

Научно-исследовательский журнал «Modern Economy Success»

<https://mes-journal.ru>

2025, № 4 / 2025, Iss. 4 <https://mes-journal.ru/archives/category/publications>

Научная статья / Original article

Шифр научной специальности: 5.2.5. Мировая экономика (экономические науки)

УДК 330.131.5



¹ Разумнова Л.Л., ^{1,2} Савина Н.П.,

¹ Российский экономический университет имени Г.В. Плеханова,

² Институт народнохозяйственного прогнозирования Российской академии наук

Проблемы энергоэффективности КНР и роль майнинга

Аннотация: целью исследования является выявление проблем повышения энергоэффективности и состояния криптоиндустрии в КНР как фактора, оказывающего влияние на ее динамику. В рамках данной предметной области исследования определена роль энергоэффективности в условиях глобального энергоперехода; проанализированы результаты прогресса ЦУР в области энергоэффективности; изучена глобальная и региональная динамика энергопотребления и энергоемкости ВВП; выявлены тенденции, приоритеты, факторы, среднесрочные перспективы и вклад КНР в динамику энергоэффективности; изучены тенденции развития и влияние рынка майнинга криптовалют на глобальную энергоэффективность; определены факторы и проблемы, оказывающие влияние на развитие криптоиндустрии и рынка майнинга в КНР; выявлены различия во взглядах экспертов по данной проблематике и др.

Методы: в качестве методов исследования динамики и факторов энергоэффективности используется синтез количественных и качественных аналитических инструментов, временной и пространственный подходы, динамический анализ данных, анализ правовых документов и обобщение экспертных мнений, методы сравнительного анализа и группировки данных, методы графического и табличного представления информации и др.

Результаты (Findings): В ходе проведенного исследования установлено, что несмотря на общий глобальный тренд ускорения темпов роста энергоэффективности, ряд факторов, таких как низкий уровень цен на ископаемое топливо, недостаточное финансирование и эффективность госпрограмм, высокий уровень инфляции, долговой кризис, оказывает негативное влияние на данный процесс. Установлено, что наибольший вклад в снижение энергоемкости мирового ВВП вносит регион АТР при ведущей роли КНР. Факторами, препятствующими достижению целей в области устойчивой энергетики в рамках современного энергоперехода являются низкие цены на ископаемое топливо, недостаточное госфинансирование, низкая эффективность государственных программ, нехватка квалифицированных рабочих и др. Преимущества энергоэффективности, получаемые странами вследствие его роста, включают снижение рисков высокой волатильности цен на электроэнергию, повышение энергобезопасности, возникновение новых видов экономической активности и др. Достижение целей по энергоэффективности КНР при увеличивающемся спросе на энергию сдерживается необходимостью поддержания темпов роста ВВП и энергоемких отраслей, отсутствием необходимых рыночных сигналов для ее снижения, высокой долей угля в ТЭБ и др. Выявлено, что миграция китайских майнеров и изменяющаяся методология оценки энергетических затрат майнинга при существующем запрете добычи криптовалют в Китае затрудняет количественный анализ влияния майнинга на энергоемкость ВВП, однако в настоящий момент КНР является крупнейшим в мире владельцем майнинговой сети *Bitcoin*, а создаваемые зарубежные китайские фермы имеют ценовое преимущество перед местным майнинговым бизнесом.

Выводы: Установлено, что, являясь лидером в использовании ВИЭ, КНР испытывает целый ряд препятствий на пути снижения энергоемкости ВВП и темпов роста выбросов парниковых газов, включая деятельность нелегальных майнеров, которая в настоящее время находится под запретом на материковой части КНР. Изучение экспертных мнений показало неоднозначность взглядов китайских экспертов на перспективы и влияние рынка майнинга на экономику Китая. В настоящий момент наблюдается стремление властей КНР с помощью регуляторных мер снизить негативные эффекты майнинговой деятельности и поддерживать лидерство в развитии блокчейн-технологий, а также создание условий для

превращения Гонконга в легальный мировой центр криптоиндустрии. Принимая во внимание тот факт, что Россия по итогам 2023 года входит в тройку лидеров на рынке майнинга, оставаясь приверженной целям достижения климатической нейтральности, сделан вывод о том, что опыт Китая и его стратегия развития данного рыночного сегмента представляет интерес и требует дальнейшего изучения.

Ключевые слова: КНР, энергоэффективность, возобновляемые источники энергии, выбросы, Цели устойчивого развития, энергопереход, майнинг, криптовалюта, блокчейн

Для цитирования: Разумнова Л.Л., Савина Н.П. Проблемы энергоэффективности КНР и роль майнинга // Modern Economy Success. 2025. № 4. С. 366 – 383.

Поступила в редакцию: 4 апреля 2025 г.; Одобрена после рецензирования: 6 июня 2025 г.; Принята к публикации: 11 июля 2025 г.

¹ Razumnova L.L. ^{1, 2} Savina N.P.,
¹ Plekhanov Russian University of Economics,
² Institute of National Economic Forecasting of the Russian Academy of Sciences

China's energy efficiency problems and the role of mining

Abstract: the aim of the study is to identify the problems of increasing energy efficiency and the state of the crypto industry in China as a factor influencing its dynamics. Within the framework of this subject study area, the role of energy efficiency in the context of the global energy transition is determined; the results of the SDG progress in the field of energy efficiency are analyzed; the global and regional dynamics of energy consumption and energy intensity of GDP are studied; trends, priorities, factors, medium-term prospects and contribution of China to the dynamics of energy efficiency are identified; trends and the impact of the cryptocurrency mining market on global energy efficiency are studied; factors and problems influencing the development of the crypto industry and the mining market in China are identified; differences in the views of experts on this issue are revealed, etc.

Methods: the methods used to study the dynamics and factors of energy efficiency include a synthesis of quantitative and qualitative analytical tools, temporal and spatial approaches, dynamic data analysis, legal documents analysis and generalization of expert opinions, methods of comparative analysis and data grouping, methods of graphical and tabular presentation of information, etc.

Findings: The study found that despite the general global trend of accelerating energy efficiency growth, a number of factors, such as fossil fuels low prices, insufficient funding and effectiveness of government programs, high inflation, the debt crisis, etc., have a negative impact on this process. It was also found that the Asia-Pacific region, with China playing a leading role, makes the greatest contribution to reducing the energy intensity of global GDP. Factors hindering the achievement of sustainable energy goals in the modern energy transition include low prices for fossil fuels, insufficient public funding, low efficiency of government programs, shortage of skilled workers, etc. The benefits of energy efficiency growth received by countries include reduced risks of high volatility of electricity prices, increased energy security, the emergence of new types of economic activity, etc. Achieving energy efficiency goals in China with increasing energy demand is constrained by the need to maintain the GDP growth rate and energy-intensive industries, the lack of the necessary market signals to reduce it, the high share of coal in the energy balance, etc. It was revealed that the migration of Chinese miners and the changing methodology for assessing the energy costs of mining under the existing cryptocurrency mining ban in China complicates the quantitative analysis of the impact of mining on the GDP energy intensity, but at present the PRC is the world's largest owner of the Bitcoin mining network, and the foreign Chinese farms have a price advantage over the local mining business.

Conclusions: Being a leader in the use of renewable energy sources, China will experience a number of obstacles to reducing the GDP energy intensity and the growth rate of greenhouse gas emissions, including the activities of illegal miners, which are currently banned in mainland China. A study of expert opinions showed the ambiguity of views of Chinese experts on the prospects and impact of the mining market on the Chinese economy. At the moment, there is a desire by the Chinese authorities to reduce the negative effects of mining activities with the help of regulatory measures and at the same time maintain leadership in the development of blockchain technologies, as well as create conditions for turning Hong Kong into a legal world center of the crypto industry. Taking into account the fact that Russia is among the top three leaders in the mining market by the end of 2023, while remaining

committed to the achieving climate neutrality goal, it is concluded that China's experience and its development strategy of this market segment are of interest and require further study.

Keywords: China, energy efficiency, renewable energy sources, emissions, Sustainable Development Goals, energy transition, advantages, energy efficiency factors, mining

For citation: Razumnova L.L., Savina N.P. China's energy efficiency problems and the role of mining. Modern Economy Success. 2025. 4. P. 366 – 383.

The article was submitted: April 4, 2025; Approved after reviewing: June 6, 2025; Accepted for publication: July 11, 2025.

Введение

Современная энергетика проходит новый этап качественных преобразований в рамках четвертого энергоперехода. Утроение мощностей ВИЭ наряду с удвоением энергоэффективности к 2030 г., согласно целям COP28, будет способствовать созданию условий для социального и экономического развития, сравнимых с теми, которые были сформированы в период промышленной революции. Энергетический переход может обеспечить глобальную экономию финансовых средств к 2050 гг. до 140 трлн долл., создание новых 7 млн рабочих мест и дополнительный прирост глобального ВВП до 1,1% [1]. Достижение конкурентоспособности ВИЭ и вытеснение ископаемого топлива сопровождается быстрым падением цен на электроэнергию, вырабатываемую на «чистых» источниках, средний уровень которых к 2022 г. стал ниже, чем цены, формирующиеся на любой ТЭС [2].

