0	24,0	11,0	12,0	5,7	7,30
Мир	27,8	30,2	22,7	4,7	2,4	8,8	3,30

Примечания: 1. Разработано на основе данных МЭА. 2. Источники с долей менее 1 % опущены.

Как видим, в 2023 г. даже в ЕС ископаемые источники энергии по-прежнему занимали наибольшую долю в структуре предложения первичной энергии (68 %). В Китае их доля составила 87,1 %, в России – 89,3 % (среднемировой показатель – 80,7 %). По предварительным данным, к 2025 г. доля ископаемых источников энергии в мире снизилась до 79 % (доля угля уменьшилась до 25,0 %, доля нефти – до 31,0 %, доля газа – до 23,0 %). В производстве электроэнергии их доля снизилась до 57,1 %. Главным потребителем энергии в мире стал Китай, который к 2025 г. вышел на уровень примерно 80 % ископаемых источников энергии (уголь – 52,0–56,0 %, нефть – 18,0–19,0 %, газ – 9,0–10,0 %). Быстрый переход на электромобили позволил использовать часть закупаемой нефти на нужды нефтехимии, а бурное строительство солнечных и ветровых электростанций (в Китае они генерируют около половины мировой электроэнергии) дает возможность увеличивать потребление электроэнергии в мире.

Анализ зависимости стран ШОС от энергетического импорта. Страны ШОС, как и все страны мира, строят свою энергетическую политику исходя из наличия или отсутствия ископаемых энергетических ресурсов, которые распределены крайне неравномерно. В связи с этим значительную долю ВВП многие страны, включая Беларусь, Китай и Индию, расходуют на импорт энергоресурсов, а другим странам (Россия, Иран, Казахстан) экспорт энергоресурсов существенно увеличивает ВВП (рис. 5). В Беларуси, как и в ЕС, крайне низкий уровень энергетической самостоятельности – 23 % (2023). (по другим источникам, в 2025 г. он приблизился к 30 %). Следовательно, наша страна, несмотря на диверсификацию за счет энергии атомной электростанции и местного биотоплива (торф, дрова, пеллеты), остается энергетически уязвимой. Волатильность цен на энергоресурсы, особенно в России и Беларуси, создает разные условия для конкуренции, что требует от Союзного государства быстрее перехода на единые энергоцены. В ЕАЭС также необходимо ускорить формирование единого энергетического пространства, как это предусмотрено программными документами.

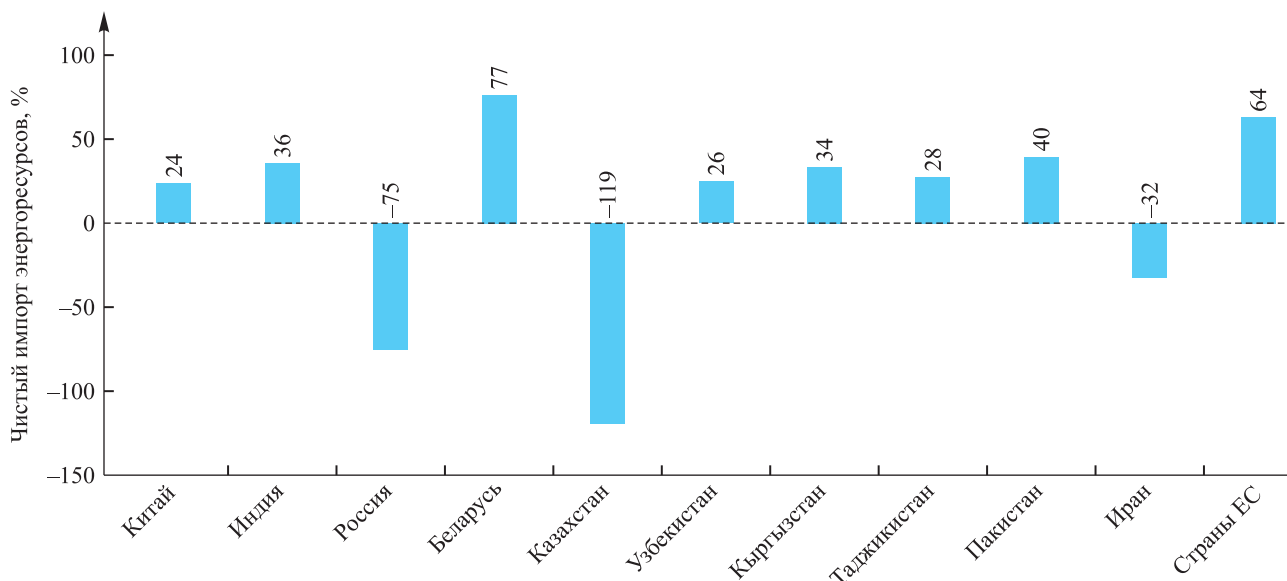


Рис. 5. Доля чистого импорта энергоресурсов в энергетической структуре стран ШОС в 2023 г. (составлено на основе данных ВБ)

Fig. 5. The share of net imports of energy resources in the energy structure of the Shanghai Cooperation Organisation countries in 2023 (compiled based on data from the World Bank)

