

УДК 332.14

А. В. Белошицкий

Институт экономических проблем Кольского НЦ РАН, Апатиты, e-mail: bel@bngf.ru

ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ КАК РЕШЕНИЕ ПРОБЛЕМЫ ВЫБРОСОВ CO₂

Ключевые слова: сохранение климата, природный экологический баланс, энергосберегающие технологии, возобновляемые источники энергии, устойчивое развитие экономики, инновации, ограничения выбросов CO₂, сценарии пути 2°C.

В статье рассматриваются глобальные вызовы, связанные с проблемой негативного изменения климата нашей планеты и некоторые варианты развития мировой экономики в свете Парижского соглашения по климату, которое предусматривает ограничительные меры по выбросу парниковых газов для сохранения экологического био-баланса. Ключевым фактором, способным обеспечить достижение целей Соглашения, названа политика исполнения сценариев развития мировой экономики в соответствии с путем 2°C. Путь 2°C – это ограничение годовых промышленных выбросов углекислого газа в рамках доступного эмиссионного бюджета, который позволяет сохранять климатический природный баланс. Одновременно подчеркивается, что основными источниками первичной генерации остаются традиционные ископаемые углеводородные ресурсы – уголь, нефть и газ, несмотря на амбициозные заявления правительств большинства индустриально развитых стран о замещении углеводородных энергоресурсов экологически чистыми возобновляемыми источниками энергии (ВИЭ) и обширные государственные программы стимулирования и поддержки проектов «зеленой энергетики». Такая политика обуславливает быстрое развитие ВИЭ и удвоение установленных мощностей альтернативной генерации каждые пять лет. Приведены примеры новых инновационных промышленных технологий, обеспечивающих экологическую безопасность. Отмечено, что для достижения целей необходимо более эффективное энергопотребление, использование возобновляемых источников энергии (ВИЭ) и технологий, уменьшающих выбросы CO₂ для каждой используемой единицы энергии.

A. V. Beloshitskiy

Institute of Economical Problems Kolsky SC RAS, Apatity, e-mail: bel@bngf.ru

ENERGY SAVING AS A SOLUTION TO THE PROBLEM OF CO₂ EMISSIONS

Keywords: climate preservation, nature climate balance, energy-saving technologies, renewable energy sources, sustainable economic development, innovations, restriction of CO₂ emission, 2°C way scenarios.

The article discusses the global challengers associated with the problem of negative climate change and some ways of the world economic development due to the Paris climate agreement which provides a restricted method for Greenhouse gas emissions to preserve a world climate nature bio-balance. Key factor which might be provided an achievement of the Agreement purpose is the politics of using the world economic development scenarios according to 2°C way. The 2°C way is a restriction of annual industrial emissions by allowed limit provided to preserve a nature balance. At the same time, it is emphasized that traditional fossil hydrocarbon resources remain the main sources of primary generation despite the ambitious statements of the government of most industrialized countries on the replacement of hydrocarbon energy resources with environment friendly renewable energy sources (RES) and a wide range of the government stimulation program and supporting of “Green Energy” projects. Such politics provide fast development of RES and doubling of installed capacities of alternative generation every five years. The examples of the new innovation industrial technologies provided ecological safety are represented. Noted that an achievement of the Agreement purposes it`s needed more effective power consumption as well as renewable energy sources and technologies that reduce carbon dioxide emissions.

Введение

Одним из глобальных вызовов, стоящих перед человечеством в XXI веке, является проблема негативного изменения климата нашей планеты, угрожающая разрушением озонового слоя земной атмосферы и таяни-

ем материковых льдов Арктики. Согласно заключению межправительственной группы экспертов по изменению климата (МГЭИК), представленному в Инчхоне (Республика Корея) в 2018 году, глобальное потепление климатической системы Земли в течение

последних 50-60 лет более чем на 90% связано с экономической деятельностью населения планеты [9]. Развитие промышленных технологий, рост численности с одновременным повышением качества и уровня мобильности людей, связанный с облегчением транспортной доступности, приводит к значительному увеличению такого экономического параметра, как потребление электроэнергии на душу населения – показателя, который в обычной сравнительной практике оценки уровня жизни граждан той или иной страны считается одной из ключевых положительных характеристик развития общества. Но в рассматриваемом нами контексте масштабы вмешательства человека в экологическое равновесие планеты вследствие потребляемых объемов энергоресурсов могут угрожать благополучному существованию будущих поколений, и проблема глобального потепления является одной из наиболее актуальных в наше время. Целью настоящей работы будет попытка оценки перспектив энергоэффективности и энергосбережения как одной из возможностей сохранения природного климатического баланса и обеспечения будущего развития.