Однако возможности для сдерживания глобального потепления на уровне ниже 1,5°C сокращаются, и, если в текущем десятилетии не произойдет значительного сокращения выбросов, человечество не сможет предотвратить неблагоприятное воздействие антропогенного фактора, который способен увеличить глобальную температуру на 4°C. Решение данной проблемы может быть достигнуто за счет смягчения последствий изменения климата, отказа от использования ископаемого топлива, повсеместного инвестирования в ВИЭ и повышения энергоэффективности. Именно последнее направление в большей степени, чем другие меры энергетической политики, за последние 35 лет обеспечило растущий спрос на энергию при более эффективном распределении ресурсов и росте мирового производства.

Анализ глобальных результатов прогресса в области энергоэффективности, а также других связанных целей по достижению Целей устойчивого развития (ЦУР № 7 «Обеспечение всеобщего доступа к недорогим, надежным, устойчивым и современным источникам энергии для всех») свидетельствует о том, что в 2020-2021 гг. интенсивность предпринимаемых усилий недостаточна для

достижения ни одной из подцелей до 2030 г. в рамках ЦУР7. Так, несмотря на то, что в этот период доступность к электроэнергии увеличилась с 84% до 91%, а число людей, не имеющих такую возможность, сократилось почти вдвое (с 1,1 млрд до 675 млн). В 2010-2020 гг. доля ВИЭ в общем конечном потреблении энергии (ОКПЭ) выросла незначительно (с 16% до 19,1%), что требует ускорения этого процесса для того, чтобы повысить их удельный вес до 33%-38% к 2030 г. и до 50-85% к 2050 г. (вместе с атомной энергией в амбициозных климатических сценариях). В 2010-2021 гг. глобальная энергоемкость снизилась не существенно – с 5,53 МДж/долл. до 4,63 МДж/долл. (1,8% в год), тогда как достижение ЦУР требует рост этого показателя в 2020-2030 гг. до 3,4-4,2%. Факторы, препятствующие этому, включают неопределенность макроэкономических перспектив, высокий уровень инфляции, колебания валютных курсов, расширяющийся долговой кризис, отсутствие необходимого финансирования, узкие места в цепочках поставок, рост цен на энергоносители с лета 2021 г., сокращение международных государственных средств в поддержку чистой энергетики в развивающихся странах, достигших пиковых значений в 26,4 млрд долл. [3, р. 7-8].

Одним из главных преимуществ энергоэффективности признается ее решающее значение для достижения всеобщего устойчивого доступа к энергии наряду с внедрением ВИЭ. Ее повышение способствует решению многообразных задач, связанных с ускорением социально-экономического развития стран, включая проведение промышленной модернизации, рост производительности труда и конкурентоспособности, поддержание экономического роста, увеличение доступности энергии, сокращение бедности, в том числе энергетической, минимизация потерь производительности за счет лучшего управления пиковыми нагрузками системы, ослабление бюджетных ограничений вследствие сокращения субсидий и уменьшения фискальных трансфертов, повышение энергетической безопасности за счет ослабления зависимости

от импорта и др. Прямое воздействие этого процесса выражается в создании дополнительной экономической деятельности, росте продаж, создании новых рабочих мест и др.; косвенное – в увеличении располагаемого дохода от снижения затрат, связанных с экономией энергии. Являясь основным инструментом сокращения выбросов ПГ, рост энергоэффективности повышает устойчивость к разнообразным рискам, включая волатильность цен на энергию. В совокупности эти дополнительные финансовые потоки оказывают мультипликативное положительное воздействие на экономическую активность [4, р. 32-47].

Материалы и методы исследований

Общие теоретические и практические проблемы энергоэффективности на глобальном и страновом уровне изучались на основе методов количественного анализа международных баз данных Международного энергетического агентства (МЭА), Международного агентства по возобновляемым источникам энергии (IRENA), исследовательской компании Enerdata. Выводы исследования базируются на основе анализа и обобщения мнений российских и зарубежных экспертов в области изучения тенденций развития энергетических рынков, включая правовое регулирование рынка криптовалют.

Результаты и обсуждения

Тенденции динамики энергоэффективности

В ходе количественного исследования установлено, что в глобальном масштабе наблюдается общий рост энергоэффективности: наилучшим периодом были 2010-2020 гг., когда снижение энергоемкости происходило наиболее высокими темпами. За весь тридцатилетний период рост энергоемкости наблюдался лишь в 2010 г. [5, р. 23]. Для достижения целей устойчивого развития ЦУР 7 ООН рекомендовала ежегодный темп снижения энергоемкости в 2,6% за 2010-2030 гг., однако в 2020 г. он составил всего 0,6%, что является самым низким показателем с 2010 г. Основным фактором низкой динамики стали ограничения, связанные с пандемией COVID-19, что привело к сокращению мирового ВВП и общего объема предложения энергии на 3,2% и 3,8% соответственно [6]. Рекордно высокие цены на энергоносители после пандемии повысили внимание к проблеме энергоэффективности, ее ценность и способствовали росту инвестиций. В целом в 1990-2020 гг. мировой ВВП увеличился в 2,4 раза, тогда как общемировое энергоснабжение – всего на 60%, что позволило экспертам сделать вывод о разрыве линейной взаимосвязи между динамикой ВВП и энергопотреблением, то есть о формировании тенденции отделения энергопотребления от

экономического роста, что и вызвало улучшение показателя энергоемкости. Эксперты полагают, что сокращение темпов роста глобального ВВП в 2020-2030 гг. приведет к повышению темпов роста энергоэффективности [7, р. 24].

По мнению МЭА, решающее значение для достижения целей в области энергоэффективности имеет ее динамика в 20 крупнейших странах-потребителях энергии. В 2010-2020 гг. шесть стран из двадцати, включая Мексику, Францию, Индонезию, Японию, Турцию и Италию, в два раза улучшили энергоэффективность по сравнению с предыдущим десятилетием. Тот факт, что в данном списке присутствуют как развитые, так и крупнейшие развивающиеся экономики, свидетельствует о том, что для стран имеется возможность значительно повысить энергоэффективность независимо от ее начального уровня [8, р. 110].

Согласно Energy Progress Report 2023, в географическом аспекте процесс снижения энергоемкости имеет разнотемповый характер. В нем лидирует регион Восточной и Юго-Восточной Азии с показателем -2,6%. В странах Северной Америки и Европы, Центральной и Южной Азии и Океании энергоемкость снижается на 1,8-2,0% в год. Этот процесс идет почти в два раза медленнее в Латинской Америке, странах Карибского бассейна и государствах Африки к югу от Сахары. Замыкают список государства Ближнего Востока и Северной Африки с показателем (-0,7%) [3, р. 130-140]. Наиболее низкие темпы прослеживаются в странах с невысоким уровнем доступа к энергии и тех, которые традиционно используют биоэнергетические ресурсы для приготовления пищи. Рост производства электроэнергии и эффективности напрямую зависит от увеличения доли ВИЭ, что объясняется устранением потерь, возникающих при преобразовании невозобновляемого топлива в электроэнергию.

По прогнозам на 2024-2026 гг., максимальный рост спроса на электроэнергию гг. будет приходиться на страны АТР, охватывающие более 50% мирового потребления электроэнергии и обеспечивающие большую часть прироста мирового потребления электроэнергии. В среднем он составит 4,6% в год, где Китай обеспечит 70% регионального роста. В ЮВА будет наблюдаться аналогичная ситуация: рост спроса на электроэнергию вырастет с 4,6% до 5,3% благодаря расширению энергопотребления в промышленности и домохозяйствах; будет происходить отказ от старых, неэффективных промышленных мощностей и повышение энергоэффективности зданий. В Америке увеличение ВИЭ генерации на 7% будет компенсировать и даже превысит дополнительный спрос

на электроэнергию, который будет расти на 1,7% в год, при этом выбросы в электроэнергетике будут снижаться на 4%. В ЕС ожидается рост спроса до 2,5% и существенное увеличение доли ВИЭ и атомной энергии – с 67% до 77%, что обеспечит быстрое сокращение выбросов. В Евразии рост потребления электроэнергии на уровне 1,2% произойдет во многом за счет России, которая обеспечивает снижение интенсивности выбросов благодаря использованию атомной энергии. При этом генерация на ископаемом топливе с долей 66% продолжит доминировать в ее электроэнергетическом балансе. Спрос на электроэнергию в странах Ближнего Востока будет увеличиваться на 3%, а интенсивность выбросов снижаться за счет увеличения доли атомной энергии и ВИЭ. В Африке спрос будет расти на 2% и покрываться за счет расширения использования ВИЭ и природного газа [8, с. 89-92].

Поставленная в 2023 г. задача удвоения прогресса энергоэффективности экспертами МЭА признается сложной, но достижимой, поскольку имеется много страновых прецедентов ее выполнения. Так, за последние десять лет 90% стран смогли достичь показателя энергоэффективности в 4% не менее одного раза, а 50% сделали это не менее трех раз. Однако только четыре страны двадцатки – Китай, Франция, Великобритания и Индонезия делали это непрерывно в течение 5-летнего периода [9]. Достижению этой цели будет также способствовать одобрение 46 правительствами действий по ее достижению на 8-й ежегодной конференции МЭА по энергоэффективности (июнь 2023 год) и Версальским заявлением: Решающее десятилетие для энергоэффективности (Versailles Statement: The crucial decade for energy efficiency).