Переход к электропотреблению. Общим трендом XXI в. является опережающий потребление энергетических ресурсов рост расхода электроэнергии (электропотребление), вызванный переходом промышленности на электричество, быстрым распространением электромобилей, внедрением электрического отопления, цифровизацией экономики (использование искусственного интеллекта, функционирование дата-центров и др.), а также расширением доступа населения бедных стран к электричеству. Доля электроэнергии в структуре странового энергетического потребления в XXI в. выросла с 15 до 21 %. По данным МЭА, в Таджикистане доля электроэнергии в структуре энергопотребления составила 39 %, в Кыргызстане – 33 %, в Китае – 29 %, в Индии – 19 %, в Казахстане – 16 %, в Беларуси – 15 %, в России – 14 %, в Узбекистане – 14 %, в Пакистане – 13 %, в Иране – 12 %. В мире производство электроэнергии в XXI в. увеличилось в 1,94 раза, что обеспечило рост потребления электроэнергии на

среднемирового жителя до 3493 МВт · ч (2023). Уровень потребления электроэнергии во всех странах ШОС, за исключением Индии, Узбекистана, Кыргызстана, Таджикистана и Пакистана, значительно выше показателя по миру, особенно в Китае и России, которые уже превзошли средний по ЕС уровень, но почти в 2 раза отстают от США (12 539 кВт · ч) (рис. 6 и 7). На увеличение производства электроэнергии влияют и стимулирующие использование ВИЭ меры правительств. Важно отметить, что производство электроэнергии обеспечивает 44 % выбросов CO₂. В рейтинге производимой электроэнергии Китай занимает 1-е место, Индия – 3-е место, Россия – 4-е место, Иран – 13-е место, Пакистан – 30-е место, Казахстан – 35-е место, Узбекистан – 47-е место, Беларусь – 61-е место, Таджикистан – 79-е место, Кыргызстан – 96-е место.

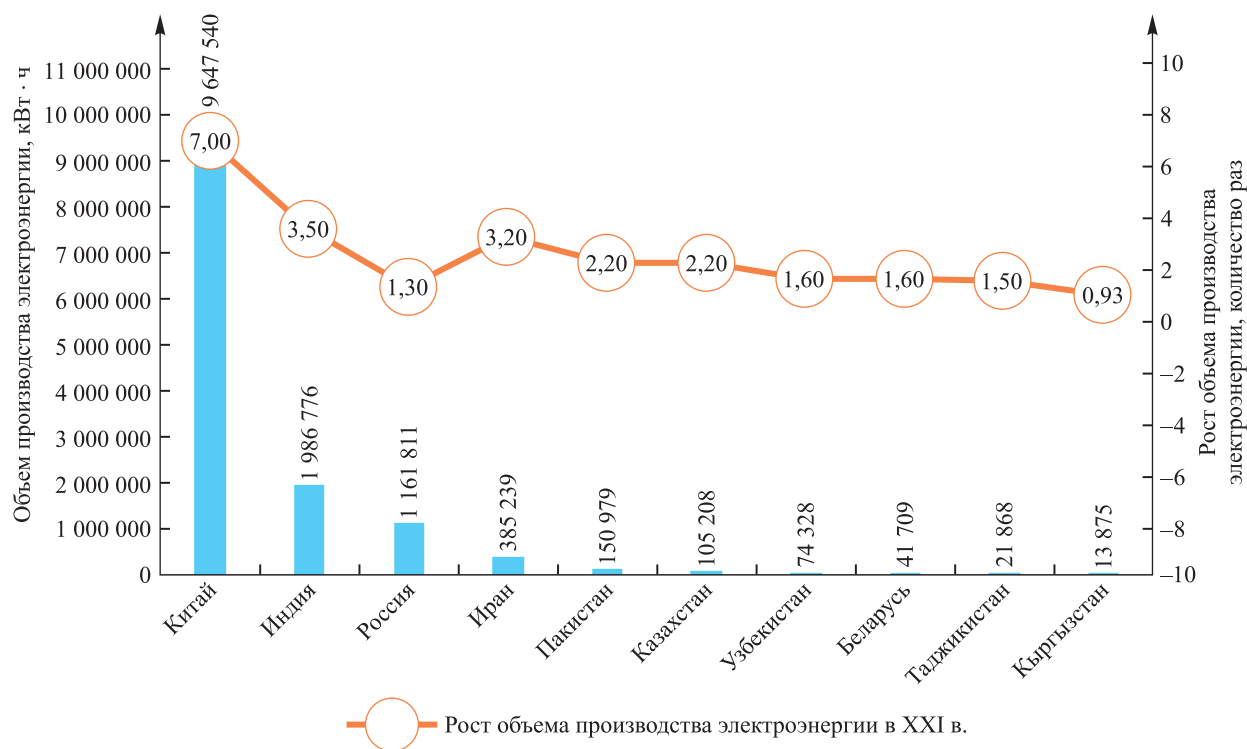


Рис. 6. Объем производства электроэнергии в странах ШОС в 2023 г.
(составлено на основе данных ВБ и МЭА)

Fig. 6. The volume of electricity production in 2023 in the Shanghai Cooperation Organisation countries (compiled based on data from the World Bank and International Energy Agency)

Китай в XXI в. показал беспрецедентное увеличение производства электроэнергии в 8 раз. Этот рост был обеспечен посредством инвестирования значительных средств в производство солнечной и ветровой энергии, строительство ультравысоковольтных линий передач, цифровизацию, создание умных сетей (*smart grid*) и диверсификацию источников электроэнергии. По показателю эффективности и надежности энергосетей Китай превзошел развитые страны. Сегодня остальные страны ШОС могут заимствовать китайский опыт (многие из них уже это делают).

