

Анализ некоторых направлений глобального энергоперехода применительно к эколого-социо-экономической модели развития

Analysis of features of global energy and conditions of global energy transition in relation to tasks of formation of ecological-socio-economic model of development

Екатерина Шамаева
Руководитель Научного Проекта Центра Проектирования Устойчивого Развития Институтов Гражданского Общества,
К. Т. Н., Доцент, Государственный Университет Управления
E-Mail: Ef_shamaeva@Guu.ru

Ekaterina SHAMAEVA
Head of the scientific project of the Center for the Design of Sustainable Development of Civil Society Institutions,
Ph.D., Associate Professor,
State University of Management
E-mail: ef_shamaeva@guu.ru

Елизавета Александрова
Магистрант Кафедры Экономики И Управления В Топливо-Энергетическом Комплексе, Государственный Университет Управления
E-Mail: Elizavetaaleksandrova528@Gmail.ru

Elizaveta ALEXANDROVA
Graduate student of the Department of Economics and Management in the Fuel and Energy Complex,
State University of Management
E-mail: elizavetaaleksandrova528@gmail.ru

Аннотация. Мир находится в центре глобального энергетического кризиса беспрецедентной глубины и сложности. Сегодня ископаемое топливо на 80% обеспечивает планету энергией. При этом, неэффективная добыча и доминированное использование ископаемого топлива наносит вред окружающей среде, образуя неконтролируемые выбросы CO₂ и ухудшая благоприятные условия среды обитания и качество жизни населения. В то же время стоимость возобновляемых источников энергии сильно упала. В 2022 г. вложения в «зеленую» энергетику впервые сравнялись по объемам с инвестициями в ископаемое топливо. В сложившихся условиях Россия имеет большой потенциал в устойчивых источниках энергии, эффективное использование которых может обеспечить социально-экономическую устойчивость в неопределенных геополитических условиях.

Ключевые слова: мировой энергетический кризис, ископаемое топливо, стоимость возобновляемых источников энергии, выбросы CO₂, перспективы устойчивых источников энергии в России.

Abstract. The world is at the center of a global energy crisis of unprecedented depth and complexity. Today, fossil fuels provide 80% of the planet with energy. At the same time, inefficient extraction and dominant use of fossil fuels harm the environment, forming uncontrolled CO₂ emissions and worsening favorable habitat conditions and quality of life of the population. At the same time, the cost of renewables has fallen dramatically. On the other hand, in 2022, investments in green energy for the first time caught up in volumes with investments in fossil fuels. Under the current conditions, Russia has great potential in sustainable energy sources, the effective use of which can ensure the country's independence from raw materials, as well as socio-economic stability in uncertain geopolitical conditions.

Keywords: global energy crisis, fossil fuels, cost of renewable energy, CO₂ emissions, prospects for sustainable energy in Russia.



В 2022 г. инвестиции в возобновляемые источники энергии впервые сравнялись с инвестициями в ископаемое топливо и составили 1,1 трлн долл.

Экспортно-сырьевая ориентация

В условиях неослабевающих геополитических и экономических проблем энергетические рынки остаются чрезвычайно уязвимыми, а кризис является напоминанием о хрупкости биосферы и неустойчиво-

сти нынешней глобальной энергетической системы [3, 8, 16]. Три четверти мировых выбросов парниковых газов возникают в результате сжигания угля, нефти и газа для получения энергии [1, 3, 9]. Россия является крупным игроком на мировых энергетических рынках, входит в тройку крупнейших производителей нефти в мире, соперничая за первое место с Саудовской Аравией и США [1, 3]. Россия в значительной степени зависит от доходов от нефти и природного газа, которые в 2022 г. составили 42% федерального бюджета [4]. В 2022 г. российские нефтяные компании пробурили более 28 тыс. км, что является самым высоким показателем за более чем десятилетие. Количество скважин выросло почти на 7%, до более чем 7 800, при этом большинство ключевых нефтяных компаний превзошли свои результаты за предыдущий год.

Равные по затратам

Зависимость от экспорта нефти и газа в современных экономических условиях формирует неустойчивость развития [1, 3]. Более того, использование ископаемого то-

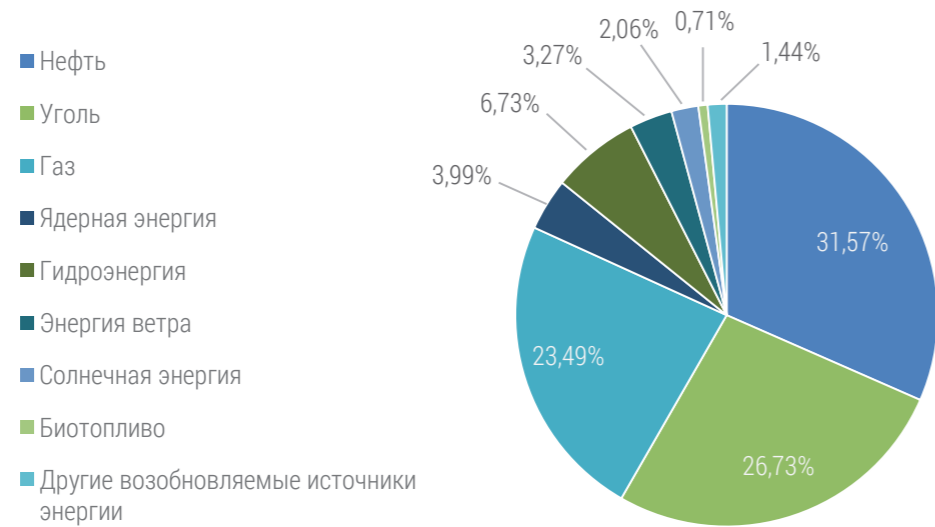


Рис. 1. Мировое потребление энергии по видам топлива за 2022 г.