Сдерживающими факторами роста энергоэффективности могут стать низкие цены на ископаемое топливо, недостаточное финансирование и низкая эффективность государственных программ, нехватка квалифицированных рабочих и др. Вместе с тем снижение выбросов в электроэнергетике станет долгосрочным трендом благодаря растущему использованию ВИЭ и ядерной энергии.

Энергетика и энергоэффективность Китая

На 75-й сессии Генеральной Ассамблеи ООН в сентябре 2020 г. президент КНР Си Цзиньпин объявил, что Китай стремится достичь пика выбросов ПГ до 2030 г. и углеродной нейтральности к 2060 г. При этом страна лидирует в группе шести экономик (КНР, США, Индия, ЕС-27, Россия и Бразилия) с наибольшим количеством выбросов (более 60% мировых в 2022 г.). В КНР, как в США и Индии, выбросы продолжают расти, что актуализирует для Поднебесной проблему снижения энергоемкости ВВП как фактора достижения климатической нейтральности.

Китайская энергетика развивается по трем основным направлениям: повышение энергоэффективности; электрификация и рыночные реформы, предполагающие изменение правил игры и вытеснение ископаемого топлива из конечного потребления; «зеленое» энергоснабжение на основе расширения использования ВИЭ. Как показал анализ данных UNSD, предложение энергии материкового Китая имело тенденцию к устойчивому росту и в целом коррелирует с динамикой ВВП. Снижение данного показателя наблюдалось лишь в 2016 г. В 2000-2020 гг. предложение энергии в стране утроилось (рост с 1133215,88 до 3499480,64 кт. н.э.). Данная тенденция не характерна для Гонконга, где максимальный уровень предложения был достигнут в 1999 г., при этом общий уровень потребления энергии остался на прежнем уровне (около 14138,2 кт. н.э.), незначительно снизившись лишь в 2020 г. В Макао данный повышательный тренд прерывается на пике в 2017 г., когда предложение энергии практически удвоилось (с 562,4 до 1045,3 кт. н.э.). При общем тридцатилетнем положительном тренде роста энергоэффективности во всех трех юрисдикциях в 2015-2020 гг. наблюдалась разнонаправленная динамика: материковая часть КНР демонстрировала замедление темпов роста (с -4,2% до -2,5%), в Гонконге снижение энергоемкости ускорилось с -1,1% до -3,2%, тогда как в Макао наблюдается абсолютное повышение энергоемкости на 3,1% и 10,4% в начале и в конце данного пятилетнего периода соответственно (рис. 1 и 2).

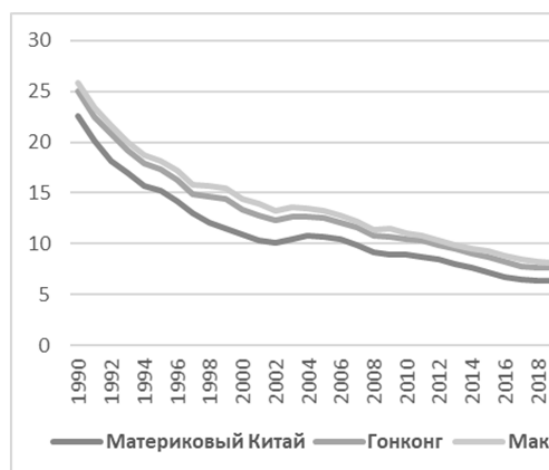


Рис. 1. Динамика энергоэффективности материкового Китая, Гонконга, Макао, 1990-2020 гг., мегаджоули/ВВП по ППС в ценах 2017 г. Источник: МЭА (2022), Мировые энергетические балансы; Энергетические балансы, Статистический отдел ООН (2022).

Fig. 1. Dynamics of energy efficiency in mainland China, Hong Kong, Macau, 1990-2020, megajoules/GDP at PPP in 2017 prices. Source: IEA (2022), World Energy Balances; Energy Balances, UN Statistics Division (2022).

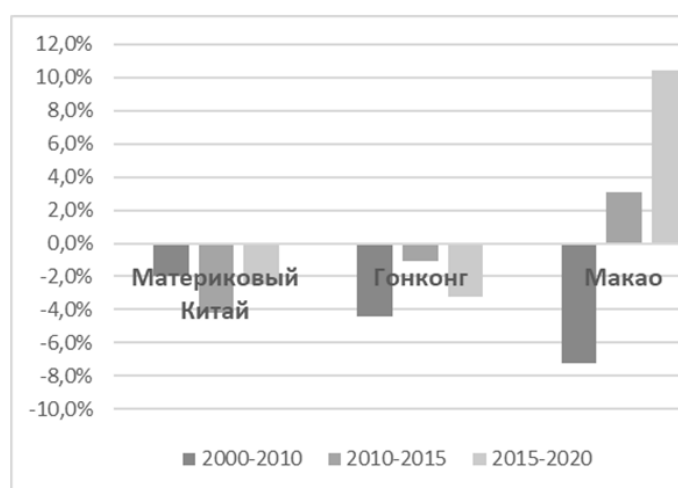


Рис. 2. Среднегодовые темпы роста энергоэффективности материкового Китая, Гонконга, Макао, 2000-2010 гг., 2010-2015 гг. и 2015-2020 гг., %. Источник: МЭА (2022), Мировые энергетические балансы; Энергетические балансы, Статистический отдел ООН (2022).

Fig. 2. Average annual growth rates of energy efficiency in mainland China, Hong Kong, Macau, 2000-2010, 2010-2015 and 2015-2020, %. Source: IEA (2022), World Energy Balances; Energy Balances, UN Statistics Division (2022).

Завершение пандемии и восстановление экономики КНР стали факторами увеличения спроса на электроэнергию, в 2023 г. он вырос на 6,4%. Этому также способствовало производство солнечных фотоэлектрических модулей и переработка сопутствующих материалов. Долгосрочным фактором роста станет повышение спроса домохозяйств, продолжающаяся электрификация промышленного сектора и рост числа электромобилей, доля которых сейчас составляет 8% от всех транспортных средств. Вместе с тем ожидается, что экономический рост страны замедлится и приведет к устойчивому снижению темпов роста спроса на элек-

троэнергию – с 6,5% в 2016-2019 гг. до 4,7% в 2024-2026 гг. Свой вклад в этот процесс внесет и угольная генерация, где спрос уменьшится на 1,5%. И это, несмотря на то, что КНР обеспечит около двух третей увеличения потребления энергии в АТР, как отмечалось выше. Доля ВИЭ в электроэнергетике страны возрастет с 27% до 35%, однако угольная энергия будет оставаться ее основным источником (57%) [8, р. 88-92].

Основные «драйверы» энергетической стратегии КНР включают 1) непрерывное развитие ВИЭ при постепенной отмене субсидирования, 2) контроль над объемами производства и потребления

угля, 3) сильную политику в области энергоэффективности, 4) реформы энергетических рынков, направленные на рост эффективности и превращение электроэнергии в конкурентоспособный энергоноситель, 5) повышение гибкости энергетической системы за счет ее децентрализации и осуществление эффективной политики контроля за выбросами углерода [10].

Поставленная цель достижения углеродной нейтральности потребует глубоких изменений практически во всех аспектах, связанных с потреблением энергии, а также тщательного планирования и скоординированных усилий со стороны правительства КНР и бизнеса. Несмотря на то, что китайское правительство с 1980-х годов включает цели по снижению энергоёмкости экономики в пятилетние планы развития и определяет конкретные количественные ориентиры (табл. 1), многие аспекты необходимых изменений остаются неяс-

ными. Цели по энергоёмкости в 13-ой пятилетке в полном объеме не достигли десять провинций. В 14-ом пятилетнем плане не были устанавливаемы ограничения на общее потребление энергии, но говорится о необходимости улучшения механизма двойного контроля, а также о прогнозе роста спроса на все виды энергоносителей за исключением угля; при этом наиболее быстрыми темпами планируется увеличить потребление газа и ВИЭ [12]. **Приоритетными направлениями по снижению энергоёмкости** объявлены тяжелая промышленность, производство строительных материалов и угля, транспорт, бытовая техника и городское проектирование [13]. Уточним, что в области энергоэффективности в КНР работает около 3,5 млн человек, то есть около 30% глобальной занятости [11].

Таблица 1

Цели снижения энергоёмкости ВВП КНР по пятилетнему плану.

Table 1

Objectives of reducing the energy intensity of China's GDP according to the five-year plan.

Пятилетка	Цель	Выполнение
Одиннадцатый пятилетний план: 2006-2010 гг.	на 20% ниже уровня 2005 г.	достигнуто
Двенадцатый пятилетний план: 2011-2015 гг.	на 16% ниже уровня 2010 г.	достигнуто
Тринадцатый пятилетний план: 2016-2020 гг.	на 15 % ниже уровня 2015 г.; политика двойного контроля – ограничения на общее потребление энергии и энергоёмкость для провинций, муниципалитетов и автономных регионов	десять провинций не смогли достичь одной или обеих целей двойного контроля
Четырнадцатый пятилетний план: 2021-2025 гг.	на 13,5% ниже уровня 2020 г.	-

Источник: составлено авторами на основе пятилетних планов КНР.

Source: compiled by the authors based on the PRC's five-year plans.