Агрессивная политика электрификации промышленности и транспорта Китая дала результаты: в 2025 г. Китай по доле потребления электричества в конечном потреблении энергии (28 %) обошел ЕС (21 %). В итоге Китай производит в 4 раза больше электроэнергии, чем весь ЕС, и превосходит ЕС по масштабу энергетического перехода.

Динамика потребления электроэнергии на душу населения (электропотребление) представлена на рис. 7, который, с одной стороны, показывает стремительный рост обеспеченности населения электроэнергией (Россия, Китай, Казахстан, Беларусь и Иран), а с другой стороны, отражает ее экономию из-за дороговизны (ЕС) или нехватки (Таджикистан). В рейтинге энергопотребления на душу населения Россия занимает 22-е место, Китай – 27-е место, Казахстан – 39-е место, Иран – 58-е место, Беларусь – 59-е место, Кыргызстан – 86-е место, Узбекистан – 88-е место, Таджикистан – 98-е место, Индия – 106-е место, Пакистан – 123-е место. В итоге Россия и Китай превзошли ЕС по потреблению электроэнергии на душу населения.

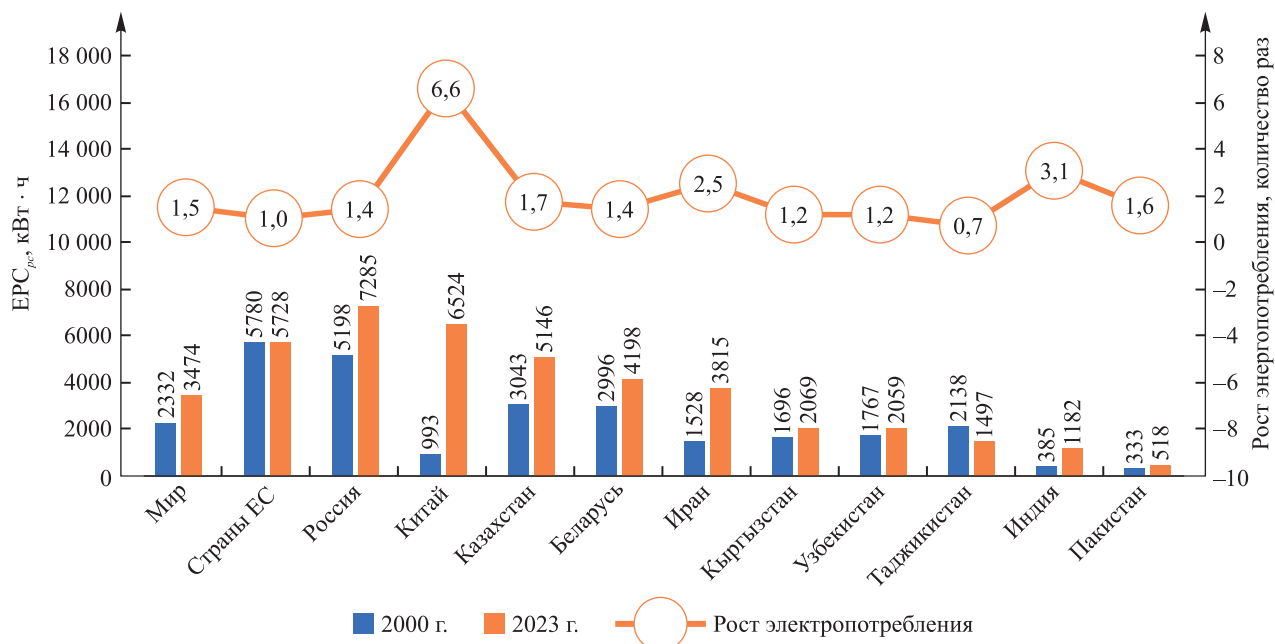


Рис. 7. Динамика электропотребления на душу населения в XXI в.
(составлено на основе данных ВБ и МЭА)

Fig. 7. Dynamics of electricity consumption per capita for the 21st century
(compiled based on data from the World Bank and International Energy Agency)

Беларусь и Казахстан по качеству энергосистем находятся между лидерами и отстающими. Отставание Кыргызстана, Таджикистана, Узбекистана и Пакистана в энергопотреблении на душу населения обусловлено дефицитом мощностей, высоким износом инфраструктуры, перегрузкой сетей и потерями в сетях до 15–20 %. Таджикистан и Кыргызстан получают энергию в основном от гидроэлектростанций, чувствительных к маловодью. Пакистан испытывает хронический дефицит электроэнергии, что ограничивает развитие энергоемких отраслей промышленности. В связи с этим в странах ШОС при поддержке ВБ реализован проект *CASA-1000* (передача 1000 МВт электроэнергии из стран Центральной Азии (Кыргызстан и Таджикистан) в Пакистан). В свою очередь, Китай в рамках энергетического сотрудничества с Пакистаном содействовал расширению двух атомных электростанций, строительству гидроэлектростанций и ряда угольных электростанций на местном буром угле. С 2025 г. Китай начал массовую поставку солнечных панелей и экспансию китайских электромобилей. Общая мощность электростанций, построенных при поддержке Китая, в 2026 г. составит 13 000 МВт. Иран в сфере электрообеспечения использует дешевый собственный газ. Индия получает электроэнергию в основном из угля, но интенсивно развивает получение энергии из ВИЭ с помощью китайского оборудования.

