

Воздействие глобальных трансформаций на мировое развитие отраслей ТЭК, выводы для России

Ю. А. Плаkitкин¹, Л. С. Плаkitкина², К. И. Дьяченко²

¹Институт энергетических исследований Российской академии наук,
Центр анализа и инноваций в энергетике,

²Центр исследования угольной промышленности мира и России
luplak@rambler.ru

В статье представлены результаты воздействия глобальных трансформаций современного периода (демографических, технологических, энергетических), влияющих на развитие мировой и отечественной энергетики. Приведена характеристика мирового демографического развития. Проанализирована его связь с мировым инновационно-технологическим процессом, исследованным по потоку мировых патентных заявок. Показана взаимосвязь энергетического перехода с демографическим и технологическим переходами.

Представлены закономерности повышения плотности энергии применяемых энергоисточников и ее влияния на производительность труда и скорость перемещения людей и грузов в экономике. Приведен контур будущего развития энергетических технологий.

Ключевые слова: мировые трансформации, демографический, технологический и энергетический переходы, мировые патентные заявки, плотность энергии, закономерности развития, прогнозный контур развития энергетики.

На втором заседании Комитета старших должностных лиц БРИКС по энергетике, состоявшемся 2–4 июля 2024 г. в г. Кемерово, приняли участие руководящие работники органов государственного управления, отвечающие за развитие энергетики России, ЮАР, ОАЭ, Бразилии, КНР, Египта, Эфиопии, Индии и Ирана [1].

Базовый характер энергетики в развитии экономики стран БРИКС формирует образ «Будущего», который должен учитываться правительствами этих стран для удовлетворения текущих и будущих потребностей своего населения.

Главные глобальные трансформации мирового развития

Будущее мировое развитие на современном этапе находится под воздействием четырех глобальных трансформаций: демографической, энергетической, технологической и экономикополитической. Все эти трансформации, так или иначе, «выбивают» традиционную энергетику из хозяйственного оборота мировой экономики и приводят к росту применения альтернативных источников энергии.

Самой главной глобальной трансформацией является демографическая [2, 3], которая связана с изменением численности населения мира. Примерно, к началу 1990-х годов прекратилось увеличение прироста численности населения мира.

Этот прирост стабилизировался на уровне 80–90 млн чел. в период 1980–2015 гг., а после 2015 г. он стал быстро снижаться. Так, уже в

2023 г. прирост численности уменьшился в 1,5 раза и достиг величины 60 млн чел [4].

Многие аналитики стали утверждать о вхождении цивилизации в глобальный демографический переход, связывая его с будущей стабилизацией, или даже с возможным падением численности населения мира. Для уточнения ее значений в перспективном периоде авторами статьи был выполнен нейросетевой прогноз динамики численности населения мира в XXI веке.

Как показали наши расчеты, вопреки мнению многих аналитиков, ожидающих рост численности населения мира в XXI веке, она в перспективном периоде, по всей видимости, расти не будет. По нашим расчетам, в XXI веке численность населения мира выйдет на стабильный уровень, примерно, равный 9 млрд чел. Дальнейший ее рост, вероятно, не превысит 10 млрд чел., а в последующие периоды численность населения мира может даже снизиться.

Под воздействием демографического перехода в настоящее время стал осуществляться энергетический переход. При стабилизации численности населения мира и росте энергоэффективности мировой экономики объемы использования в ней энергии, по всей вероятности, будут снижаться. Об этом свидетельствуют и результаты проведенного нами нейросетевого прогноза потребления энергии в XXI веке. Вопреки мнению ряда экспертов, потребление энергии в перспективном периоде не только не будет расти, наоборот: на рубеже 2050–2070 гг. оно достигнет стабилизации, после которой