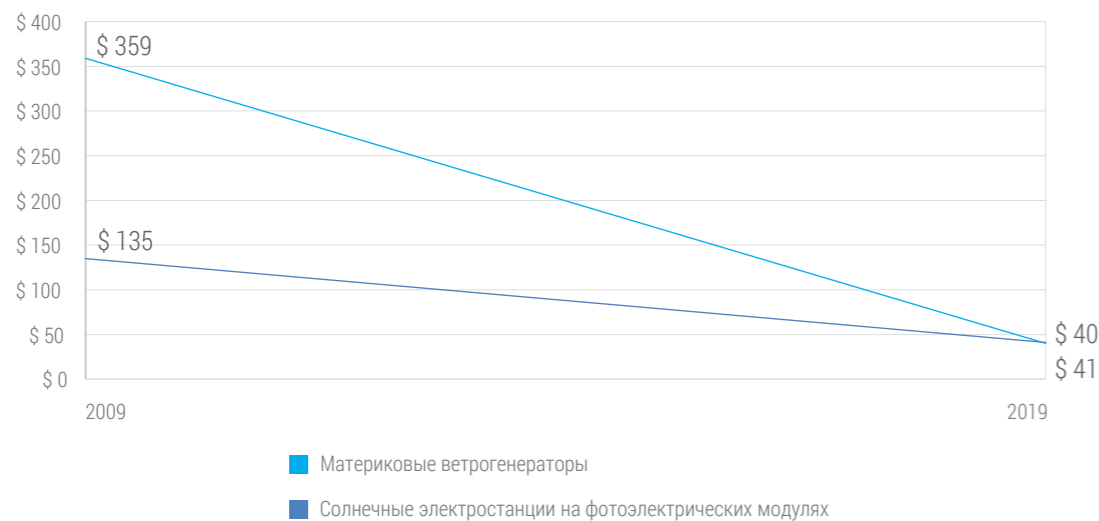


Рис. 2. Динамика цен за энергию из возобновляемых источников энергии

плива для производства энергии негативно отражается на окружающей среде и на здоровье населения, формируя неизбежность глобального энергетического перехода [3, 4, 8]. Такой переход позволит не только сократить вредные выбросы и антропогенную нагрузку на биосферу, но и улучшить качество жизни миллионов людей.

Согласно последним данным, в 2022 г. инвестиции в возобновляемые источники энергии впервые сравнялись с инвестициями в ископаемое топливо и составили по 1,1 трлн долл. [5]. Дальнейшее ускорение использования возобновляемых источников энергии имеет решающее значение для того, чтобы достичь цели Парижского соглашения – не допустить повышения средней температуры на Земле более, чем на 1,5 °С.

Сейчас ископаемое топливо продолжает играть доминирующую роль в глобальных энергетических системах (рис. 1). Согласно исследованию 2022 г., человечество потребляет менее 20% возобновляемых источников энергии от всех источников энергии [7]. Однако, за последнее десятилетие сложилась ситуация, которая формирует предпосылки для кардинальных изменений (рис. 2), связанная с резким удешевлением стоимости энергии альтернативных возобновляемых источников. Цена за солнечную энергию упала на 89%, за энергию ветра – на 70% [12].

Электростанции, работающие на возобновляемых источниках, не требуют затрат на само топливо. Они относительно недороги в эксплуатации. Следовательно, цена

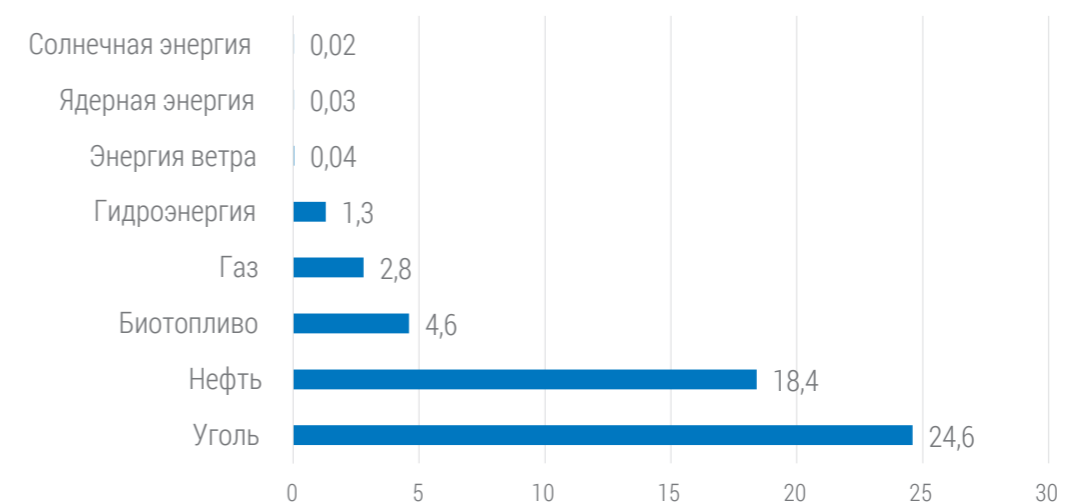
Ископаемое топливо продолжает играть доминирующую роль в глобальных энергосистемах. Согласно исследованию 2022 г., доля ВИЭ в энергопотреблении человечества в целом составляет менее 20%

энергии зависит исключительно от стоимости технологий. А эти технологии следуют «кривой обучения»: каждое удвоение мощности приводит к соответствующему снижению затрат. Чем более широкое распространение получают ветряные и фотоэлектрические генераторы, тем быстрее снижается их стоимость. Таким образом, чем больше устойчивой энергии будет введено сегодня, тем больше, благодаря снижению стоимости, сможем ввести завтра.