На COP28 (март 2023 г.) Китай не подписал официальное заявление об утроении ВИЭ и удвоении энергоэффективности к 2030 г. При этом по Декларации Саннилендса (Sunnylands Declaration, 4 ноября 2023 г., Калифорния), Китай и США договорились продолжать усилия по утроению мощности ВИЭ, отказу от ископаемого топлива, а также совместно работать над технологиями улавли-

вания, использования и хранения углерода. МЭА высоко оценила прогресс КНР в области энергоэффективности за последние десять лет, назвав ее тяжеловесом [14]. Согласно Enerdata, в 1990-2020 гг. удельное потребление энергии в КНР сократилось примерно на три четверти – с 22,63 до 6,37 МДж (табл. 2) [15].

Таблица 2

Показатели энергоэффективности КНР, ОЭ/ВВП по ППС (МДж за доллар США в ценах 2017 г.).

Table 2

China's energy efficiency indicators, TES/GDP PPP (MJ per 2017 USD).

Страна/регион	1990	2000	2010	2015	2020	2000-2010	2010-2015	2015-2020
КНР	22,63	10,89	8,93	7,21	6,37	-2,00%	-4,20%	-2,50%
Для сравнения:								
Развивающиеся страны	7,13	6,22	5,88	5,27	4,97	-0,60%	-2,20%	-1,20%

Продолжение таблицы 2
Continuation of Table 2

Развитые страны	6,77	5,78	4,9	4,32	3,98	-1,70%	-2,50%	-1,60%
Россия	11,58	12,1	8,5	7,8	8,2	-3,5%	-1,7%	1,0%
Восточная Азия	9,24	7,5	7,3	6,2	5,7	-0,3%	-3,2%	-1,7%

Источник: составлено по данным Enerdata. August 23, 2022. URL: <https://yearbook.enerdata.net/total-energy/world-energy-intensity-gdp-data.html>.

Compiled by the authors based on Enerdata. August 23, 2022. URL: <https://yearbook.enerdata.net/total-energy/world-energy-intensity-gdp-data.html>.

В 2010-2020 гг. снижение энергоемкости КНР составило 28,9%, что существенно больше чем в группе развитых стран (18,8%), развивающихся (15,5%) и стран Восточной Азии (21,9%). В 2015-2020 гг. преимущество сохранялось, но наблюдалось замедление данного процесса, что коррелирует с тенденциями общемировой динамики. Анализ китайской энергетической политики свидетельствует о том, что КНР не повышает амбициозность своих целей в области энергоэффективности, но старается придать большую гибкость системе двойного контроля, вводит в действие десятки стандартов регулирования, направленных на повышение энергоэффективности в ряде секторов. В 2021 г. только семь стран мира имели более высокие показатели энергоёмкости ВВП, чем Китай. В последнее десятилетие энергоемкость китайской экономики снижалась благодаря существенному улучшению структуры потребления энергии. По прогнозам ВЭБ, согласно трем сценариям развития энергетики КНР (пессимистичного, базового и оптимистичного), по мере роста энергоэффективности к 2060 г. энергоемкость китайского ВВП будет снижаться годовыми темпами 2,5%, 2,9% и 3,3% соответственно [16].

Высокая энергоемкость китайской экономики обусловлена значительным удельным весом тяжелой промышленности и отсутствием рыночных сигналов, создающих необходимые предпосылки для ее снижения. В целом переход Китая к «чистому нулю» сдерживается двумя факторами – огромными масштабами экономики и отсутствием баланса между экономическим развитием и объемом выбросов. В последнее десятилетие страна занимала 1 место в мировом производстве и потреблении энергии. Согласно данным МЭА, выбросы углерода в Китае, связанные с энергетикой, имеют тенденцию к росту и в 2019 г. достигли 28% общемировых. При этом Китай играет ключевую роль в увеличении мощностей ВИЭ: в 2013-

2021 гг. на его долю приходилось 34%–53% мирового годового роста [17].

Несмотря на то, что в 2012-2019 гг. доля угля в энергетическом балансе Китая снизилась на 10%, он остается доминирующим источником первичной энергии в стране. Поэтому перед КНР стоит двудеиная задача – сократить использование угля и одновременно ускорить внедрение ВИЭ. Несответствие между «возвращением» угля в Китай и масштабным использованием ВИЭ влияет на его климатическую дипломатию. Особую проблему составляет сокращение выбросов в важных для экономики энергоемких и углеродоемких отраслях, таких как производство железа и стали, цемента и нефтехимии. Для выполнения целей по достижению пика выбросов в 2030 г. и углеродной нейтральности в 2060 г. Китаю придется решить целый ряд непростых задач: максимально расширить производство электроэнергии на основе ВИЭ; осуществлять прямую и косвенную электрификацию секторов конечного потребления (строительство, промышленность и транспорт); расширить использование энергии, произведенное на основе биоэнергетики и водорода, а также синтетического топлива. Естественно, решение этих задач требует фундаментального переосмысления традиционных концепций энергоснабжения и безопасности, внедрения системных инноваций и др. [18].

Согласно принятым планам, реструктуризация будет охватывать 18 отраслей китайской промышленности и проводиться по четырем направлениям – преобразование и обновление, НТП, ликвидация отсталости и развитие агломераций (табл. 3). Так, в сталилительной промышленности будет реконструировано более 80% мощностей черной металлургии с целью достижения «ультранизкого» уровня углеродных выбросов, снижения энергоемкости и уменьшения интенсивности расходования водных ресурсов.

Таблица 3

Направления реструктуризации основных отраслей реального сектора экономики КНР.

Table 3

Directions of restructuring in the main branches of the Chinese economy real sector.

Направления реструктуризации	Задачи реструктуризации
Преобразование и обновление	Внедрение передового оборудования на предприятиях с низкой энергоэффективностью; оптимизация энергетических систем; использование отработанного тепла и остаточного давления; сокращение выбросов загрязняющих веществ; комплексное использование твердых отходов; преобразование общественных и вспомогательных объектов; повышение уровня экологизации производственных процессов и технического оборудования; повышение эффективности использования ресурсов и энергии; формирование сильного рынка
Научно-технический прогресс	Использование инновационных ресурсов колледжей и университетов, НИИ, отраслевых ассоциаций и др. для продвижения «зеленых» и передовых технологий, объектов и оборудования для энергосбережения, сокращения загрязнения и выбросов; продвижение предприятий, энергоэффективность которых достигла или близка к эталонному уровню; использование передовых технологий и оборудования для планирования и построения демонстрационных проектов
Ликвидация отсталости	Соблюдение соответствующих законов и нормативных актов по энергосбережению, охране окружающей среды, технологиям соблюдения безопасности: устранение отсталых технологических процессов и производств с точки зрения требований «зеленой» и низкоуглеродной трансформации
Развитие агломераций	Интеграция производственных баз; повышение уровня технологического оборудования и энергоэффективности

Источник: «Навигатор по экономии энергии, снижению углеродных выбросов и мерах по апгрейду в ключевых энергоемких отраслях» (高耗能行业重点领域节能降碳改造升级实施指南 2022 年版) Цит. по Перспективы климатической политики и энергоперехода КНР к 2060 г. ВЭБ. Июль 2022 г. URL: <https://inveb-docs.ru/attachments/article....pdf>.

Source: “Navigator on energy saving, carbon emission reduction and upgrade measures in key energy-intensive industries” (2022 China Climate Policy and Energy Transition Outlook) Cit. from Prospects for Climate Policy and Energy Transition of China to 2060 VEB. July 2022. URL: <https://inveb-docs.ru/attachments/article....pdf>.

В области электроэнергетики Сценарий потепления на 1,5°C предусматривает утроение поставок электроэнергии во всем мире к 2050 г. В Китае также ожидается значительный рост спроса на электроэнергию хотя и немного меньше, чем в среднем по миру. При этом острой проблемой является наличие огромных региональных различий как в энергетических ресурсах, так и в энергетическом спросе.

Китай, оставаясь экспортоориентированной страной, в настоящее время переходит к новой модели экономики, «двойной циркуляции», в соответствии с которой для стимулирования экономического роста он будет больше полагаться на внутренний спрос, но при этом не отказываться от стимулирующей роли международной торговли и иностранных инвестиций, т.е., по сути, опираться на двойной спрос (внутреннее и внешнее обращение) [19]. Поэтому при достижении целей сокращения выбросов ему придется учитывать и политику стран-торговых партнеров, направленную на

достижение собственных целей по декарбонизации экономики.

Производство электроэнергии на основе ветровой и солнечной энергии в КНР к середине 2020-ых гг. увеличивается темпами, которые превышают необходимый для достижения углеродной нейтральности уровень. Так как прирост производства ВИЭ обгоняет общий рост спроса на электроэнергию в стране, возобновляемые источники будут заменять ископаемое топливо в энергетическом балансе и их доля в общей генерации к 2060 г. может составить около 45% [19].

В настоящее время Китая разрабатывает 15-й пятилетний план, который будет утверждён в марте 2026 года. Предполагается, что в плане будут определены общеэкономические цели, достижение которых позволит сбалансировать экономический рост, цели по декарбонизации и энергетической безопасности страны.

Китай продолжает играть доминирующую роль в энергетическом секторе мировой промышленности как крупный импортер и потребитель углево-

дородов, а также как ведущий мировой поставщик «чистых» технологий и компонентов. Хотя он открыт для глобальных рынков, его протекционистская внешняя политика рассматривается западными экспертами источником новой напряженности в Южно-Китайском море и в торговых отношениях с США и Европой, которых, прежде всего, пугает его непредсказуемость. Энергетическая политика Пекина признается ключевым фактором неопределенности, сформировавшим глобальный энергетический ландшафт в 2024 г. Со своей стороны Пекин придает огромное значение проблеме геополитического оспаривания ресурсов, которая включается им в топ 5 глобальных рисков в оценках Всемирного экономического форума [21].