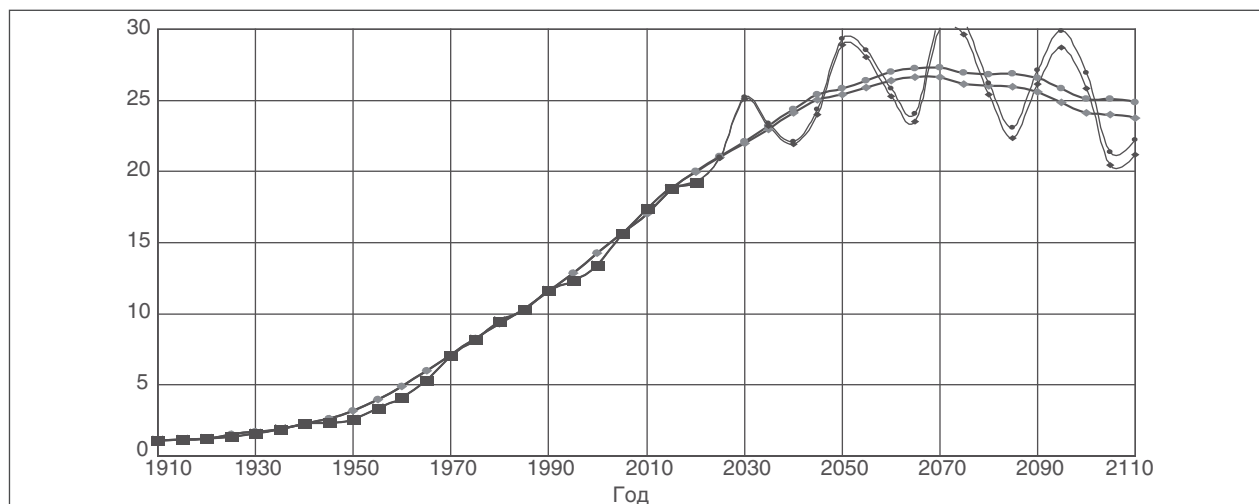


Рис. 1. Результаты нейросетевого прогноза коридора мирового потребления энергии, млрд т усл. топлива

станет осуществляться ее системное снижение (рис. 1).

На такое снижение указывают долговременные тренды падения потребления энергии в развитых странах мира.

Мировые тренды прошедшего периода и неусвоенные уроки вчерашнего дня

Развитые страны уже на протяжении более чем 20 лет планомерно снижают потребление энергии (рис. 2) [5].

Да, развивающиеся страны, в том числе Индия, Китай, Вьетнам еще активно наращивают это потребление, но и они, с учетом демографических и инновационно-технологических процессов, будут стремиться к стабилизации или даже снижению объемов использования энергии в прогнозном периоде. Конечно же, это снижение происходит, в первую очередь, за счет сокращения объемов использования традиционных энергоисточников. Так, развитые страны уже более 20 лет планомерно сокращают потребление угля (рис. 3).

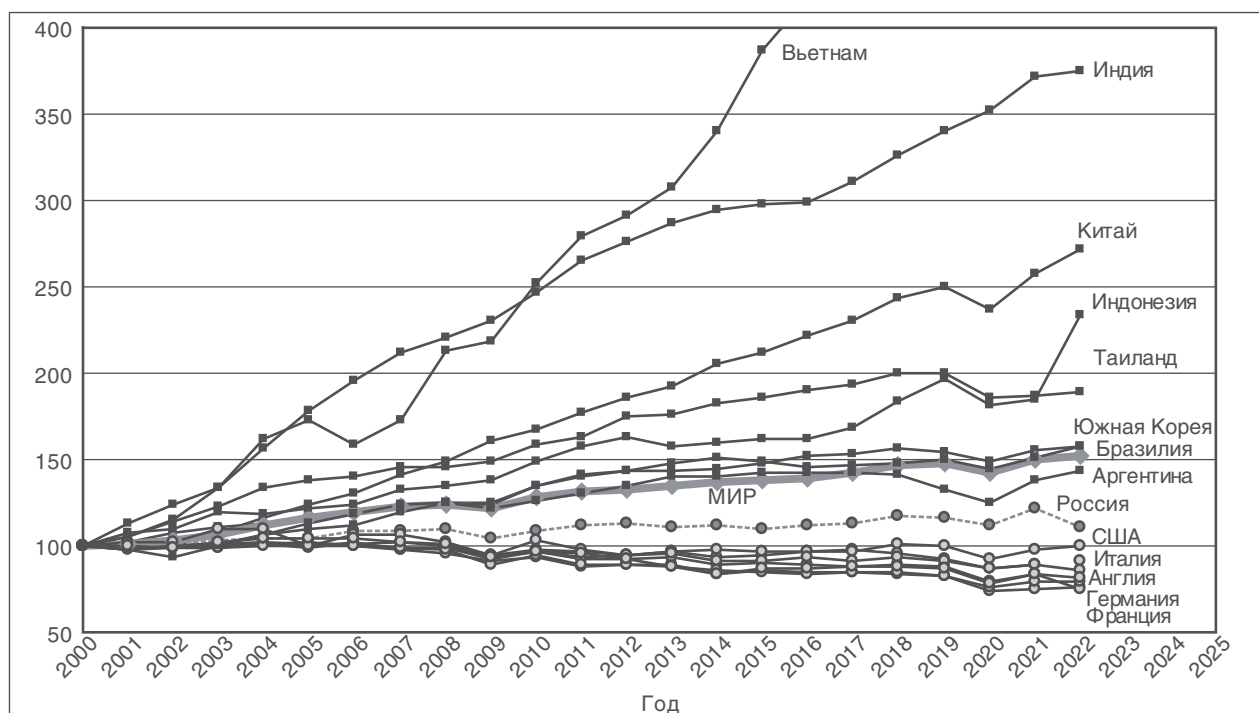


Рис. 2. Динамика потребления энергии в странах мира, % (2000 г. — 100%)