Фактор аварийности

Большой разрыв между источниками энергии в уровне смертности в результате несчастных случаев [4] и загрязнения воздуха на ТВт·ч производства электроэнергии (рис. 3). Один ТВт·ч – это годовое потребление электроэнергии 150 000 человек, например по уровню потребления в Европейском союзе [10].

Рис. 3. Уровень смертности по источникам в результате несчастных случаев и загрязнения воздуха на 1 ТВт·ч выработанной энергии



Ископаемое топливо и биотопливо убивают гораздо больше людей, чем ядерные и возобновляемые источники энергии. На наше восприятие безопасности ядерной энергетики сильно повлияли два события: авария на Чернобыльской АЭС в 1986 г. и авария на АЭС Фукусима-1 в Японии в 2011 г. Авария на АЭС Фукусима-1 стала первой катастрофой на ядерном объекте, вызванной воздействием, хотя и косвенным, природных явлений. Непосредственно в результате катастрофы на АЭС Фукусима-1 никто не погиб (не учитываются смерти в результате землетрясения и цунами). Однако от 40 до 50 человек получи-

На восприятие безопасности гидроэнергетики повлиял крупный прорыв дамбы в Баньцяо в Китае в 1975 г., в результате погибло от 171 до 230 тыс. человек [5]. Косвенной причиной аварии является тайфун Нина, после которого начались наводнения. Вопреки масштабной трагедии, уровень смертности от гидроэнергетики с 1965 г. составляет 1,3 смертей на ТВт·ч, когда в этом показателе почти полностью доминирует число погибших в Баньцяо.

Уровень смертности от солнечной и ветровой энергии низкий, но не нулевой. Люди погибают в результате несчастных случаев. При этом солнечная энергия безо-

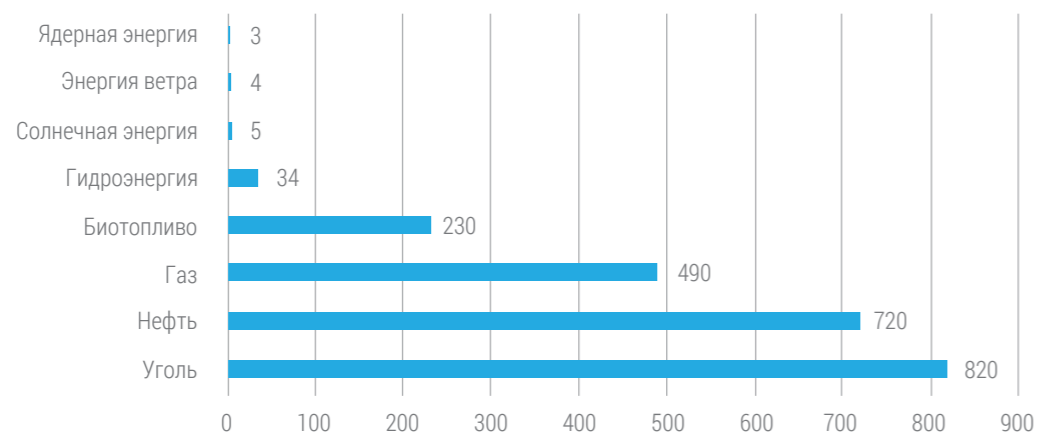


Рис. 4. Уровень выбросов парниковых газов в тоннах по источникам энергии на 1 ГВт·ч

ли физические травмы или радиационные ожоги в результате взрыва. Сколько людей погибло косвенным образом в результате ликвидации последствий аварии и эвакуации местного населения из района Фукусимы – определить сложно. Через год после катастрофы японское правительство подсчитало, что 573 человека умерли в результате физического и психического стресса, вызванного эвакуацией. С тех пор были проведены более тщательные оценки роста смертности, и в сентябре 2020 г. эта цифра была пересмотрена до 2 313 человек. Важно учитывать, что регион также пытался справиться с последствиями землетрясения и цунами: это затрудняет определение смертей, связанных с нарушением работы атомной станции, и смертей, вызванных природными явлениями [11]. Важно добавить, что уровень смертности от ядерной энергии в 613 раз ниже, чем от энергии, полученной из нефти (см. рис. 3).

пасней энергии, полученной от угля в 1230 раз.

Рассмотрим график выбросов парниковых газов по источникам энергии (рис. 4). Измеряется в выбросах CO₂ на ГВт·ч электроэнергии за цикл работы электростанции. Один ГВт·ч – это годовое потребление электроэнергии 150 людьми, например, по уровню потребления в Европейском союзе [10]. Это не только выбросы от сжигания топлива, но и от добычи, транспортировки и технического обслуживания в течение всего срока службы электростанции.