Влияние майнинга на энергоэффективность

В последние годы на процесс замедления глобального роста энергоэффективности оказывает существенное влияние индустрия майнинга криптовалют (Bitcoin, Ethereum, Tether, BinanceCoin и др.). Среди основных тенденций данного рынка эксперты выделяют 1) его консолидацию путем роста слияний и поглощений, в том числе враждебных (поглощение Bitfarms компанией Riot Platforms), что обусловлено большими затратами на оборудование, 2) повышение операционной эффективности (майнинговые компании инвестируют в улучшенную вычислительную инфраструктуру для повышения хешрейта), 3) диверсификацию доходов (Terawulf и Iris Energy предлагают свою вычислительную инфраструктуру для обучения моделей ИИ, извлекая выгоду из высокого спроса), 4) географическую диверсификацию как критически важный инструмент управления рисками (вследствие запрета майнинга в КНР или наложения санкций на российские компании), 5) смещение доминирования хешрейта биткойна в сторону майнинговых компаний в США [22].

Bitcoin является доминирующей валютой на рынке криптовалют, удерживает значительную рыночную долю капитализации и имеет наибольшие затраты электроэнергии. По оценкам экспертов Кембриджского университета, глобальное потребление электроэнергии в 2023 г., связанное с его майнингом (СВЕСІ, Кембриджский индекс потребления электроэнергии биткойнами), составило от 67 до 240 ТВтч (точечная оценка – 120 ТВтч). МЭА оценивает затраты электроэнергии, поддерживающей майнинг Bitcoin, в 0,2%-0,9% мирового спроса объемом 27 400 ТВтч [2323, р.119]. Эти затраты сопоставимы с потреблением электроэнергии, например, в Греции или Австралии. Согласно данным Кембриджского центра альтернативных финансов (CCAF), Ethereum, например, создаваемый на основе процесса Proof-

of-Stake, потребляет всего 0,005% спроса на электроэнергию Bitcoin, который создается с помощью подхода Proof-of-Work [24]. Разница в оценках энергетических затрат объясняется не только различиями в процессах создания криптовалют, но и методологией оценки потребления электроэнергии при майнинге (нисходящий и восходящий методы и их модификации), которая периодически пересматривается.

США являются крупнейшим центром майнинга, где в 2024 г. было сосредоточено около 38% мирового хешрейта Bitcoin, который потребляет от 0,6% до 2,3% (25-91 ТВтч.) всей электроэнергии страны (3 900 ТВтч.), что эквивалентно потреблению электроэнергии, например, штата Юта. Анализ TheNewYorkTimes показал, что майнинг биткойна использует в 7 раз больше энергии, чем компания Google. В региональном разрезе на США и Канаду приходится 45,6% глобального хешрейта, на Азию – 41,1%, включая КНР (15%), РФ (12%), Казахстан (3,5%), ОАЭ (3%), Малайзию (3%) и др. В Европе с показателем 7,7% основными центрами майнинга являются Норвегия (1,5%), Швеция (0,9%) и Исландия (0,6%) [25].

Негативное влияние энергоёмкого характера майнинга приводит к ужесточению регулирования данного вида бизнеса. Так, в США введены обязательные требования по раскрытию данных о потреблении энергии и углеродных выбросах майнинговыми компаниями; в Европе также наблюдаются тенденции к ужесточению экологических стандартов для майнеров.

Россия занимает второе место в мире по объемам вычислительных мощностей и третье в мировом хешрейте Bitcoin (12% в 2023 г. и 4,7% в 2024 г.). В 2023 г. майнинговые мощности составили 2,5 ГВт, из них более 1,7 ГВт приходилось на промышленный майнинг. Эксперты полагают, что в ближайшее время мощности могут удвоиться. По данным Chainalysis, Россия занимала пятое место по объему криптовалютных транзакций. С включением майнинга в правовую плоскость эта отрасль может стать важным источником ликвидности для международных расчетов, которая оценивается Минфином в 240 млрд руб. Майнинг является легальной частью криптовалютного сектора в России. С января 2025 года в соответствии с ФЗ от 29.11.2024 № 418 на доходы от майнинговой деятельности введен налог. 10 июня 2025 года Московская биржа запустила индекса МосБиржи ПФИ Биткойна (МОЕХBTC), который рассчитывается на основе данных по бессрочным фьючерсам и свопам BTC/USDT четырёх крупнейших криптобирж с определенными весами, включая

Binance (50%), Bybit (20%), OKX (15%) и Bitget (15%).

Развитие рынка майнинга в КНР

КНР долгое время была мировым центром майнинга, на который приходилось 65-78% мощности добычи Bitcoin. В 2021 г. Народный банк Китая запретил циркуляцию на рынке цифровых активов в качестве традиционных валют; в стране запрещена добыча, покупка, продажа и обмен криптовалют; стейблкоины от Tether, Bitcoin и Ethereum не являются фиатной валютой. Власти должны выявлять операции с цифровыми активами и не оказывать государственную и налоговую поддержку проектам, связанным с майнингом. Согласно китайскому регулятору, майнинг оказывает негативное воздействие на экономику страны, создавая угрозу экологической безопасности, способствуя выводу валюты из страны (в 2020 г. ее отток превысил 17,5 млрд долл.) и нарушая финансовое законодательство. В 2021 г. около 40% китайских майнинговых ферм использовали электричество, производимое на основе угля, а оценка возможного углеродного следа к 2024 г. составляла 130,5 млн тонн в год, или 5,4% выбросов от производства электроэнергии в стране. Первичное размещение токенов (ICO) было запрещено, поскольку имело признаки финансовых пирамид и создавало высокие риски для инвесторов.

После запрета китайские майнеры ушли в тень, и упавшее до нуля хеширование в течение нескольких месяцев поднялось до 22,3%. Крупные майнинговые фермы были перемещены в США, Канаду, Казахстан, Россию и страны Восточной Европы. Так, из провинции Сычуань могли быть отправлены за границу около 10 млн майнинговых машин. Майнеры активно используют излишки гидроэнергии в Северной Европе и Центральной Азии. В результате их релокации Казахстан стал второй после США страной по добыче Bitcoin, обогнав Россию. Согласно CCAF, в Китае сформировалась подпольная добыча на основе VPN, о чем свидетельствует резкое повышение майнинг-активности в странах, где до запрета в КНР она не регистрировалась (например, в Германии и Ирландии). Майнеры незаконно используют гидроэлектростанции в качестве источника энергии от плотин, расположенных в провинциях Сычуань и Юньнань. Избегая обнаружения, пользователи распределяют оборудование по нескольким площадкам (не более 100 машин в одном месте), применяют зарубежные платформы и включают частные прокси с технологией шифрования в целях сокрытия IP-адресов.

В 2024 г. Китай доминировал в майнинге Bitcoin в мире и управлял 55% сети (40% прихо-

дилось на американские пулы) [26], что обусловлено, во-первых, наличием необходимой инфраструктуры и опыта, что позволяет быстро создавать майнинговые фермы (географическая близость производства и доступность к новым чипам), во-вторых, коррупцией в энергетической отрасли, когда майнеры платят владельцам электростанций за право размещать майнинговое оборудование внутри или рядом с энергетическими объектами, в-третьих, избыточностью мощностей гидроэлектростанций, построенных для убыточной в настоящее время алюминиевой промышленности, в-четвертых, отсутствием инфраструктуры передачи сверхвысокого напряжения [2727]. Вследствие внедренных ограничений Китай стал тихим крипто-киотом и вошел в десятку лучших стран по внедрению криптовалют.

Ситуация с майнингом в китайских провинциях Гонконге и Макао отличается от материкового Китая. В Гонконге криптовалюты имеют четкий правовой статус, но не считаются законным платежным средством. В 2021 г. высокая цена на электричество вынудила майнеров добывать криптовалюту не на видеокартах, а на твердотельных накопителях (SSD), которые почти не потребляют электроэнергию, что привело к их дефициту и троекратному росту цены. Так, в ChiaCoin средняя стоимость жестких дисков (HDD) и SSD поднялась с 25 до 77 долл. С июня 2023 г. поставщики услуг виртуальных активов (VASP) в Гонконге должны иметь лицензию. Власти планируют продвигать криптовалютный сектор за счет создания первых в регионе биржевых фондов криптовалюты (ETF) и формировать нормативную базу для стейблкоинов [28]. 21 мая 2025 года Законодательным советом Гонка обнародован «Законопроект о стейблкоинах» о создании системы лицензирования для эмитентов. Страна занимает 2-е место в индексе Henley 2024 благодаря созданию среды, способствующей росту криптоиндустрии и упрощению процедур использования криптовалют и инвестирования в них для частных лиц.