Материалы и методы исследования

Интенсивный промышленный рост, связанный с радикальными технологическими инновациями конца XX и начала XXI столетий,

названных промышленными революциями – индустрией 3.0 и идущей ей на смену индустрией 4.0 – привел к быстрому росту мирового промышленного энергопотребления, особенно в ряде индустриально развитых стран Юго-Восточной Азии, ставших на рубеже веков мировыми лидерами по темпам экономического роста. Отражением глобального спроса на электроэнергию стало значительное увеличение объемов ее производства, и электроэнергетика сегодня является крупнейшей и наиболее быстро растущей отраслью экономики. Динамика роста мирового спроса на электроэнергию и выбросы углекислого газа в пересчете на производство одной единицы энергии представлены на рисунке 1 [10].

Основными источниками первичной генерации по-прежнему остаются традиционные ископаемые углеводородные ресурсы – уголь, нефть и газ. Производство энергии из таких источников связано с выбросами CO₂ и других парниковых газов, которые формируют объемную тепловую ловушку в атмосфере планеты, вызывая рост среднегодовой температуры и негативные изменения климата, следствием которых могут быть: нестабильная длительность климатических сезонов, количество и частота выпадения атмосферных осадков, повышение уровня морей и океанов или другие изменения природных экосистем, имеющие планетарный характер [2].

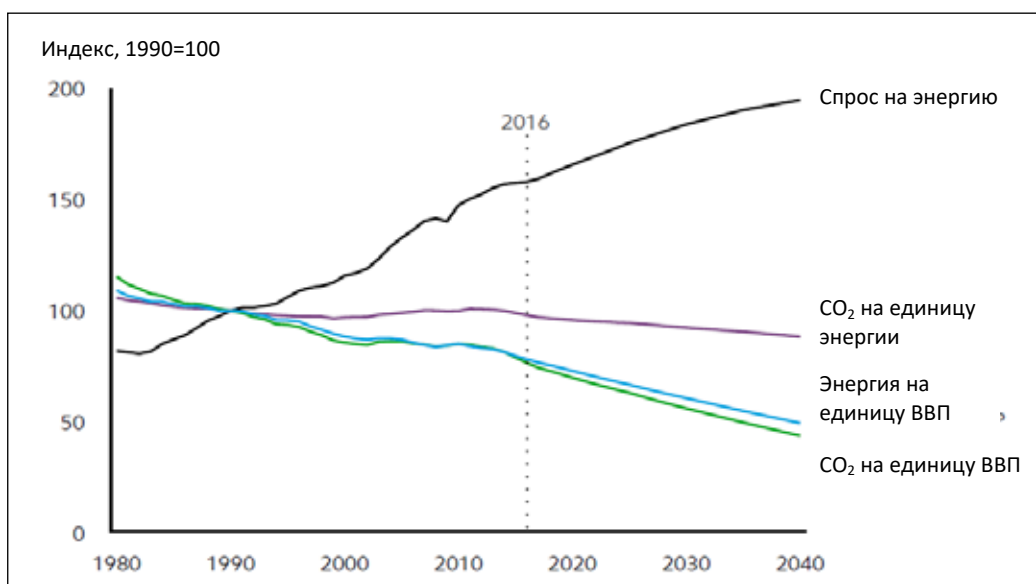


Рис. 1. Динамика спроса на энергию

Несмотря на принятую в конце прошлого века концепцию устойчивого развития (Рио де Жанейро, 1992 год), которая предполагает запуск механизмов сбалансированного функционирования природы, населения и экономики на основе критерия, что никакая экономическая деятельность не может быть оправдана, если наносимый ей ущерб природным и социальным системам превышает выгоду, и что ущерб окружающей среде должен быть минимизирован, реальная ситуация в мировой промышленности, к сожалению, далека от заявленных принципов экологической нейтральности [11].