Ни один источник энергии не является полностью чистым. При этом уголь выделяет гораздо больше парниковых газов, чем другие источники энергии. Уголь загрязняет окружающую среду в 273 раза больше, чем ядерная энергия, нефть же загрязняет в 180 раз больше, чем энергия ветра.

Таким образом, мировое энергоснабжение сегодня не является ни безопасным,

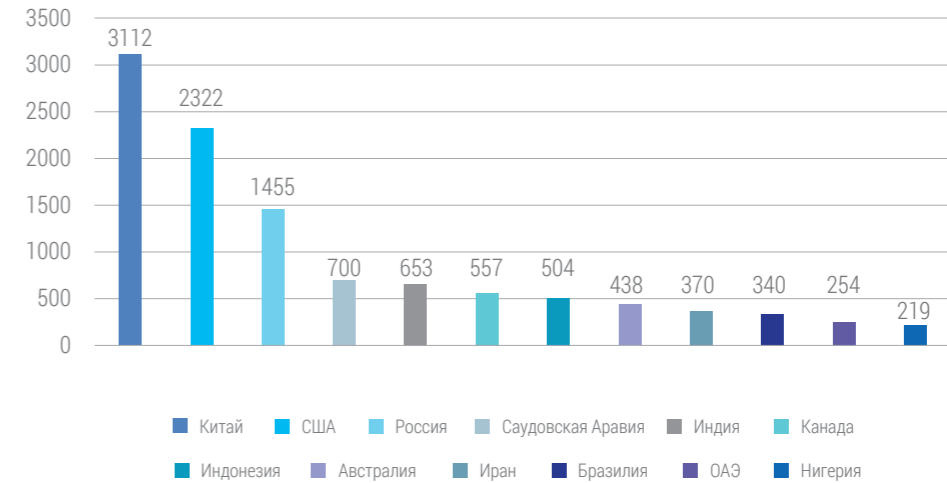


Рис. 5. Производство энергии по странам в миллионах тонн нефтяного эквивалента за 2022 г.

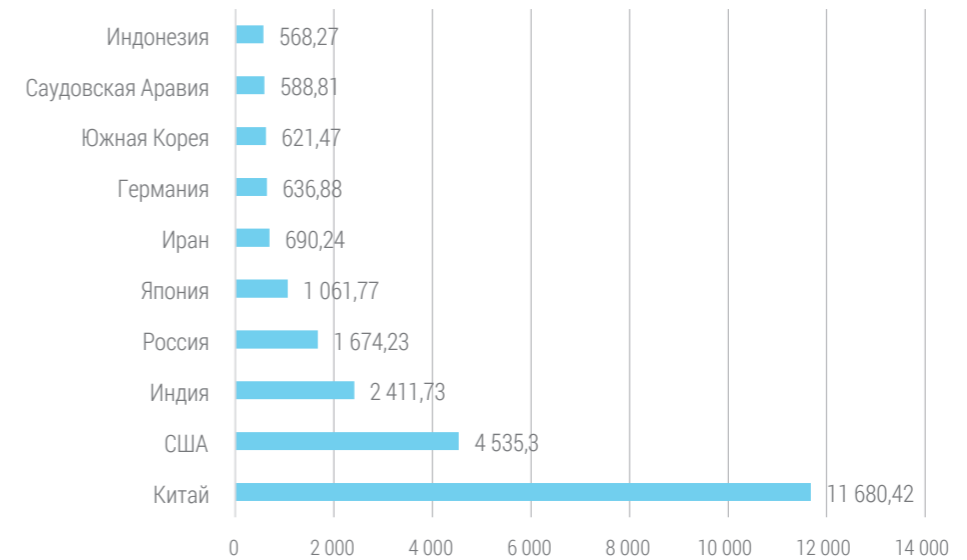


Рис. 6. Топ-10 стран с самыми высокими выбросами CO₂ в мире, в млн т, 2020 г.