В табл. 3 показана структура неископаемых и ископаемых источников энергии в производстве электроэнергии в странах ШОС. Наибольшую долю электроэнергии из ископаемых источников энергии получают в Узбекистане, Казахстане, Иране и Индии. В Беларуси, России и Пакистане она еще также выше среднемирового значения, которое составляет 60,2 %. Только в Таджикистане ископаемое топливо мало используется в производстве электроэнергии, а главными источниками электроэнергии выступают гидроэнергия (рис. 8) и солнечная энергия. В Беларуси все большее значение приобретает атомная энергетика. В целом же страны быстро диверсифицируют источники электроэнергии. В рейтинге потребления электроэнергии из альтернативных источников Таджикистан занимает 6-е место, Кыргызстан – 28-е место, Индия – 52-е место, Китай – 81-е место, Беларусь – 95-е место, Пакистан – 103-е место, Россия – 117-е место, Казахстан – 122-е место, Узбекистан – 129-е место, Иран – 134-е место.

В 2023 г. доля ВИЭ в мировом электропотреблении достигла 13,0 %. На 1-м месте в мире по производству электроэнергии из ВИЭ находится Исландия (82,2 %).

По предварительным оценкам, в 2025 г. ускоренный переход на производство электроэнергии из альтернативных источников продолжился. Доля альтернативных источников энергии достигла 45,5 %, из которых доля ВИЭ составила приблизительно 18,5 %, доля гидроэнергетики – приблизительно 14,5 %, доля биоэнергии и геотермальной энергии – приблизительно 3,0 %, атомной энергии – приблизительно 9,5 %. Значительный мировой прирост потребления электроэнергии полностью покрыт за счет роста энергии, добываемой из альтернативных источников.

Структура ископаемых и неископаемых источников энергии
в производстве электроэнергии в странах ШОС в 2023 г.

Table 3

The structure of fossil and non-fossil energy sources in electricity production
in the Shanghai Cooperation Organisation countries in 2023

Страны	Доля источников энергии в производстве										Рейтинг использования неископаемых источников энергии
	ВИЭ в узком смысле (по состоянию на 2021 г.)			ВИЭ в широком смысле (по состоянию на 2021 г.)			Ископаемые источники энергии				
	Солнечная энергия	Ветровая энергия	Всего	Био- энергия	Гидро- энергия	Атомная энергия	Уголь	Нефть	Газ	Всего	
Беларусь	0,7	0,4	1,1	11,1	0,9	28,3	–	4,0	64,7	68,7	7-е место
Казахстан	1,6	3,3	4,9	–	7,8	–	58,4	0,4	28,5	87,3	8-е место
Кыргызстан	–	–	–	–	86,7	–	11,5	0,4	7,9	19,8	2-е место
Россия	0,2	0,3	0,5	–	17,4	18,7	18,1	0,8	44,0	62,9	4-е место
Китай	6,1	0,3	6,4	2,1	13,5	4,6	61,3	0,1	3,0	64,4	5-е место
Индия	6,0	4,7	10,7	1,9	7,2	2,4	74,4	0,2	4,0	78,6	6-е место
Пакистан	1,1	6,7	7,8	0,9	26,8	17,3	12,7	11,4	27,7	51,8	3-е место
Узбекистан	0,9	–	0,9	–	9,3	–	11,7	2,8	75,9	90,4	9-е место
Таджикистан	–	–	3,3	–	97,4	–	4,6	–	–	4,6	1-е место
Иран	0,2	–	0,2	–	4,4	1,6	0,2	11,8	78,6	90,6	10-е место
Страны ЕС	11,0	17,0	28,0	–	–	22,5	–	–	–	–	–
Мир	5,3	7,7	13,0	2,2	14,6	9,1	35,5	2,6	23,1	61,2	–

Примечание. Разработано на основе данных ВБ, Энергетического агентства США и МЭА.

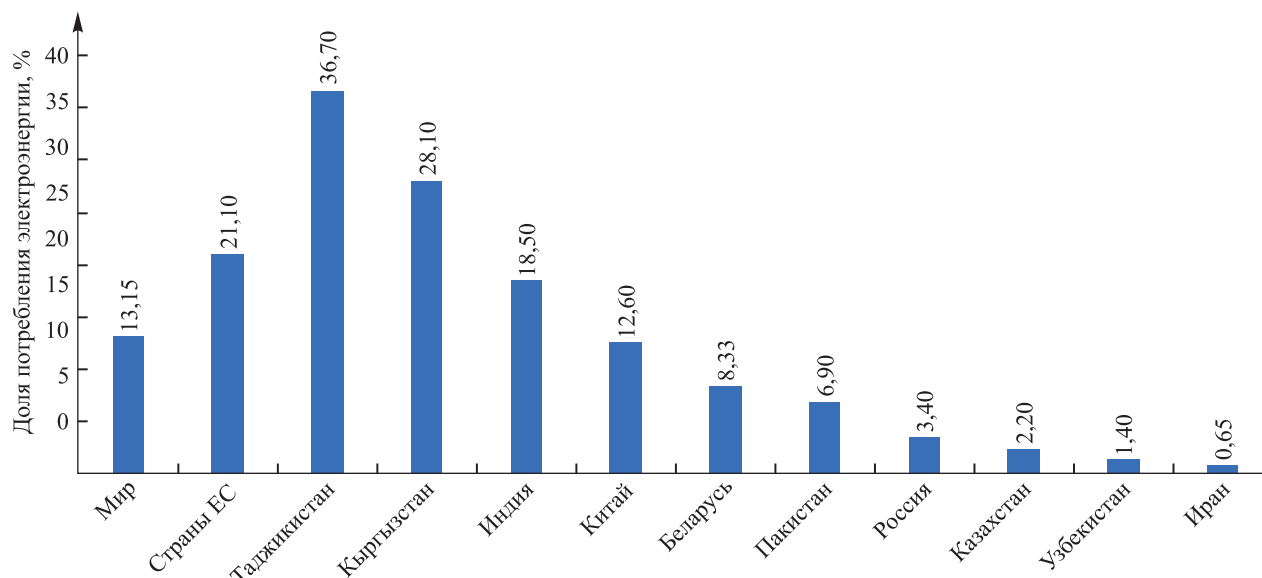


Рис. 8. Доля потребления электроэнергии из альтернативных источников в 2023 г.
(составлено на основе данных ВБ и МЭА)