Правительства большинства экономически развитых стран Запада, членов Организации Экономического Сотрудничества и Развития (ОЭСР), декларируют амбициозные цели замещения традиционных ископаемых ресурсов генерации электроэнергии экологически чистыми возобновляемыми источниками энергии (ВИЭ), среди которых пальма первенства принадлежит солнечной и ветровой энергии. Заявления подтверждаются обширными государственными программами стимулирования и поддержки проектов «зеленой энергетики», а равно отдельных промышленных корпораций и предприятий, заявляющих о поддержке декарбонизационной экономики и отражающих такие декларации в своей производственной деятельности, формируя имидж социально-ответственных компаний. Такая политика обуславливает быстрое развитие ВИЭ и удвоение установленных мощностей альтернативной генерации каждые пять лет [6]. При этом вклад «зеленой энергетики» в общем объеме мирового энергопотребления до настоящего времени незначителен

и составляет не более 5% (без гидроэнергетики), а доля угольной генерации, несмотря на тотальное закрытие шахт и прекращение добычи углей в Европе (рост рыночных цен на газ в 2021 году, достигший исторически рекордных значений, привел к расконсервации отдельных европейских угольных месторождений), сохраняется на уровне 24-25%, главным образом, из-за масштабов потребления в КНР, где половина производства электроэнергии обеспечивается углем. Структура мирового энергобаланса по состоянию на 2019 год представлена на рисунке 1, где в показатели возобновляемых источников энергии (ВИЭ) включены параметры установленной мощности ветровой, солнечной и геотермальной генерации энергии.

Одним из способов борьбы с выбросами диоксида углерода и эманаций свинца может быть компенсационный налог, который будут выплачивать предприятия, отрасли и государства с большим, по мнению мировых экологических экспертов, «углеродным следом». Средства, полученные в качестве платы за выбросы углекислого газа или как результат введения налога, предполагается направлять на высадку зеленых насаждений или восстановление лесов, служащих, как известно, в качестве источников поглощения углекислоты, для последующего сохранения теплового баланса планеты в рамках Парижского соглашения по климату. Такой способ естественной компенсации экологического вреда и сохранения био-баланса получил название «увязки с углеродом» и относится к «природному» типу борьбы за сохранение климата в отличие от «промышленного» пути, который будет рассмотрен далее [8].

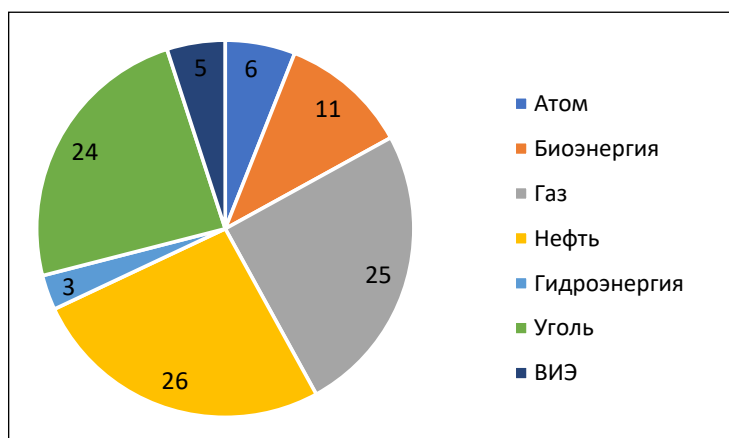


Рис. 2. Структура мирового энергобаланса в 2019 г.

Совокупность годовых мировых промышленных выбросов CO₂, практически не нарушающая теплового климатического баланса, называется *доступным эмиссионным бюджетом*, и главной задачей подписанного в 2015 году в рамках Конвенции ООН об изменении климата Парижского соглашения было признание необходимости определения и формирования национальных бюджетов промышленных выбросов, предполагающих «всеобъемлющее, систематическое, незамедлительное и повсеместное осуществление строгих мер по повышению энергетической и материальной эффективности», для удержания роста глобальной средней температуры «значительно ниже 2°C» и «приложить усилия» для ограничения роста температуры величиной 1,5°C [12]. Предлагаемые меры, по мнению ученых и экспертов по климату, позволят удержать промышленные выбросы в рамках доступного эмиссионного бюджета и обеспечить экологическую стабилизацию.