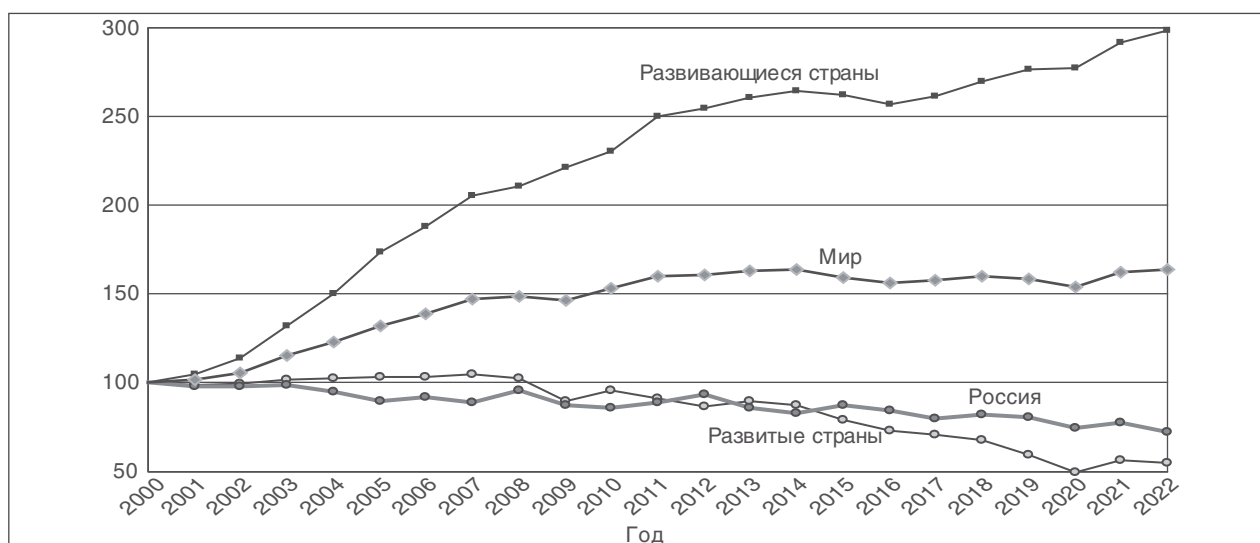


Рис. 3. Динамика потребления угля в странах мира, % (2000 г. — 100%)

Даже развивающиеся страны, включая Китай и Индию, уже прекратили резкое наращивание темпов потребления угля [6]. В динамике его потребления развивающимися странами проглядывается явная «полка», за которой совершенно естественно будет осуществляться процесс неуклонного снижения. В целом мировая экономика вышла на стабилизационное потребление угольных ресурсов еще в 2011–2012 гг.

Россия в целом соответствует трендам потребления угля, установившимся в развитых странах. Последние за прошедшие 22 года почти в два раза сократили объемы его использования. При этом Россия за тот же период снизила потребление угля, примерно, на 30–40%.

Развитые страны высокими темпами сокращают не только потребление угля, но и нефти.

Так, за последние 22 года потребление нефти в этих странах снизилось почти на 20% (рис. 4).

За счет роста потребления нефти в развивающихся странах (примерно в два раза за прошедшие 22 года) ее мировое потребление возросло на 20%.

Россия пока не соответствует выше приведенным трендам и даже опережает общемировую тенденцию объемов использования нефти. За последний 22-летний период потребление нефти в России увеличилось более чем на 30%. Конечно же, развитие такой тенденции настораживает из-за противоречия ее мировой направленности на значительное расширение использования электрифицированного транспорта.

Даже в анализе потребления газа нельзя утверждать о долговременном его росте в перспек-



Рис. 4. Динамика потребления нефти в странах мира, % (2000 г. — 100%)

тивном периоде. Развитые страны за прошедшие 22 года, хотя и увеличивали потребление газа, но темпы его роста были довольно умеренными. За указанный период времени оно повысилось не более чем на 20%. При этом, если совокупное потребление развитых стран рассмотреть дифференцированно, то можно констатировать, что страны Европы в целом не только не повышали, а наоборот — медленно снижали объемы использования газа в экономике.

Да, развивающиеся страны пока достаточно высокими темпами увеличивали потребление газа. Так, за последний 22-летний период у них потребление газа возросло в среднем, примерно, в четыре раза).

Однако и они в перспективном периоде, под воздействием глобальных трансформаций, встанут на трек, подобный развитым странам.

Россия в реализации тенденции потребления газа соответствует тенденциям развитых стран, которые на протяжении всего рассматриваемого периода планомерно сокращали и потребление угля, и нефти, и даже газа. Очень часто от ряда политиков и экспертов можно услышать мнение о том, что страны Европы, отказываясь от российских энергоресурсов, и, в частности, газа, поступают весьма нерационально и, фактически, сами «стреляют себе в ногу». Если это и так, то они почему-то занимаются этим неблагоприятным делом, уже на протяжении более 20 лет. Вероятно, органы государственного управления либо не замечали, либо не хотели замечать этих долговременных тенденций и учитывать их при принятии решений. Конечно, можно заявлять о значительных потенциальных возможностях наращивания российского экспорта газа и других энергоресурсов. Но что будет с их перспективным потреблением? Долговременная тенденция

сокращения использования традиционных энергоресурсов в Европе в какой-то мере объясняет ту легкость, с которой европейские страны отказались от российских углеводородов и, практически, бесконфликтно приняли ситуацию, связанную с подрывом газопровода «Северный поток 2» [7].