Fig. 8. The share of electricity consumption from alternative sources in 2023
(compiled based on data from the World Bank and International Energy Agency)

Модели анализа зависимости энерго- и электропотребления от ВВП на душу населения. Исследуем зависимость энергопотребления, т. е. использования страной первичных энергоресурсов в кг н. э. на душу населения EU_{pc} и зависимость электропотребления EP_{pc} от размера ВВП на душу населения по ППС (*gross domestic product per capita based on purchasing power parity*, $GDP_{pc}PPP$) для стран ШОС.

Модель зависимости EU_{pc} с учетом $GDP_{pc}PPP$ представлена на рис. 9. Она показывает с точностью $R^2 = 0,8083$, что рост $GDP_{pc}PPP$ требует прироста энергоресурсов на 0,10 кг н. э.

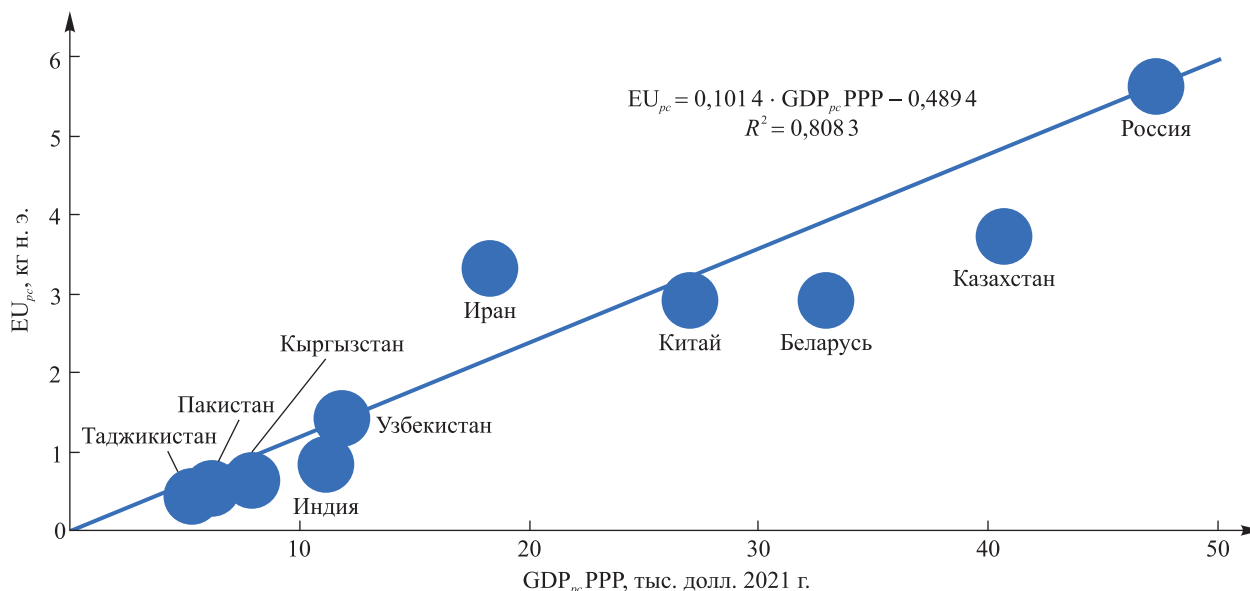
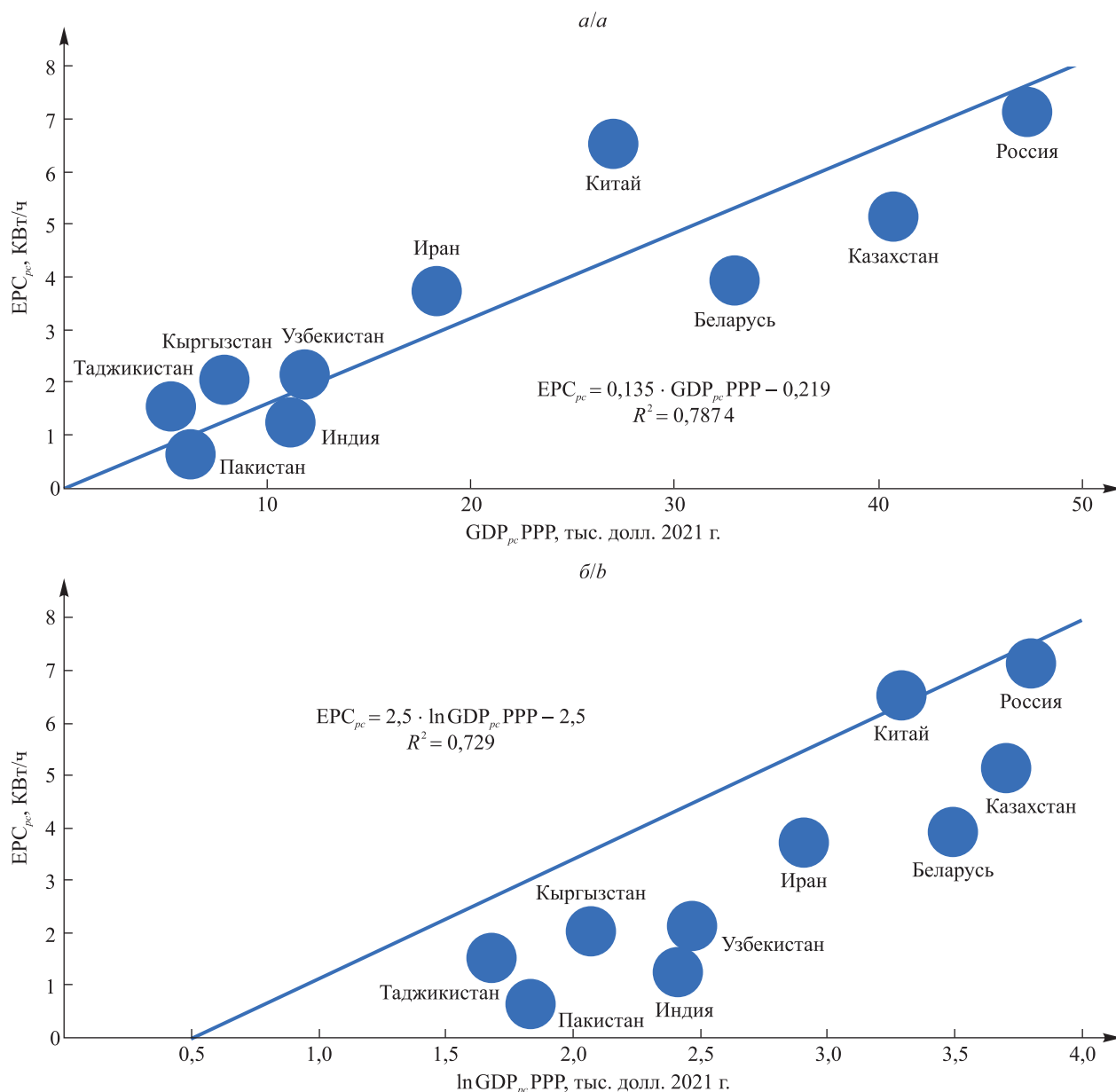