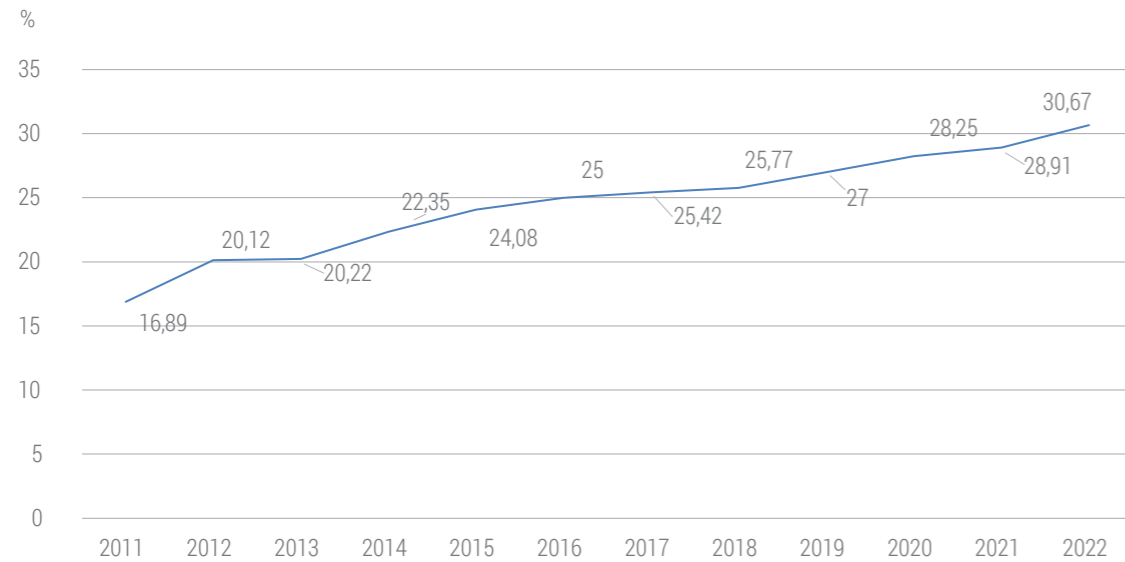
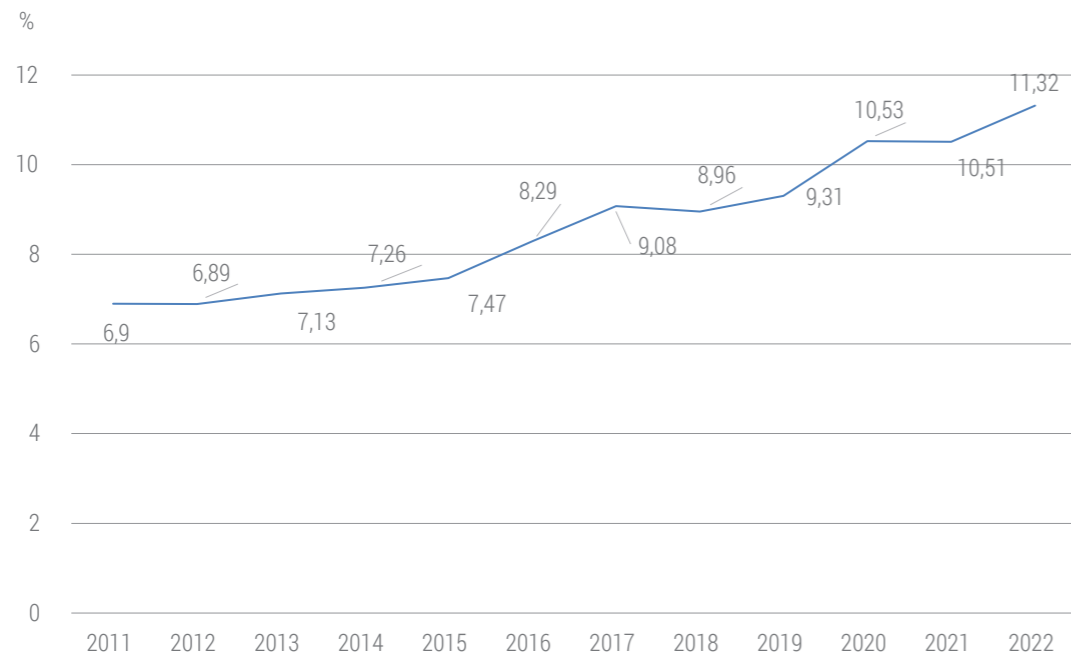


Рис. 7. Динамика изменения доли энергии из возобновляемых источников в Китае, в %



СЭС в Якутии

Источник: gao-esv.ru

ни устойчивым. Альтернативы ископаемому топливу (возобновляемые источники энергии, ядерная энергия) на порядок безопаснее и чище, чем ископаемое топливо (рис. 3–4).

Перспективы использования устойчивых источников энергии

В мире сложился дисбаланс производства энергии по странам в сравнении с объемами выбросов CO₂ (рис. 5). В Китае, США и России производится значительно больше энергии, чем в других странах [9].

Самый высокий уровень выбросов CO₂ у Китая, США и Индии (рис. 6), у самых населенных стран мира, поэтому их высокий рейтинг можно объяснить более высоким общим населением [7]. Однако, взаимосвязь между производством энергии и уровнем выбросов углекислого газа также прослеживается. Большинство стран с самыми высокими выбросами CO₂ имеют развитую экономику. Выбросы высоки там, где детская смертность самая низкая, где дети имеют хороший доступ к образованию и где высокий уровень жизни. Но в мире, где ископаемое

топливо является доминирующим источником энергии, неизбежно невосполнимое загрязнение планеты. Поэтому странам необходимо найти крупномасштабные энергетические альтернативы ископаемому топливу, которые были бы доступными, безопасными и устойчивыми. Такую нарождающуюся тенденцию показывает динамика потребления возобновляемых источников в топ-3 странах, производящих энергию. В Китае доля потребления возобновляемых источников энергии с 2011 по 2022 гг. выросла на 81% и составила 30,67% (рис. 7). В США – выросла на 64% и составила 11,32% (рис. 8). В России – выросла на 20% и составила 6,71% (рис. 9).