Отметим, что в целом доля невозобновляемых источников энергии в энергобалансах развитых странах за последние 22 года снизилась с 84% до 74%, или на 10% (рис. 5).

Доля мирового потребления невозобновляемых источников энергии, примерно, до 2013–2014 гг. находилась на «полке», равной 85–87%, но, начиная с 2014 г., она стала уменьшаться и в 2022 г. опустилась до значения 82%. Россия на протяжении всего 22-летнего периода, фактически, неизменно «держала» планку на уровне 86–88%.

Несмотря на быстрый рост потребления газа, нефти и угля в развивающихся странах, доля невозобновляемых источников энергии в них не только не росла, а наоборот — уменьшалась. Так, за последний 22-летний период эта доля со стабильного уровня, равного 90%, начиная с 2010–2011 гг. стала падать и к 2022 г. опустилась до отметки 82%. Такая динамика свидетельствует о серьезных намерениях этих стран по трансформации энергобалансов в сторону значительного увеличения доли возобновляемых энергоисточников.

На фоне этого Россия контрастирует не только по отношению к развитым странам, но и в сравнении с развивающимися странами. Такая ситуация выглядит настораживающей. Долговременная ориентация России исключительно на невозобновляемые источники энергии делает ее развитие в перспективном периоде достаточно

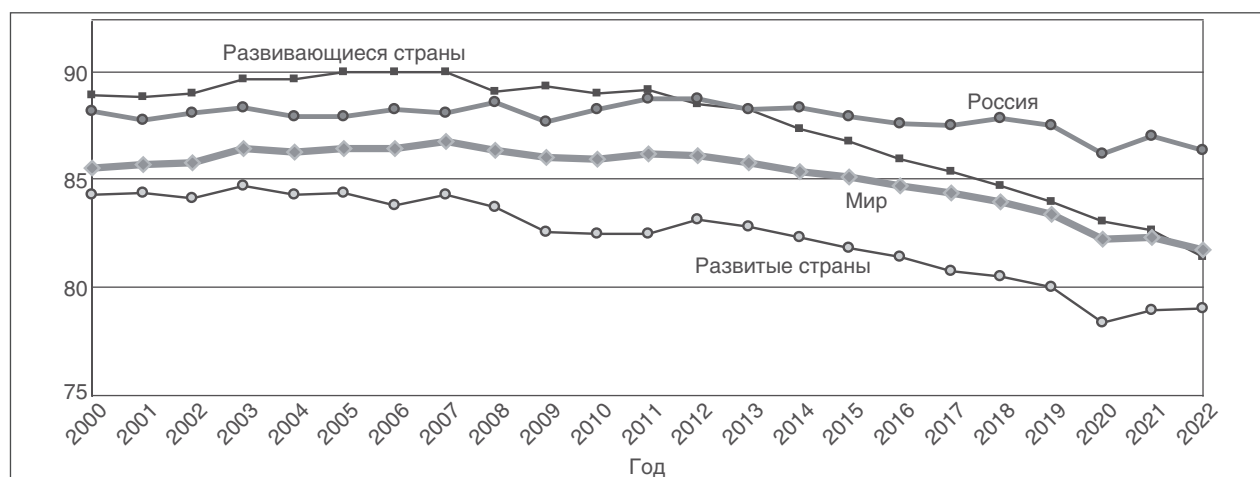


Рис. 5. Динамика доли невозобновляемых источников в энергобалансах стран мира, %

уязвимым. Более того, России, по всей видимости, следует обратить внимание на сформировавшуюся тенденцию роста доли потребления нефти в экономике. Она противоречит тенденциям, действующим как в целом по миру, так и по развитым странам и даже по развивающимся. В последних из них происходит планомерно-ускоренное снижение доли потребления нефти в энергобалансе. Так, за последние 22 года развитые страны сократили долю потребления нефти с 42% до 36–37%, т.е. на 5–6%, а развивающиеся — с 33–34% до 23–25%, т.е., примерно, на 9–10%. Более высокий уровень снижения доли потребления нефти в развивающихся странах свидетельствует об амбиционных намерениях этих стран по переходу к возобновляемым источникам энергии и масштабной электрификации всех видов транспорта.

Рост потребления энергии возобновляемых источников для развивающихся стран почти «взрывоподобен». Если развитые страны увеличили потребление энергии возобновляемых источников за 22-летний период в 10,9 раз, то развивающиеся страны — более чем в 40 раз. Даже с учетом «проблемы низкого старта» рост потребления из этих источников по отношению к 2010 г. для развитых стран не добрал трехкратного увеличения, а для развивающихся стран он вырос в восемь раз. Это повлияло на быстрый рост доли возобновляемых источников энергии в энергобалансе развивающихся стран мира. Она повысилась в 2022 г. с, примерно, 10% (2000 г.) до 18–19% и приблизилась к значениям развитых стран мира (20–21%).