Рис. 9. Модель зависимости EU_{pc} в странах ШОС с учетом $GDP_{pc}PPP$
(рассчитано на основе данных табл. 1)

Fig. 9. Model of EU_{pc} dependence in the Shanghai Cooperation Organisation countries taking into of $GDP_{pc}PPP$ (compiled based on table 1 data)

Модели линейной (рис. 10, а) и логарифмической (рис. 10, б) регрессии позволяют сделать вывод о том, что прирост ВВП на душу населения на 1000 долл. 2021 г. в странах ШОС вызывает прирост электропотребления в среднем на 0,135 кВт · ч. Точность моделей могла быть и выше, но установленные зависимости «нарушают» санкционный Иран и быстрорастущий Китай.

Рис. 10. Модели линейной (а) и логарифмической (б) регрессии электропотребления и GDP_{pc} PPPFig. 10. Models of linear (a) and logarithmic (b) regression of electricity consumption and GDP_{pc} PPP

Модели зависимости роста белорусского ВВП от энергоэффективности. Основой энергетического обеспечения Беларуси является импорт нефти, газа, а теперь еще и уранового топлива. Беларусь импортирует примерно 6 млн т нефти и 18 млрд м³ газа, которые при всей льготности российских цен требуют затраты в среднем 5 млрд текущих долларов в год, что уменьшает белорусский ВВП примерно на 6–8 %. В связи с этим снижение энергоемкости белорусской экономики выступает важнейшим условием прироста ВВП.

В результате применения инструментальных комплексов построения эконометрических моделей на основе исторической декомпозиции роста белорусского ВВП с 1996 по 2024 г. были получены следующие математические модели роста (Growth), применимые для прогнозирования роста белорусского ВВП в период седьмой пятилетки:

$$\text{GrowthGDP} = 0,38 \cdot \text{Growth} \cdot K + 0,42 \cdot \text{Growth} \cdot L + 0,11 \cdot \text{Growth} \cdot EU + \text{Growth} \cdot A \text{ (модель 1),}$$

$$\text{GrowthGDP} = 0,55 \cdot \text{Growth} \cdot K + 0,14 \cdot \text{Growth} \cdot L + 0,78 \cdot \text{Growth} \cdot H - 0,47 \cdot \text{Growth} \cdot EI + \text{Growth} \cdot A \text{ (модель 2),}$$

где K – основной капитал; L – труд с учетом его качества; H – человеческий капитал; A – совокупная факторная производительность (остаток Солоу). О влиянии энергопотребления на экономический рост подробнее см. [7–10].