Моделируя возможные сценарии развития мировой промышленной индустрии и учитывая широту диапазона неопределенности будущих событий, в том числе, из-за различий в договороспособности и уровнях развития энергетических технологий стран мира, разумно предсказать один возможный путь практически невозможно, несмотря на подписание и ратификацию Со-

глашения подавляющим большинством членов ООН. Поэтому многие государственные и неправительственные учреждения делают попытки анализа потенциальных сценариев достижения цели 2°C.

Вероятность реализации некоторых сценариев связана с технологическими достижениями, и для минимизации экологических потерь при преобразовании первичных источников энергии в электрическую необходимо использовать весь доступный на сегодняшний день спектр энергетических технологий. Как следует из рисунка 1, определенные достижения уже видны – после максимальных значений выбросов CO₂ при производстве электроэнергии в 2011-2013 годах, удельные величины расходов потребления энергии на единицу ВВП и выбросов CO₂ на единицу произведенной энергии снизились, что подтверждает расширение использования энергосберегающих технологий, возобновляемых и альтернативных источников электроэнергии. Роль участия науки в этом процессе трудно переоценить, включая уже сформированные базовые и целевые сценарии развития путей 2°C, представленные на рисунке 3 [10].

Главная задача разработанных путей достижения целей 2°C заключается в достижении нулевых либо отрицательных значений выбросов CO₂ при производстве электроэнергии и промышленных процессах к концу века [4].

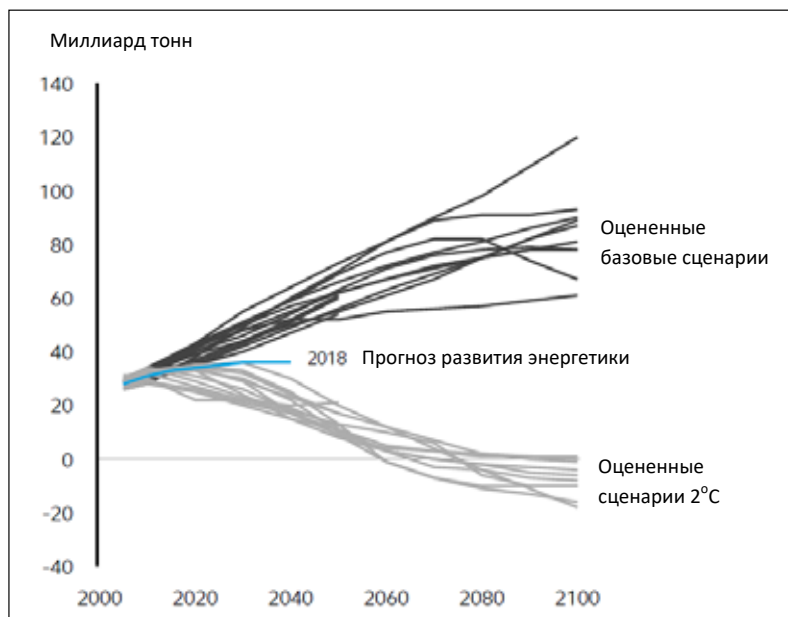


Рис. 3. Глобальные выбросы CO₂

Достигнуть столь амбициозных целей очень сложно, учитывая, что население планеты и мировая экономика будут продолжать расти, и меры по устранению экологических климатических рисков должны учитывать эти факторы. Текущее замедление темпов роста и сокращение ВВП во многих странах мира, вызванное пандемией коронавируса COVID-19 в период 2020-2021 годов, не будет длительным относительно прогнозируемого периода развития. Действительно, как показывает время, резкое уменьшение мобильности населения планеты из-за ковидных ограничений носило кратковременный характер, и мобильность быстро восстанавливается после их даже пока еще частичной отмены. Промышленное производство также восстанавливается, что мгновенно отразилось на стоимости нефти и продуктах переработки углеводородов: если на пике ковидных ограничений биржевые нефтяные котировки впервые в мировой истории достигали отрицательных значений, то годом позже цены не просто достигли допандемийного уровня, но и существенно его превзошли. О характере цен на «голубое топливо» в постпандемийный период уже сказано выше. Поэтому в любом сценарии достижения 2⁰C два названных фактора остаются критическими для обеспечения политики ограничения выбросов углекислого и других парниковых газов, сохраняющей уровень теплового климатического баланса.