В России эта доля в рассматриваемом периоде находилась на уровне не более 12–14%. Фактически, «замороженная» доля возобновляемой энергетики в энергобалансе России свидетельствует о необходимости реализации своеобразного энергетического «скачка», преобразующего ее действующую энергетику. Такие возможности у России имеются в достаточном объеме, особенно, в наращивании компетенций по развитию ядерной и космической энергетики.

Энергопереход в нейросетевом прогнозе будущего потребления энергоресурсов

Анализ тенденций предшествующего 22-летнего периода дает, фактически, однозначное понимание того, что на протяжении более 20 лет в мировой энергетике системно формировался энергетический переход. Его точкой отсчета можно считать период 2013–2014 гг., когда доля невозобновляемых источников энергии в мире и развивающихся странах стала уменьшаться.

Именно в этот период начали меняться тенденции и в мировом демографическом развитии. Из относительно стабильного годового прироста численности населения мира стал осуществляться переход к его снижению. Фактически, демографический переход «спровоцировал» переход к новой возобновляемой энергетике, что в прогнозном периоде приведет к стабилизации и последующему снижению потребления энергии (см. рис. 1). Однако этот процесс перехода затронет не только общее потребление энергии, но, вероятно, и объемы генерирования электроэнергии. Дело в том, что объемы генерирования

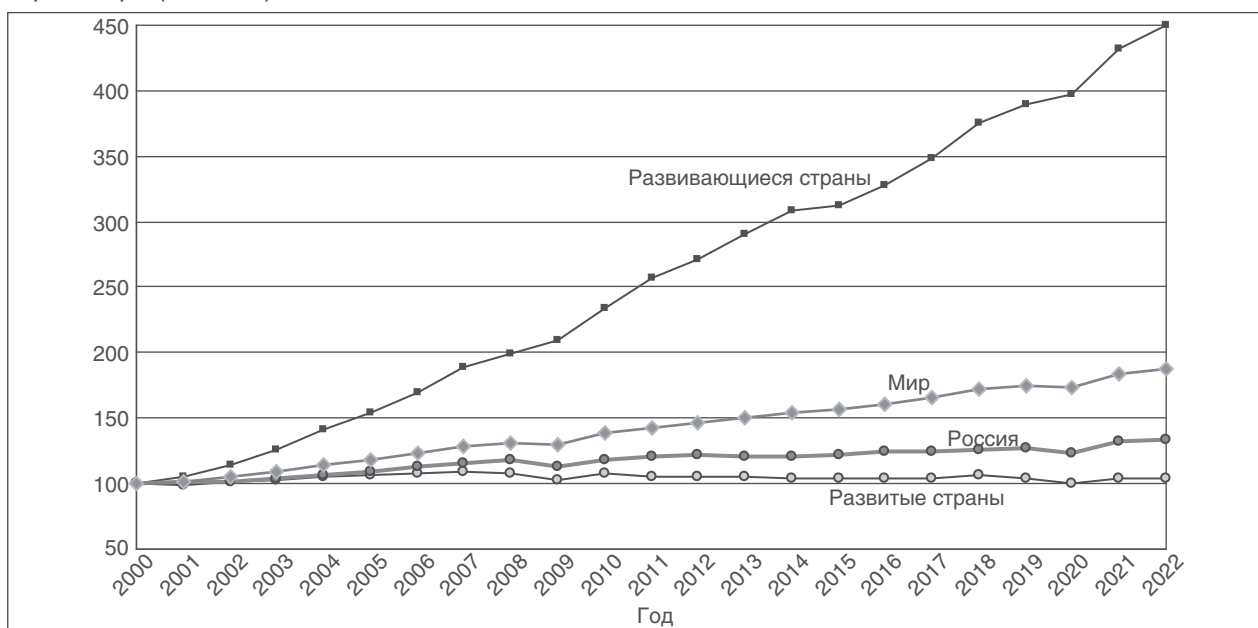


Рис. 6. Динамика производства электроэнергии в странах мира, %

электроэнергии развитыми странами на протяжении последнего 22-летнего периода вышли на стабилизационный уровень. Более того, в этот период во многих странах Европы эти объемы постепенно снижались. Рост мировой генерации электроэнергии происходил, в основном, за счет ее высоких темпов в развивающихся странах (рис. 6).

За этот период объем генерирования электроэнергии в развивающихся странах увеличился в 4,5 раза, а в целом по всем странам мира, примерно, в 1,9 раза. Вероятнее всего, такие значительные темпы повышения объемов генерирования электроэнергии в развивающихся странах определяли высокие темпы роста ВВП этих стран. Однако наметившиеся структурные трансформации в мировой динамике объемов генерирования электроэнергии, фактически, предопределяют для развивающихся стран их стабилизацию в прогнозном периоде.