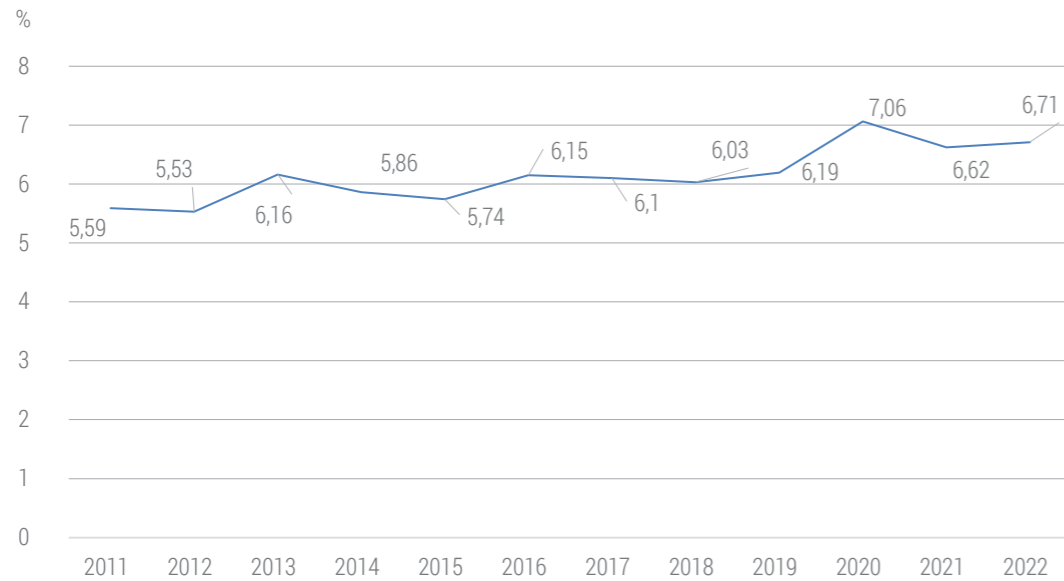
Электростанции, работающие на ВИЭ, не требуют затрат на само топливо. Они относительно недороги в эксплуатации. Следовательно, цена энергии зависит исключительно от стоимости технологий

В Китае наблюдается самый быстрый рост потребления устойчивых источников энергии. В России рост более медленный, на данный момент ископаемое топливо доминирует.

Энергетика играет центральную роль в российской экономике, потому что она движет все остальные элементы системы – промышленные, сельскохозяйственные, коммерческий и государственный секторы. Кроме того, энергетика, в частности нефть и природный газ, является наиболее важным экспортом и источни-

3. Северо-Западный федеральный округ.
4. Приволжский федеральный округ.
5. Южный федеральный округ.
6. Сибирский федеральный округ.
7. Дальневосточный федеральный округ.
8. Уральский федеральный округ.

Получается, что федеральные округа, которые обеспечивают страну энергией, самые загрязненные. Россия сохраняет свое внимание к ископаемому топливу, несмотря на огромный потенциал возоб-



ком иностранной валюты для экономики Российской Федерации. Около 90% газа в России добывается на севере Уральского федерального округа. Сибирский федеральный округ является крупнейшим по добыче нефти, в регионе находится около 70% всей добываемой нефти страны. Дальневосточный федеральный округ обладает крупнейшей в России угольной сырьевой базой (12% от общероссийской) с полным набором углей различного марочного состава. Эти регионы также являются лидерами социально-экономического роста в России согласно поступлениям в федеральный бюджет (рис. 10).

Однако, совсем другой рейтинг самых чистых регионов России [2]:

1. Центральный федеральный округ.
2. Северо-Кавказский федеральный округ.

новляемых источников энергии. Эти ресурсы либо доступны без ограничений, либо пополняются быстрее, чем потребляются.

Заключение

Устойчивые источники энергии практически не выделяют парниковых газов. Следовательно, они наносят меньший углеродный след по сравнению с ископаемым топливом. Снижение вредных выбросов улучшает качество воздуха и снижает респираторные заболевания и другие проблемы со здоровьем, связанные с загрязнением воздуха.

Наибольшее изменение стоимости возобновляемых источников энергии произошло у солнечной фотоэлектрической энергетики (рис. 2). Это в значительной степени способствовало изменению общей мощ-

ности, которая выросла с 25 ГВт в 2009 г. до 663 ГВт в 2019 г. Однако Россия обладает относительно низким потенциалом для производства солнечной энергии, несмотря на ее размеры. Это северная страна, и большая часть ее территории круглый год покрыта густой облачностью. Большой потенциал существует только на крайнем юге (например, на Кубани и в Астраханской области) и в некоторых районах Восточной Сибири (Якутия, Бурятия). Солнечные электростанции требуют минимального обслуживания и имеют низкие эксплуатационные расходы. Кроме того, они отличаются высокой надежностью и сроком службы 25–30 лет.

Россия обладает огромным потенциалом для использования энергии ветра. Наиболее перспективными являются прибрежные районы на Дальнем Востоке, полуостров Ямал, горные перевалы на Урале и Кавказе, а также равнинные степные районы. Стоимость энергии ветра снизилась на 70% за последние 10 лет (рис. 2), а мощность выросла более чем в три раза – до 651 ГВт. Срок службы ветряного генератора энергии в зависимости от условий эксплуатации составляет от 15 до 25 лет.