Результаты исследования и их обсуждение

Частичным решением проблемы должно стать широкомасштабное внедрение энергосберегающих и иных инновационных ресурсосберегающих технологий, включая технологии замкнутого производственного цикла, а также возможностей вовлечения в промышленный оборот вторичных материальных и энергетических ресурсов. Быстрое развитие названных технологий и видимый эффект от их промышленного использования делают эту область доступной для широкого круга исследователей проблемы энергоэффективности и ресурсосбережения. В настоящей работе будут названы только несколько основных технологических достижений, активное внедрение и распространение которых способны значительно повлиять на возможность успеха в достижении целей пути 2⁰C:

1) Энергосберегающие технологии при строительстве. Как известно, здания яв-

ляются крупнейшими энергопотребителями – это расходы электроэнергии на обогрев или наоборот, охлаждение, жилых и производственных помещений. Сегодня строительная отрасль обладает самыми передовыми сертификатами энергоэффективности и строгими, постоянно обновляемыми стандартами энергопотребления, которые устанавливают измеримые и достижимые цели для сокращения расхода электроэнергии.

2) Повсеместный отказ от угля и нетрадиционных видов ископаемых топлив (горючих сланцев, битуминозных песков и других). Примером служит закрытие Евросоюзом своих угольных месторождений, несмотря на значительные издержки и временную социальную напряженность, с этим связанную [7]. (В условиях дефицита энергоресурсов вследствие доселе небывалого кризиса в генерации ВИЭ в 2020 и 2021 годах: продолжительные периоды безветренной погоды, обледенение ветрогенераторов, совпавшие по времени с чрезвычайно низким КПД солнечных фотоэлементов из-за доминирования облачности – власти Польши расконсервировали закрытые угольные шахты, несмотря на отсутствие разрешений из Брюсселя, а равно какой-либо помощи или смягчения низкоуглеродной повестки – напротив, страна вынуждена платить ежедневный штраф в сумме 500 тыс. ЕВРО).

3) Инвестирование в возобновляемые источники энергии (ВИЭ). Уже к 2040 году прогнозируется, что доля ВИЭ в общем мировом энергобалансе достигнет 30%, а в некоторых странах Евросоюза превысит 50% [3, 13]. Здесь характерно, что в первых рядах борцов за углеродную нейтральность находятся крупнейшие транснациональные нефтяные концерны, заявляющие о поддержке «зеленой энергетики» и принимающие серьезные инвестиционные программы по развитию ВИЭ. Примером может служить корпорация ExxonMobil, которая за последние 20 лет инвестировала в низкоуглеродные проекты более 10 млрд. долларов и объявила о еще 3 млрд. долларов вложений в технологические разработки альтернативной генерации [5].

4) Использование технологий улавливания и хранения углерода (УХУ) при невозможности отказа от угля, природного газа и биоэнергии (не ВИЭ) – это так называемый «промышленный» путь борьбы за сохранение климата. Передовые позиции здесь занимает Северная Америка, предлагающая политику оплаты выбросов

CO₂ специальными компаниями, обладающим своеобразными «хранилищами» углекислоты для ее последующей переработки или нейтрализации. Здесь важно отметить, что крупнейшим и быстрорастущим потребителем углеводородного сырья является нефтехимическая промышленность, а мировой спрос на пластмассы, полиэтилены и другие продукты переработки нефтехимии превышает предложение. Поэтому коммерческие возможности технологии CCUS (Carbon Capture, Utilization and Storage), предусматривающей улавливание, утилизацию (сжатие) и хранение углекислоты в подземных резервуарах отработанных нефтегазовых месторождений или заброшенных горных выработках для последующего ее извлечения и переработки в качестве нефтехимиче-

ского сырья представляются очень перспективными [1, 8].