На основе проведенного нами нейросетевого прогнозирования мировых объемов генерирования электроэнергии установлено, что, примерно, в 2060–2080 гг. рост этих объемов прекратится и выйдет на стабилизационный уровень (рис. 7).

По всей видимости, к этому периоду развивающиеся страны повторят тренд развитых стран, реализованный в 2000–2022 гг.

За пределами 2070-х гг. объемы генерирования электроэнергии вообще, вероятнее всего, будут сокращаться. Конечно, это выглядит немного парадоксально, ведь к середине

века должна значительно увеличиться глубина электрификации быта и всех видов транспорта. Кроме того, рост интеллектуализации приведет к существенному увеличению применения сверхмощной вычислительной техники, требующей электроэнергию. Да, это так. Однако в указанном периоде параллельно будут активно развиваться процессы, основанные на применении квантовых технологий и фотоники [8]. Последние существенно повысят электроэффективность во всех секторах экономики. Кроме того, появятся более энергоэффективные новые ее сектора.

В предстоящем периоде стабилизация и дальнейшее снижение потребления энергии, и даже электроэнергии, будут сопровождаться падением мирового потребления традиционных энергоресурсов. Так, в соответствии с результатами нейросетевого прогноза, мировая добыча угля уже, примерно, к середине XXI века, по всей вероятности, сократится в два раза, а к концу века, фактически, выйдет на «нулевые» отметки (рис. 8).

Примерно, такие же тенденции, с небольшим отличием, характерны и для мирового потребления нефти. Так, если стабилизационный период объемов мировой добычи угля будет длиться, примерно, до 2025–2030 гг., то подобная фаза для потребления нефти продолжится до 2030–2035 гг. (рис. 9).

В середине века потребление нефти, вероятнее всего, снизится на 30%, а к концу века будет

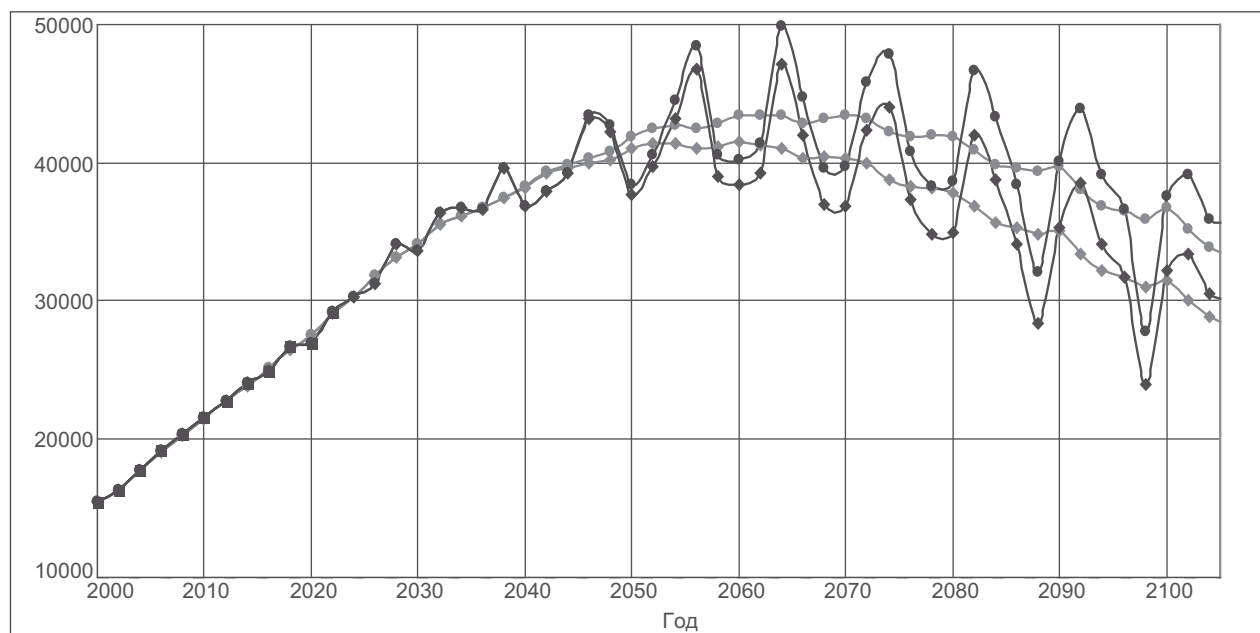


Рис. 7. Результаты нейросетевого прогноза коридора мировых объемов генерирования электроэнергии, ТВт·ч