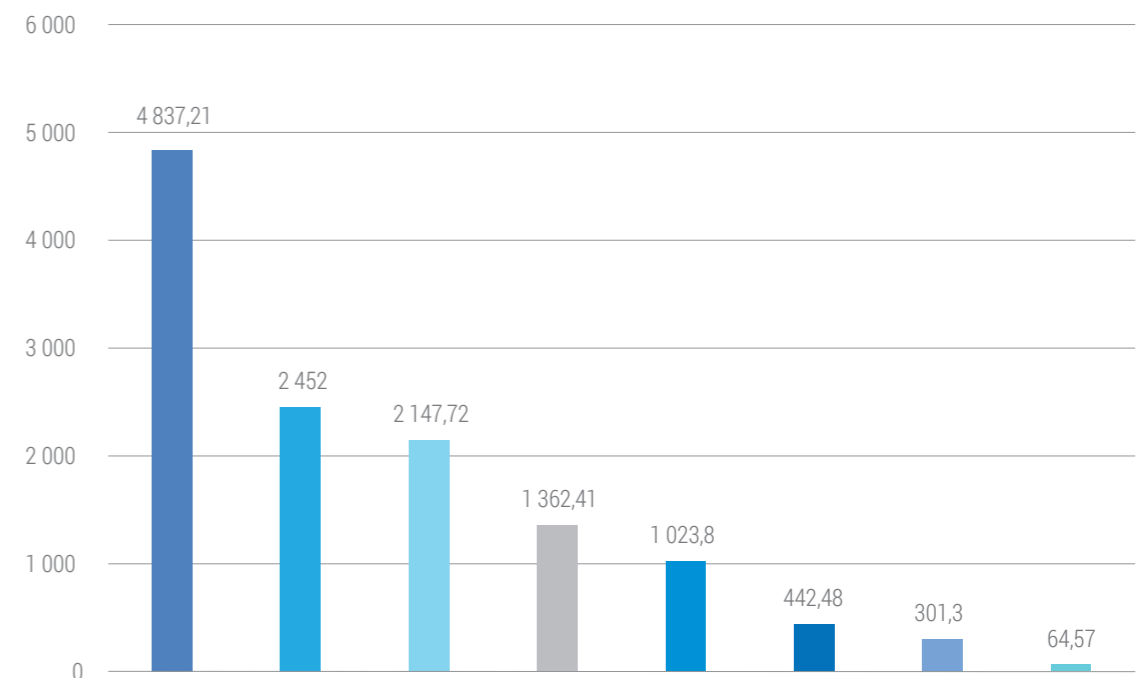
Гидроэнергетика является наиболее используемой формой возобновляемой энергии в России, и имеет большой потенциал для более широкого использования. Россия располагает 12% мировых разведанных

Стоимость энергии ветра снизилась на 70% за последние 10 лет, а мощность выросла более чем в 3 раза – до 651 ГВт. Срок службы ветряного генератора составляет от 15 до 25 лет

гидроэнергетических ресурсов, и по производству гидроэнергии во всем мире она уступает только США и Китаю. Россия использует около 20% своих экономически жизнеспособных гидроэнергетических ресурсов, при этом степень использования варьируется от 48% в европейской части России до 25% в Сибири и 3% на Дальнем Востоке. Большая часть гидроэнергетического потенциала России находится в Центральной и Восточной Сибири и на Дальнем Востоке. Срок службы гидроэлектростанций составляет от 50 до 100 лет.

Территория России более, чем на 50% покрыта лесами, то есть имеет огромный потенциал производства твердого биотоплива. Производство жидкого биотоплива

Рис. 10. Поступления в федеральный бюджет за 2019 г., млрд руб.



в России менее перспективно, поскольку содержит спирт. Из-за этого акцизы на него составляют до 90% себестоимости.

Ядерная энергия технически не является возобновляемой, поскольку уран – это конечный источник. Но это не означает, что атомная энергия не является более чистой и энергоэффективной. Россия была первой страной в мире, которая начала производить «мирную» ядерную энергию, первая небольшая станция в Обнинске была открыта еще в 1954 г. и работает до сих пор. В настоящее время в России насчитывается 11 действующих станций с 38 реакторами. Все крупнейшие станции сосредоточены в европейской части страны. Фактически, Россия является четвертым по величине производителем атомной энергии в мире после США, Франции и Японии. Срок эксплуатации атомной электростанции 25–30 лет.

Одним из ключевых факторов, способствующих окупаемости инвестиций в возобновляемые источники энергии, является снижение стоимости технологий использо-

вания возобновляемых источников энергии. За последнее десятилетие стоимость возобновляемой энергии значительно снизилась, что делает ее все более конкурентоспособной по сравнению с традиционными источниками энергии.