Заключение

В заключение отметим, что достижение целей на пути 2⁰C предполагает реализацию Правительствами стран, подписавших и ратифицировавших Соглашение по климату или тех, кто так или иначе поддерживает политику ООН по сохранению окружающей среды, следующей политики: во-первых, страны должны быть более эффективными в использовании энергии; и, во-вторых, необходимо стимулировать использование возобновляемых источников энергии (ВИЭ) или технологий, уменьшающих выбросы CO₂ для каждой используемой единицы энергии.

Библиографический список

1. Белошицкий А.В. Основные тренды в развитии нефтесервисного бизнеса в России // Актуальные вопросы экономики и управления в нефтегазовом бизнесе: сборник научных трудов IV Всероссийской научно-практической конференции. 2020. С. 20-23.
2. Глобальный зеленый новый курс. Доклад Программы ООН по окружающей среде, март 2009 г. [Электронный ресурс]. URL: http://greenlogic.by/content/files/GREENTRANSPORT/UNEP90_RUS.pdf (дата обращения: 22.12.2021).
3. Ильковский К.Н., Тимофеев Д.В. Взгляд на энергетику будущего // Горный журнал. 2011. № 12. С. 73–74.
4. Интернет-журнал RoutesToFinance.com. [Электронный ресурс]. URL: [http://www.ru.routestofinance.com/>...ways...reduce CO2-emissions...](http://www.ru.routestofinance.com/>...ways...reduce%20CO2-emissions...) (дата обращения: 21.12.2021).
5. Кузнецов С.В. От нефтесервиса ждут роста // Нефть и капитал. [Электронный ресурс]. URL: <https://oilcapital.ru/article/general/05-10-2021/ot-nefteservisa-zdut-rosta>. (дата обращения: 22.12.2021).
6. Лебедев Ю.В., Лебедева Т.А. Зеленая энергетика: состояние и ожидания // «Зеленая экономика, зеленая энергетика, зеленые инвестиции»: материалы XII Международной конференции «Российские регионы в фокусе перемен». Екатеринбург: УГГУ, С. 368-374.
7. Макаров И.И., Дробот Е.К., Левчegov О.В. Зеленая экономика, цифровые технологии и наноинструментарий: основные базисы трансформации производственных систем в Евразийском экономическом союзе // Экономические отношения. 2020. Т. 10. № 3. С. 719-742. DOI: 10.18334/eo.10.3.110822.
8. Нефтесервисный рынок России: фокус на диверсификацию // Аналитический отчет Vygon Consulting – 2021. [Электронный ресурс]. URL: <https://vygon.consulting>upload/iblock/d82/.../vygon//OFS.pdf...> (дата обращения: 20.12.2021).
9. Отчет межгосударственной энергетической исследовательской комиссии (МГЭИК) на русском языке. [Электронный ресурс]. URL: http://www/ipcc.ch/pdf/session48/pr_81008_P48_spm_ru.pdf. (дата обращения 21.12.2021).
10. Обзор мировой энергетики. [Электронный ресурс]. URL: http://www.ruscable.ru/print.html?p=/article/obzor_mirovoj_energetiki_na_2020_god_ot/ (дата обращения: 21.12.2021).
11. Рио-де-Жанейрская декларация по окружающей среде и развитию. Принята Конференцией ООН по окружающей среде и развитию, Рио-де-Жанейро (Бразилия), 3-14 июня 1992 года. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.un.org/ru/documents/declconv/declarations/riodecl.shtml> (дата обращения: 05.01.2022).
12. Справочник Российская Википедия. [Электронный ресурс]. URL: [http://www.ru.wikipedia.org>Парижское соглашение \(2015\)](http://www.ru.wikipedia.org>Парижское%20соглашение%20(2015)) (дата обращения: 21.12.2021).
13. EIA project worked energy consumption will increase 56% by 2040 // U.S. Energy Information Administration. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.eia.gov>Homepage-todayinenergy/detail.cfm?id=12251> (дата обращения: 28.12.2021).