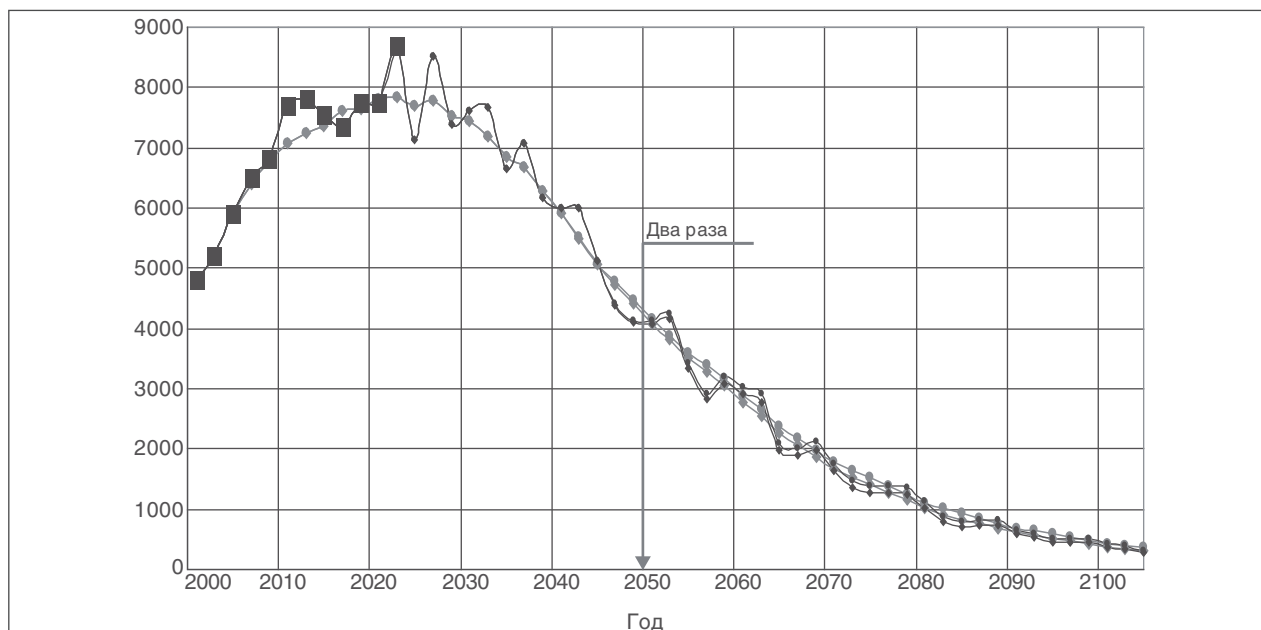


Рис. 8. Результаты нейросетевого прогноза коридора мировых объемов добычи угля, млн. т

очень близко к «нулевым» отметкам. Пожалуй, только мировое потребление газа будет обладать более продолжительной стабилизационной фазой (рис. 10).

В период 2030–2035 гг. его потребление достигнет наибольшего значения и будет, примерно, до 2040 г. находиться на стабилизационном уровне. За пределами этого срока возможно системное снижение потребления газа. В конце XXI века его потребление, по видимости, может

составлять всего 20% от максимально достигнутого уровня.

Снижение потребления традиционных энергоисточников будет ускоренным образом замещаться альтернативными источниками энергии. Так, в соответствии с результатами выполненного нами нейросетевого прогноза мировое потребление возобновляемых источников энергии к середине XXI века увеличится в 4–6 раз (рис. 11).