Криптовалюты не принимаются в качестве законных платежных средств в Макао. С 2017 г., согласно Закону о финансовых системах, банки и платежные учреждения не имеют право принимать участие в предоставлении или предлагать какие-либо финансовые услуги, связанные с криптовалютами. Однако в секторе частных казино Макао ICO не ограничены. Макао рассчитывает укрепить экономические и юридические связи с материковым Китаем и применять в своей юрисдикции его опыт в развертывании цифрового юаня (e-CNY). По мнению властей, цифровая валюта позволит регулирующим органам более четко

представлять траектории транзакций между игроками, компаниями игрового бизнеса и фискальными ведомствами Китая. Ведущей криптовалютной биржей в Макао является Kraken. Прибыль, полученная от торговли криптовалютой, майнинга или другой связанной с этим деятельности, облагается налогом. Однако вследствие цифрового характера транзакций определение источника дохода и применение вычетов представляет определенные сложности, которые возникают и при налогообложении заработной платы в криптовалюте. Ожидается, что рынок цифровых активов в Макао будет расти, а применение опыта дружественных по налогообложению юрисдикций (например, Португалии) повысит привлекательность Макао как криптовалютного хаба. Оценка глобальных юрисдикций на основе оценки благоприятной экосистемы блокчейна дается на основе Индекса принятия криптовалют Henley (Henley Crypto Adoption Index) для 23 стран, где Гонконг в 2024 г. занимал 2 место. В глобальном индексе принятия криптовалют компании Chainalysis (Global Adoption Index), рассчитаном на основе использования 151 страной различных типов криптовалютных сервисов, Китай замыкал двадцатку стран - лидеров.

Несмотря на значительные успехи Китай в области энергоэффективности, прогнозы относительно темпов роста снижения энергоемкости ВВП остаются умеренными. В отличие от оценок ВЭБ, эксперты компании DNV полагают, что данный показатель снизится с текущих 3% до 2% к 2050 г., сократив энергоемкость на 54% до 2,2 МДж/долл. во многом благодаря действию Программы поощряющих энергоэффективность мер для тысячи крупнейших энергопотребляющих предприятий и действию Закона об энергосбережении и Закона о возобновляемых источниках энергии [29, р. 99]. Вместе с тем при уменьшении доли угля в энергетическом балансе Китая более чем вдвое, обрабатывающая промышленность Китая в 2050 г. будет потреблять больше угля, чем весь остальной мир.

В настоящее время нет единого подхода стран к регулированию майнинга криптовалюты: в одних странах он запрещен (например, в Алжире, Бангладеш, Египте, Ираке и др.); в других, где майнинг разрешен, специальные регулирующие меры не предусмотрены [30] или используется благоприятная политика налогообложения для привлечения криптобизнеса, как в Сингапуре и ОАЭ. Регуляторные системы в этой области пока находятся в стадии активного формирования, что требует более внимательного подхода к изучению национальных правил.

Зарубежная деятельность и миграция китай-

ских майнеров сдерживается, прежде всего более высокими затратами на создание майнинговых ферм и энергию на добычу криптовалюты. Строительство майнинговой фермы обходится в 5-8 раз дороже, чем в КНР, а расходы на электричество превышают в семь раз внутренние тарифы Поднебесной [31]. Действующая в США с 5 апреля 2025 г. в течение 90 дней минимальная импортная пошлина на майнинговое оборудование в 10% может возрасти для Малайзии на 24%, Индонезии – 32%, Таиланда – 36%.

В экологическом аспекте основным является вопрос о величине потребления электроэнергии и методологиях, используемых для ее аппроксимации. Ключевым элементом в этих оценках является предполагаемая эффективность используемого оборудования и данных в цепочке (например, скорости хеширования сети). Проблема заключается в том, что при отсутствии центрального реестра или механизма для отслеживания участников любой может стать участником, не раскрывая состав используемого оборудования, поэтому показатели рассчитываются на основе предположений, дополненных опросами. По данным CBECI, за последние два года эффективность увеличилась примерно на треть и сейчас составляет 25,3-28,2 Дж/Тх.

Децентрализованная и не требующая разрешений природа большинства сетей блокчейнов представляет собой значительную проблему. При отсутствии центрального реестра или механизма для отслеживания участников любой может стать участником, не раскрывая состав используемого оборудования. Поэтому теоретические модели, основанные на предположениях и дополненные опросами, являются основным методом аппроксимации оборудования, используемого майнерами.

В научной литературе существует дискуссия относительно влияния майнинга на углеродный след. Одни полагают, что большая часть майнинговых предприятий, расположенных в регионах, которые в большой степени полагаются на угольную энергию, препятствуют достижению углеродной нейтральности: по словам исследователя из Мюнхенского технического университета Кристианы Столла (Christian Stoll), «уголь питает биткоин». В исследованиях 2021 г. углеродный след Биткоин-сети оценивался в 37,82 млн т CO₂, что соответствовало выбросам, например, в Словакии. Так, даже в благоприятном с точки зрения энергозатрат для майнинга Казахстане (стоимость кВт/ч электроэнергии 0,1-0,2, что сопоставимо с ценами в провинции Сычуань или на северо-западе Китая), расходов на рабочую силу и строительство ферм возникает проблема роста углеродного следа вследствие того, что в основном используется

энергия ТЭС. Другие эксперты указывают на то, что оценки выбросов завышены, поскольку майнеры все чаще обращаются к источникам дешевой возобновляемой энергии, таким как гидроэнергетика, ветровая и солнечная энергия, что подтверждается данными из Китая [32]. Вместе с тем использующиеся технологии иммерсионного или жидкостного охлаждения майнингового оборудования позволяют значительно снизить уровень шума, не вызывая жалоб граждан.

К проблемам развития рынка майнинга криптовалют относят трудности отслеживания потребления энергии и определения мест активности майнеров, использование устаревших данных для построения моделей и расчетов, а также динамичный характер самого рынка. Миграция майнеров и указанные трудности приводят к быстрым изменениям воздействия на окружающую среду в различных географических точках и невозможности их точной оценки. Вместе с тем, например, в США майнеры откликаются на призыв сетевых операторов снизить электропотребление в период пиковых нагрузок и становятся участниками программ, известных как «спрос-реагирование», сокращая операции или временно останавливая потребление электроэнергии. В КНР введены повышенные тарифы на электроэнергию для майнинговых предприятий (например, 0,8 вместо 0,6 юаня за киловатт-час в Хайнане). Некоторые местные налоговые органы ввели 20%-й подоходный налог с прибыли от инвестиций в криптовалюту и майнеров Bitcoin.

Проблема повышения эффективности работы майнинговых ферм также рассматривается с точки зрения возможностей использования тепловой энергии, выделяемой оборудованием для майнинга, в промышленных целях для подогрева технологического сырья, для обогрева сопутствующей инфраструктуры и зданий через интеграцию с системами отопления, включая радиаторы, теплые полы и бассейны. В целом это позволяет снизить негативное влияние майнинга криптовалют на окружающую среду и использовать тепло для различных целей. Проекты в этой области уже реализованы в России (институтом X-BIO при Тюменском госуниверситете для круглогодичного выращивания тепличных овощных культур), в Финляндии (проект подогрева воды для жилых домов Hashlabs Mining) и др.

Ценность потребляемой майнерами энергии может быть повышена за счет утилизации временно возникающих излишков электроэнергии в период строительства новой инфраструктуры, фиксации стоимости самой энергии покупаемой людьми криптовалютой, а также использованием

майнинговых мощностей не только по прямому назначению, но и для получения научных результатов исследований, требующих большого количества вычислений. Промышленная интеграция майнинга уже осуществляется с помощью новых технологических решений, к которым относится, например, технологическая архитектура компании SAI, включая платформу интеграции вычислительных мощностей SAIBYTE, мобильные энергетические устройства SAICAB и SAIBOX, а также технологию преобразования тепловой энергии SAINEAT [3131].

Среди китайских властей существуют различные взгляды на роль криптовалют. По мнению бывшего советника центрального банка Китая Хуана Ипина, запрет на деятельность, связанной с криптовалютой, может привести к упущенным возможностям для внедрения блокчейна в передовые технологии и негативно отразиться на развитии финансовых технологий, при этом он признает необходимость ее запрета в текущей ситуации. Как полагает бывший ген. директор биржи BitMEX Артур Хейс (Arthur Hayes), недостаточная жесткая борьба правительства с индустрией майнинга свидетельствует о планах властей сделать Гонконг мировым центром криптоиндустрии [33]. Некоторые китайские ученые предлагают сделать использование технологии ICO контролируемой, ввести налогообложение цифровых объектов и провести правовой эксперимент по проведению ICO для ограниченного круга лиц [34]. В реальности, несмотря на то, что в стране ведется дискуссия о легализации майнинга в свободных экономических зонах в рамках пилотных проектов, он остается под запретом. Вместе с тем китайские корпорации вкладывают значительные средства в развитие блокчейн-технологий и цифровой юань, в области, где КНР намерен сохранять мировое лидерство (84% мировых технологий в блокчейне в 2022 г.).

Одним из полезных уроков регуляторной политики КНР на рынке криптовалют является вывод о том, что любые запреты становятся драйвером для разработки и внедрения новых технологий, позволяющих обходить ограничения. Так, проект «Великий Китайский файрвол» («Золотой щит»), блокирующий нежелательный с точки зрения государства трафик и действующий с 2003 г., привел к тому, что китайцы одними из первых стали применять VPN-технологии и стали активными пользователями запрещенной криптобиржи Binance. Поэтому представляется, что основными проблемами в сфере майнинга как для КНР, так и других стран станет борьба с теневым майнингом, поиск баланса между стимулированием эффективной

майнинговой деятельности и оптимизацией уровня потребления электроэнергии.