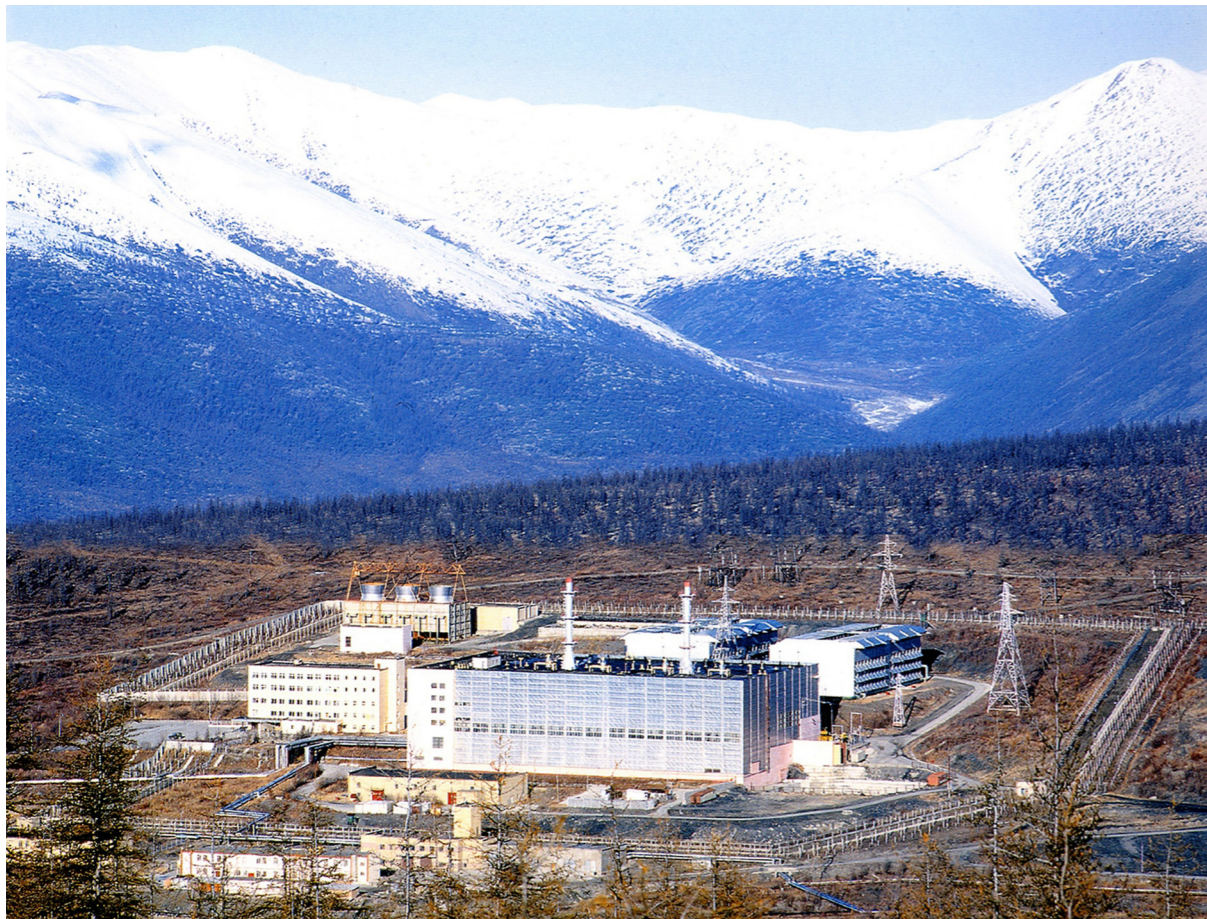
Еще одним важным фактором, способствующим окупаемости инвестиций в возобновляемые источники энергии, является наличие финансовых стимулов. Например, в России существует государственная программа поддержки возобновляемой энергетики. Это может компенсировать первоначальные затраты на установку систем возобновляемой энергии и, следовательно, повысить рентабельность инвестиций.

Кроме того, в мире существует практика закупки коммунальными компаниями определенной доли энергии, выработанной из возобновляемых источников. В России такой практики пока нет, но возможно через несколько лет это будет обыденностью.

Работа выполнена в рамках гранта ГУУ (НИР № 1002-2).

Билибинская АЭС

Источник: rosenergoatom.ru



Нововоронежская АЭС

Источник: «Росатом»

Использованные источники

1. Глобальная энергетика развития: коллективная монография / Под. ред. О.Л. Кузнецова // Москва. РАЕН. 2011. – 214 с.
2. Национальный экологический рейтинг регионов. – URL: <https://xn--80ajagmkdntlvn2hva.xn--p1ai/tpost/bmx3tgl6t1-natsionalnii-ekologicheskii-reiting-regi> (дата обращения: 12.07.2023).
3. Плакиткин Ю.А., Плакиткина Л.С. Энергия и прогнозы мирового развития: тенденции и закономерности // Москва. Издательский дом «МЭИ». 2020. – 220 с.
4. Шамаева Е.Ф., Кнауб Р.В. К вопросу оценки последствий катастроф различного генезиса в системе «природа – общество – человек» // Геосферные исследования. 2021. № 3. С. 104–114.
5. Clean Energy. – URL: <https://www.bloomberg.com/news/articles/2023-01-26/clean-energy-fossil-fuel-investment-tied-for-first-time-in-2022> (дата обращения: 07.07.2023).
6. CO₂ Emissions by Country 2023. – URL: <https://worldpopulationreview.com/country-rankings/co2-emissions-by-country> (дата обращения: 01.07.2023).
7. Energy consumption by source. – URL: <https://ourworldindata.org/grapher/energy-consumption-by-source-and-country> (дата обращения: 17.06.2023).
8. Shamaeva E.F. Environmental factors of the quality of life of the population. Chemistry and Technology of Fuels and Oils. 2020. № 4. – P. 105.
9. Total energy production. – URL: <https://yearbook.enerdata.net/total-energy/world-energy-production.html> (дата обращения: 30.06.2023).
10. What are the safest and cleanest sources of energy? – URL: <https://ourworldindata.org/safest-sources-of-energy> (дата обращения: 02.06.2023).
11. What was the death toll from Chernobyl and Fukushima? – URL: <https://ourworldindata.org/what-was-the-death-toll-from-chernobyl-and-fukushima> (дата обращения: 10.06.2023).
12. Why did renewables become so cheap so fast? – URL: <https://ourworldindata.org/cheap-renewables-growth> (дата обращения: 01.06.2023).