Таким образом, увеличение энергопотребления на 1 % в белорусской экономике увеличивает рост ВВП на 0,11 %. Разложение вклада энергопотребления по пятилеткам посредством модели (2) позволило установить, что в период первой пятилетки при среднегодовом росте ВВП 6,3 % вклад энергопотребления невелик (0,08 %), в период второй пятилетки при среднегодовом росте ВВП 7,5 % вклад энергопотребления составил 0,32 %, в период третьей пятилетки при среднегодовом росте ВВП 7,3 % вклад энергопотребления составил 0,23 %, в период четвертой пятилетки при среднегодовом росте ВВП 1,2 % вклад энергопотребления отрицателен (–0,27 %), в период пятой пятилетки при среднегодовом росте ВВП 0,7 % вклад энергопотребления составил 0,19 %, в период шестой пятилетки при среднегодовом росте ВВП 1,4 % вклад энергопотребления составил 0,17 %. Следовательно, ежегодный вклад роста ЭЭ в рост ВВП имеется, но согласно полученным данным он невелик. Полагаем, что необходим более тщательный анализ моделей роста с учетом энергопотребления для получения адекватных коэффициентов.

Для Беларуси снижение энергоемкости в основных энергопотребляющих секторах (промышленность, транспорт, жилье) рассчитывается по модели долей потребляемой энергии

$$EI = 0,24 \cdot \text{Industrie} + 0,18 \cdot \text{Transport} + 0,28 \cdot \text{Residential}.$$

К 2030 г. при сокращении потребления энергии в отраслях белорусская экономика может снизить энергоемкость более чем на 4 % при росте ВВП на 15,8 %, что уменьшит импорт газа и нефти для собственных нужд на примерно 7 % ввиду их замещения электроэнергией, выработанной на атомной электростанции.

Полученные результаты позволяют сделать следующие выводы о направлениях сотрудничества стран ШОС в области энергетики и повышения ЭЭ Беларуси.

1. В Стратегии развития энергетического сотрудничества государств – членов ШОС до 2030 года фокус смещен со снижения энергоемкости ВВП на энергетическую интеграцию стран – членов ШОС и создание устойчивых умных энергетических систем со значительной долей ВИЭ. Важная особенность ШОС состоит в том, что в нее входят два крупнейших мировых импортера энергоресурсов (Китай и Индия) и три крупнейших мировых экспортера энергоресурсов (Россия, Иран, Казахстан). В связи с этим взаимная торговля энергоресурсами и строительство логистики их доставки создают уникальный фундамент для долгосрочных проектов в «шанхайском» духе взаимного уважения, взаимной выгоды и равенства.

2. По данным МЭА, несмотря на многочисленные заверения в ускоренном переходе на ВИЭ, наличие множества публикаций по теме и наращивание мощностей в солнечной и ветровой энергетике, в 2025 г. основными мировыми источниками первичной энергии по-прежнему оставались нефть (31 %), уголь (25 %), газ (23 %), основными источниками первичной энергии в ШОС также выступали нефть (20 %), уголь (45 %), газ (16 %). Тем не менее Китай и Индия являются мировыми лидерами в зеленых инвестициях (электротранспорт, аккумуляторы, солнечные батареи и ВИЭ), причем Китай активно участвует в реализации проектов, связанных с ВИЭ, в других странах ШОС. Так, Индия, Пакистан, страны Центральной Азии, развивая солнечную энергетiku, активно используют китайские солнечные батареи и компоненты для аккумуляторов. В связи с этим сотрудничество всех стран ШОС, в том числе Беларуси и Китая, следует углублять через совместные инновационные проекты и трансфер технологий, связанных с ВИЭ, что, помимо прочего, требует создания цифровой платформы для обмена эффективными практиками в области разработки энергосберегающих технологий и гармонизации стандартов ЭЭ. Кроме того, страны Центральной Азии массово закупают в Китае электроавтобусы и электрокары. Новыми мировыми трендами в области ВИЭ являются использование искусственного интеллекта для оптимизации работы солнечных батарей, строительство офшорных ветропарков и внедрение мощных систем накопления энергии, на которые вслед за Китаем следует обратить внимание и другим странам ШОС.

3. Энергоемкость снижается с высокой скоростью при росте энергопотребления на жителя Земли (рост комфорта). До 2021 г. Беларусь повышала свою ЭЭ с большой скоростью, затем она снизилась. В период седьмой пятилетки следует восстановить прежний темп роста ЭЭ. Для этого необходимо по примеру других стран организовать проведение обязательного независимого энергоаудита предприятий с крупным энергопотреблением при введении стандарта *ISO 50001*, реновацию (утепление) общественных зданий, внедрение искусственного интеллекта для оптимизации работы сетей и умных счетчиков.

4. В XXI в. потребление электричества выросло в 2,0 раза, тогда как потребление первичной энергии – только в 1,5 раза, а в расчете на жителя Земли эти показатели составили 1,2 и 1,5 раза соответственно. Электрификация идет за счет роста спроса в различных секторах: транспортном секторе (электромобили); жилищном секторе (отопление), в том числе за счет создания децентрализованных систем (домохозяйства с солнечными панелями); секторе высоких технологий (центры искусственного интеллекта и майнинг). Помимо прочего, электрификация снижает энергоемкость экономики. Дефицит электроэнергии в Кыргызстане, Таджикистане и Пакистане в условиях спора за водные ресурсы требует быстрого развития ВИЭ (что происходит в Центральной Азии и Пакистане при поддержке Китая) и организации маршрутов транзита электроэнергии. Цифровизация электросетей и внедрение

интеллектуальных сетей по примеру Китая становятся важными трендами в энергетике. В связи с этим Беларуси следует широко привлекать китайские компании для модернизации электросетей. Отметим, что цифровизация электросетей резко снижает пиковые нагрузки за счет внедрения умных счетчиков и накопителей электроэнергии, повышает надежность и устойчивость энергосистем.