Выводы

Проведенное исследование показало, что в настоящий момент человечество ясно осознало, что трансформация мирового энергетического хозяйства в сторону использования «чистой» энергии является безальтернативной сохранению действующей модели ТЭК, основанной на ископаемых видах топлива. При этом сохраняется значительная неопределенность в кратко- и долгосрочной перспективе и единого линейного пути энергоперехода не существует. Для удовлетворения растущих мировых потребностей в энергии при одновременном сокращении выбросов ПГ потребуются разнообразные виды источников энергии, технологий и применяемых политик. Насильственное навязывание каких-либо моделей энергоперехода странам не целесообразно ввиду наличия различных целей и государственных приоритетов.

Повышение энергоэффективности является одним из наиболее дешевых и продуктивных способов построения «зеленой экономики» и осуществления энергетического перехода за счет экономии ресурсов, снижения выбросов, внедрения «чистых» технологий, позволяющих повысить производительность и конкурентоспособность компаний. С ее помощью достигается решение целого ряда глобальных проблем, таких как достижение климатической нейтральности и внедрение «зеленых» технологий, снижение энергетической бедности и неравенства. В целом, эксперты оптимистично относятся к возможности достижения цели удвоения темпов энергоэффективности, однако выделяют факторы, которые сдерживают прогресс в этой области, включая падение цен на ископаемое топливо и нехватку финансирования. Однако вероятное недостижение цели по замедлению роста глобальной температуры связывается, прежде всего, с

положительной динамикой выбросов в КНР, который при этом является мировым лидером по внедрению ВИЭ и снижению энергоемкости.

Анализ китайской энергетической политики позволяет сделать вывод о том, что Китай испытывает целый ряд ограничений для повышения энергоэффективности и снижения выбросов, включая необходимость сохранения высоких темпов экономического роста и углеродоемких отраслей, масштабное использование угля, отсутствие необходимых рыночных сигналов и др. Сдерживающим фактором выступает деятельность нелегальных майнеров, способствующая росту неконтролируемого потребления энергии и выводу капитала из страны. Данная проблема может быть решена путем создания мирового центра криптоиндустрии на территории Гонконга, введения налоговых и тарифных ограничений в отношении потребления энергии, декарбонизации майнинга за счет использования ВИЭ и др., что заслуживает внимания с точки зрения научного изучения и использования в российской практике.

Наличие многочисленных проблем развития рынка криптовалют определяется его относительной незрелостью, и его промышленная интеграция по модели замкнутого цикла «Вычисления + Электричество + Тепло» вкупе с дальнейшим движением в направлении устойчивого развития могли бы одновременно решить проблему и нестабильности выработки энергии из ВИЭ, и ценовой волатильности самого рынка криптовалют. Риск недостижения основных целей по повышению энергоэффективности и снижению темпов удельных выбросов остается одним из ключевых вызовов как для экономики КНР, так и для глобальной электроэнергетики в целом, что будет стимулировать и другие страны вводить более жесткие законодательные нормы, регулирующие деятельность майнинговых компаний.

Финансирование

Исследование подготовлено при поддержке Российского экономического университета им. Г.В. Плеханова

Список источников

1. IRENA (2019). Transforming the Energy System. URL: https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2019/Sep/IRENA_Transforming_2019_Summary.pdf?Ia=en&hash=DEBS162D7863B214F70ABB9B250CF258
2. Борисов М.Г. Энергетический переход и глобальное потепление. Восточная аналитика. Институт Востоковедения РАН. 2021. Выпуск 3. С. 7 – 18. URL: https://www.ivran.ru/f/Vostochnaia_analitika_2021_Vypusk_3.pdf?ysclid=mb5cx6m4lt969642296
3. Tracking SDG 7: The Energy Progress Report 2023. FIG.1. Primary indicators of global progress toward the SDG 7 targets. URL: <https://www.iea.org/reports/tracking-sdg7-the-energy-progress-report-2023>

4. Assessing And Measuring the Performance Of Energy Efficiency Projects Technical Report, ESMAP, WORLD BANK GROUP. June 2017. URL: <https://documents.worldbank.org/en/publication/documents-reports/documentdetail/531691498680679016/assessing-and-> P. 32 – 47.
5. Energy Efficiency 2021. Paris: IEA. URL: <https://www.iea.org/reports/energy-efficiency-2021>.
6. IEA. Net Zero by 2050: A Roadmap for the Global Energy Sector. Paris. 2021. URL: <https://www.iea.org/reports/net-zero-by-2050>
7. Tracking SDG 7: The Energy Progress Report 2024. Executive summary. URL: <https://www.who.int/publications/m/item/tracking-sdg7--the-energy-progress-report-2024---executive-summary>
8. Electricity 2024. Analysis and forecast to 2026. URL: <https://iea.blob.core.windows.net/assets/6b2fd954-2017-408e-bf08-952fdd62118a/Electricity2024-Analysisandforecastto2026.pdf>
9. Energy Efficiency 2023. URL: <https://iea.blob.core.windows.net/assets/dfd9134f-12eb-4045-9789-9d6ab8d9fbf4/EnergyEfficiency2023.pdf>
10. Мастепанов А.М. Перспективы развития возобновляемых источников энергии в Китае 01.04.2021. URL: <https://energypolicy.ru/a-m-mastepanov-perspektivy-razvitiya-v-regiony/2020/13/09/>
11. Energy Efficiency 2024. International Energy Agency. URL: <https://iea.blob.core.windows.net/assets/f304f2ba-e9a2-4e6d-b529-fb67cd13f646/EnergyEfficiency2024.pdf>
12. Action Plan for Carbon Dioxide Peaking Before 2030. State Council. October 2021. State Council, 14th Five-Year Plan Comprehensive Work Plan for Energy Conservation and Emissions Reduction, (in Chinese) (January 2022). URL: https://english.www.gov.cn/policies/latestreleases/202110/27/content_WS6178a47ec6d0df57f98e3dfb.html
13. NDRC. 14th Five-Year Plan for National Economic and Social Development of the People's Republic of China and Outline of the Vision for 2035 (in Chinese) (March 23, 2021). URL: https://fujian.gov.cn/english/news/202108/t20210809_5665713.htm
14. Energy Efficiency in China (February 12, 2021). IEA. URL: <https://www.iea.org/reports/energy-efficiency-2021>
15. Enerdata. Energy intensity of GDP. Global Energy Intensity Data. (accessed August 23, 2024). URL: <https://yearbook.enerdata.net/total-energy/world-energy-intensity-gdp-data.html>
16. Перспективы климатической политики и энергоперехода КНР к 2060 г. ВЭБ. Июль 2022 г. С.42. URL: <https://inveb-docs.ru/attachments/article....pdf>
17. IRENA (2022). China's route to carbon neutrality: Perspectives and the role of renewables, Abu Dhabi.
18. Olsson, D. (2021). "China's 14th Five-Year Plan: A blueprint for growth in complex times", King & Wood Mallesons, 9 February. URL: www.kwm.com/en/au/knowledge/insights/chinas-14th-fiveyear-plan-a-blueprint-for-growth-in-complex-times-20210209.
19. Hove, A., Meidan, M. Four contradictions in China's energy and environmental policies in 2023. OIES. December 2023. URL: <https://www.oxfordenergy.org/publications/four-contradictions-in-chinas-energy-and-environmental-policies-in-2023/>
20. Meidan, M. China in 2024: Overcapacity looms large. Key Themes for the Global Energy Economy in 2024. OIES Paper: SP 22. January 2024. P.9-10. URL: <https://www.oxfordenergy.org/wpcms/wp-content/uploads/2024/01/2024-Key-Themes-Global-Energy-Economy-in-2024.pdf>
21. Разумнова Л.Л., Золотова Е.В. Особенности и приоритеты национальной безопасности Китая. Банковские услуги. 2024. № 9. С. 37-42.
22. Gannatti, Ch., Blake, H. Bitcoin Halving and Mining Update: Mid-2024 Perspective. 07/22/2024. URL: <https://www.wisdomtree.com/investments/blog/2024/07/22/bitcoin-halving-and-mining-update-mid-2024-perspective>.
23. Electricity Market Report, 2023. International Energy Agency URL: <https://www.iea.org/reports/electricity-market-report-2023>
24. Tracking electricity consumption from U.S. cryptocurrency mining operations. February 2, 2024. URL: <https://cleantechnica.com/2024/02/02/tracking-electricity-consumption-from-u-s-cryptocurrency-mining-operations/>
25. Government Officials in the USA Published a Report on Bitcoin Mining and Electricity Consumption. February 5, 2024. URL: <https://newstextarea.com/government-officials-in-the-usa-published-a-report-on-bitcoin-mining-and-electricity-consumption/>
26. China: dominance of Bitcoin mining for 55% of the network even with the crypto ban. 24 September 2024. URL: <https://en.cryptonomist.ch/2024/09/24/china-dominance-of-bitcoin-mining-for-55-of-the-network-even-with-the-crypto-ban/>

27. Mining incentives, part 2: Why is China dominant in Bitcoin mining? URL: <https://blog.bitmex.com/mining-incentives-part-2-why-is-china-dominant-in-bitcoin-mining/>
28. Майнинг спровоцировал дефицит SSD и HDD в Гонконге. URL: <https://shazoo.ru/2021/04/21/108856/majning-sprovociroval-deficit-ssd-i-hdd-v-gonkonge?ysclid=m2himg0e1519696280>
29. Energy Transition Outlook China 2024. DNV. P. 99. URL: https://safety4sea.com/wp-content/uploads/2024/04/DNV-Energy_Transition_Outlook_China_2024_04.pdf
30. Осадченко Е.А. Перспективы организации, регулирования и налогообложения майнинга в России. Вестник Института экономики Российской академии наук. 2024. № 2. С. 116 – 136.
31. SAI's "Carbon Footprint" Report: "Miners" Going Overseas May Bring Four Changes in the Mining Industry. July 19, 2021. URL: <https://finance.yahoo.com/news/sais-carbon-footprint-report-miners-055900517.html>
32. Проблема «влияния на климат» майнинга Биткойна. 11 мар 2021. URL: <https://habr.com/ru/articles/546594/>
33. Теневой китайский рынок: как поживает криптоиндустрия КНР в 2023 году. URL: <https://ru.investing.com/news/cryptocurrency-news/article-2294106>
34. Алексеенко А.П. Правовая политика Народного банка КНР в отношении инвестиций при помощи виртуальных то-кенов // Вестник Университета имени О.Е. Кутафина (МГЮА). 2020. № 8 (72). С. 116 – 121.