Заключение

Обеспечение энергетической безопасности ШОС за счет создания надежных и устойчивых цепочек поставок (газопроводы, нефтепроводы, электросети) с учетом научного анализа спроса и предложения, обоснования разумности требований диверсификации поставщиков и экономической целесообразности предполагает проведение дополнительных, более глубоких исследований. Требуют изучения и проблемы конкуренции и энергетического монополизма. Экономические и юридические исследования помогут гармонизировать энергетическое законодательство и стандарты, что будет упрощать торговлю энергоресурсами и реализацию проектов по созданию трансграничных энергетических коридоров. Однако остается актуальной проблема построения современных эконометрических моделей роста с учетом факторов ЭЭ и энергетического перехода, например подсчет эффектов от замены традиционных автомобилей на электрокары. Требуется глубокого изучения определение скорости энергетического перехода с учетом затрат и выгод для небольших стран с невысокой долей загрязнения окружающей среды. Погоня за модным зеленым переходом не должна финансово обременять такие страны. Мы предполагаем применить методики и модели, изложенные в статье, для анализа ЭЭ и энергетического перехода других интеграционных объединениях (БРИКС, ЕАЭС, Союзное государство), а также для обоснования и конкретизации отдельных путей реализации белорусской программы «Устойчивая энергетика и энергоэффективность» на 2026–2030 годы.

Библиографические ссылки

1. Putinam PS. *Energy in the future*. Toronto: Van Nostrand; 1953. 556 p.
2. Башмаков ИА, Бесчинский АА. *Сопоставление основных показателей развития энергетики и энергетической эффективности производства в СССР, США, Западной Европе в 1971–2000 гг. Том 1*. Москва: Институт энергетических исследований АН СССР и ГКНТ СССР; 1990. 225 с.
3. Башмаков ИА, Бесчинский АА. *Сопоставление основных показателей развития энергетики и энергетической эффективности производства в СССР, США, Западной Европе в 1971–2000 гг. Том 2*. Москва: Институт энергетических исследований АН СССР и ГКНТ СССР; 1990. 223, [1] с.
4. Rogers M, Duffy A, Ayompe L. *Renewable energy and energy efficiency*. [S. l.]: Wiley; 2015. 288 p.
5. Дайнеко АЕ, Падалко ЛТ, Цилибина ВМ. *Энергоэффективность экономики Беларуси*. Дайнеко АЕ, редактор. Минск: Белорусская наука; 2016. 363 с. (Белорусская экономическая школа).
6. Жудро МК, Ван Сяньпэн, Ян Нин, Ван Цзынин. Эконометрическая оценка кросс-взаимодействия энергетических затрат, экономического роста и экологичности зеленого строительства. В: Солодовников СЮ, редактор. *Экономическая наука сегодня. Выпуск 21*. Минск: Белорусский национальный технический университет; 2025. с. 46–57. DOI: 10.21122/2309-6667-2025-21-47-58.
7. Господарик ЕГ, Ковалёв ММ. *ЕАЭС-2050: глобальные тренды и евразийская экономическая политика*. Минск: Издательский центр БГУ; 2015. 152 с. EDN: ZNUJSN.
8. Григорьев ЛМ, Курдин АА. Экономический рост и спрос на энергию. *Экономический журнал Высшей школы экономики*. 2013;3:390–406. EDN: RNLYLX.
9. Давыдов АР, Краузе АА. Сравнительный статистический анализ энергетической эффективности экономик стран мира. *Московский экономический журнал*. 2022;11(7):12. DOI: 10.55186/2413046X_2022_7_11_635.
10. Башмаков ИА. Повышение энергоэффективности и экономический рост. *Вопросы экономики*. 2019;10:32–63. DOI: 10.32609/0042-8736-2019-10-32-63.
11. Корнилова АЮ. Анализ влияния потребления энергии на экономический рост в зарубежных странах. *Статистика и экономика*. 2025;22(4):25–35. DOI: 10.21686/2500-3925-2025-4-25-35.
12. Архангельский А. Перспективы энергетического взаимодействия в рамках ШОС. *Центральная Азия и Кавказ*. 2007; 4:1–10. EDN: PWCKCX.
13. Халова ГО, Иллерицкий НИ. Экономический, энергетический и природно-ресурсный потенциал Центральной Азии как фактор геополитического противостояния в условиях меняющегося миропорядка. *Евразийские исследования*. 2024;1:67–77. EDN: GXICZ.
14. Господарик ЕГ. *Международная экономическая интеграция: теория, модели, методы*. Минск: Информационно-вычислительный центр Министерства финансов Республики Беларусь; 2026. 431 с.
15. Сизов АА. Концепция энергетического перехода: история понятия и эволюция явления. *Государственное и муниципальное управление. Ученые записки*. 2024;2:159–164. DOI: 10.22394/2079-1690-2024-1-2-159-164.
16. Васенкова ЕИ, Королёва АА. Оценка конкурентоспособности на рынке электроэнергии Республики Беларусь. В: Королёва АА, редактор. *Тенденции экономического развития в XXI веке. Материалы VII Международной научно-практической конференции; 28 февраля 2025 г.; Минск, Беларусь*. Минск: БГУ; 2025. с. 161–165. EDN: ZXYIGT.

Статья поступила в редколлегию 02.03.2026.
Received by editorial board 02.03.2026.