References

1. IRENA (2019). Transforming the Energy System. URL: https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2019/Sep/IRENA_Transforming_2019_Summary.pdf?Ia=en&hash=DEBS162D7863B214F70ABB9B250CF258
2. Borisov M.G. Energy transition and global warming. Eastern analytics. Institute of Oriental Studies of the Russian Academy of Sciences. 2021. Issue 3. pp. 7 – 18. URL: https://www.ivran.ru/f/Vostochnaia_analitika_2021_Vypusk_3.pdf?ysclid=mb5cx6m4lt969642296
3. Tracking SDG 7: The Energy Progress Report 2023. FIG.1. Primary indicators of global progress towards the SDG 7 targets. URL: <https://www.iea.org/reports/tracking-sdg7-the-energy-progress-report-2023>
4. Assessing And Measuring the Performance Of Energy Efficiency Projects Technical Report, ESMAP, WORLD BANK GROUP. June 2017. URL: <https://documents.worldbank.org/en/publication/documents-reports/documentdetail/531691498680679016/assessing-and-> P. 32 – 47.
5. Energy Efficiency 2021. Paris: IEA. URL: <https://www.iea.org/reports/energy-efficiency-2021>.
6. IEA. Net Zero by 2050: A Roadmap for the Global Energy Sector. Paris. 2021. URL: <https://www.iea.org/reports/net-zero-by-2050>
7. Tracking SDG 7: The Energy Progress Report 2024. Executive summary. URL: <https://www.who.int/publications/m/item/tracking-sdg7--the-energy-progress-report-2024---executive-summary>
8. Electricity 2024. Analysis and forecast to 2026. URL: <https://iea.blob.core.windows.net/assets/6b2fd954-2017-408e-bf08-952fdd62118a/Electricity2024-Analysisandforecastto2026.pdf>
9. Energy Efficiency 2023. URL: <https://iea.blob.core.windows.net/assets/dfd9134f-12eb-4045-9789-9d6ab8d9fbf4/EnergyEfficiency2023.pdf>
10. Mastepanov A.M. Prospects for the Development of Renewable Energy Sources in China 01.04.2021. URL: <https://energypolicy.ru/a-m-mastepanov-perspektivy-razvitiya-v-regiony/2020/13/09/>
11. Energy Efficiency 2024. International Energy Agency. URL: <https://iea.blob.core.windows.net/assets/f304f2ba-e9a2-4e6d-b529-fb67cd13f646/EnergyEfficiency2024.pdf>
12. Action Plan for Carbon Dioxide Peaking Before 2030. State Council. October 2021. State Council, 14th Five-Year Plan Comprehensive Work Plan for Energy Conservation and Emissions Reduction, (in Chinese) (January 2022). URL: https://english.www.gov.cn/policies/latestreleases/202110/27/content_WS6178a47ec6d0df57f98e3dfb.html
13. NDRC. 14th Five-Year Plan for National Economic and Social Development of the People's Republic of China and Outline of the Vision for 2035 (in Chinese) (March 23, 2021). URL: https://fujian.gov.cn/english/news/202108/t20210809_5665713.htm
14. Energy Efficiency in China (February 12, 2021). IEA. URL: <https://www.iea.org/reports/energy-efficiency-2021>
15. Enerdata. Energy intensity of GDP. Global Energy Intensity Data. (accessed August 23, 2024). URL: <https://yearbook.enerdata.net/total-energy/world-energy-intensity-gdp-data.html>

16. Prospects for climate policy and energy transition of China to 2060. VEB. July 2022. Page 42. URL: <https://inveb-docs.ru/attachments/article....pdf>
17. IRENA (2022). China's route to carbon neutrality: Perspectives and the role of renewables, Abu Dhabi.
18. Olsson, D. (2021). "China's 14th Five-Year Plan: A blueprint for growth in complex times", King & Wood Mallesons, 9 February. URL: www.kwm.com/en/au/knowledge/insights/chinas-14th-fiveyear-plan-a-blueprint-for-growth-in-complex-times-20210209.
19. Hove, A., Meidan, M. Four contradictions in China's energy and environmental policies in 2023. OIES. December 2023. URL: <https://www.oxfordenergy.org/publications/four-contradictions-in-chinas-energy-and-environmental-policies-in-2023/>
20. Meidan, M. China in 2024: Overcapacity looms large. Key Themes for the Global Energy Economy in 2024. OIES Paper: SP 22. January 2024. P. 9 – 10. URL: <https://www.oxfordenergy.org/wpcms/wp-content/uploads/2024/01/2024-Key-Themes-Global-Energy-Economy-in-2024.pdf>
21. Razumnova L.L., Zolotova E.V. Features and priorities of China's national security. Banking services. 2024. No. 9. P. 37 – 42.
22. Gannatti, Ch., Blake, H. Bitcoin Halving and Mining Update: Mid-2024 Perspective. 07/22/2024. URL: <https://www.wisdomtree.com/investments/blog/2024/07/22/bitcoin-halving-and-mining-update-mid-2024-perspective>.
23. Electricity Market Report, 2023. International Energy Agency URL: <https://www.iea.org/reports/electricity-market-report-2023>
24. Tracking electricity consumption from U.S. cryptocurrency mining operations. February 2, 2024. URL: <https://cleantechnica.com/2024/02/02/tracking-electricity-consumption-from-u-s-cryptocurrency-mining-operations/>
25. Government Officials in the USA Published a Report on Bitcoin Mining and Electricity Consumption. February 5, 2024. URL: <https://newstextarea.com/government-officials-in-the-usa-published-a-report-on-bitcoin-mining-and-electricity-consumption/>
26. China: dominance of Bitcoin mining for 55% of the network even with the crypto ban. September 24, 2024. URL: <https://en.cryptonomist.ch/2024/09/24/china-dominance-of-bitcoin-mining-for-55-of-the-network-even-with-the-crypto-ban/>
27. Mining incentives, part 2: Why is China dominant in Bitcoin mining? URL: <https://blog.bitmex.com/mining-incentives-part-2-why-is-china-dominant-in-bitcoin-mining/>
28. Mining caused a shortage of SSD and HDD in Hong Kong. URL: <https://shazoo.ru/2021/04/21/108856/majning-sprovociroval-deficit-ssd-i-hdd-v-gonkonge?ysclid=m2himg0e1519696280>
29. Energy Transition Outlook China 2024. DNV. P. 99. URL: https://safety4sea.com/wp-content/uploads/2024/04/DNV-Energy_Transition_Outlook_China_2024_04.pdf
30. Osadchenko E.A. Prospects for the Organization, Regulation, and Taxation of Mining in Russia. Bulletin of the Institute of Economics of the Russian Academy of Sciences. 2024. No. 2. P. 116 – 136.
31. SAI's "Carbon Footprint" Report: "Miners" Going Overseas May Bring Four Changes in the Mining Industry. July 19, 2021. URL: <https://finance.yahoo.com/news/sais-carbon-footprint-report-miners-055900517.html>
32. The Problem of "Climate Impact" of Bitcoin Mining. March 11, 2021. URL: <https://habr.com/ru/articles/546594/>
33. The Shadow Chinese Market: How China's Crypto Industry Is Doing in 2023. URL: <https://ru.investing.com/news/cryptocurrency-news/article-2294106>
34. Alekseenko A.P. Legal Policy of the People's Bank of China Regarding Investments Using Virtual Tokens. Bulletin of O.E. Kutafin Moscow State Law University (MSAL). 2020. No. 8 (72). P. 116 – 121.

Информация об авторах

Разумнова Л.Л., доктор экономических наук, профессор, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-4148-2240>, Российский экономический университет им. Г.В. Плеханова, г. Москва, Стремянный пер., д. 36, razumnova2003@yandex.ru

Савина Н.П., кандидат экономических наук, доцент, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-9106-6544>, Российский экономический университет им. Г.В. Плеханова, г. Москва, Стремянный пер., д. 36; старший научный сотрудник Лаборатории прогнозирования топливно-энергетического комплекса, Институт народнохозяйственного прогнозирования Российской академии наук, г. Москва, Нахимовский проспект, д. 47, natalia.tikhonova@mail.ru

© Разумнова Л.Л., Савина Н.П., 2025