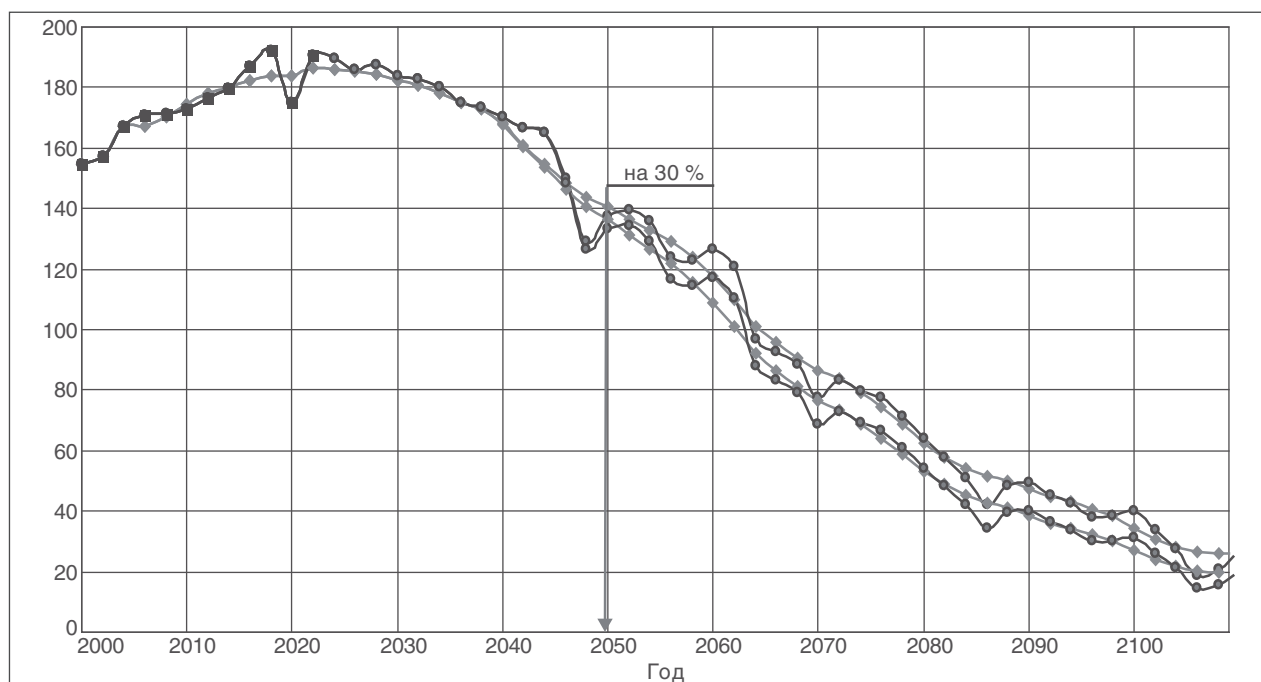


Рис. 9. Результаты нейросетевого прогноза коридора мировых объемов потребления нефти, ЭДж

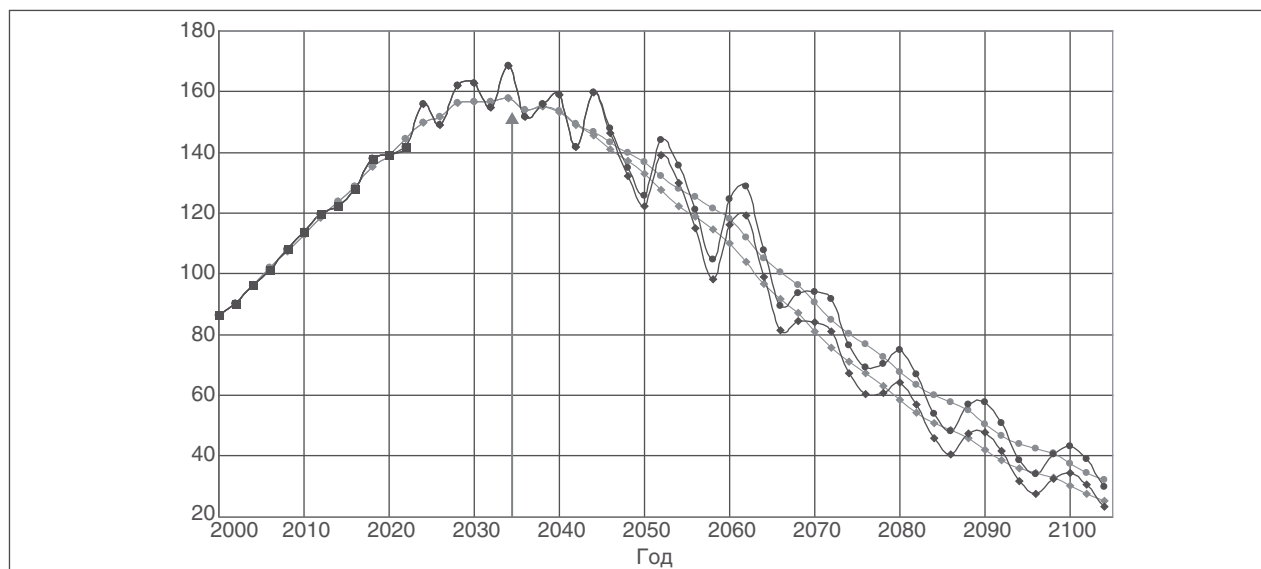


Рис. 10. Результаты нейросетевого прогноза коридора мировых объемов потребления газа, ЭДж

Удешевление технологий возобновляемых источников энергии, а также возможность их комбинирования с накопителями энергии и интеграции в общую энергосистему традиционной энергетики значительно увеличивают их долю в мировом топливно-энергетическом балансе. Наряду с этим, после периода «охлаждения» (2010–2020 гг.) к использованию ядерной генерации, стало вновь возрождаться понимание ее важности в развитии будущей мировой энергетики [9].

В соответствии с результатами нейросетевого прогноза, объемы мирового потребления энергии АЭС к середине периода могут увеличиться на 30–40% (рис. 12).

Энергопереход как новое качество развития мировой энергетики

С ростом объемов альтернативных энергоисточников энергетика стала переходить из одного состояния в другое, качественно-противоположное. В настоящее время происходит «переполюсовка» развития энергетики. Эта «переполюсовка», фактически, и означает энергопереход – переход к новому качеству развития энергетики (рис. 13).

Если в 2020 г. энергетика являлась, в основном, традиционной, базирующейся на тепловой генерации больших мощностей и разветвленной сетью электропередач, то, примерно, к 2050 г.

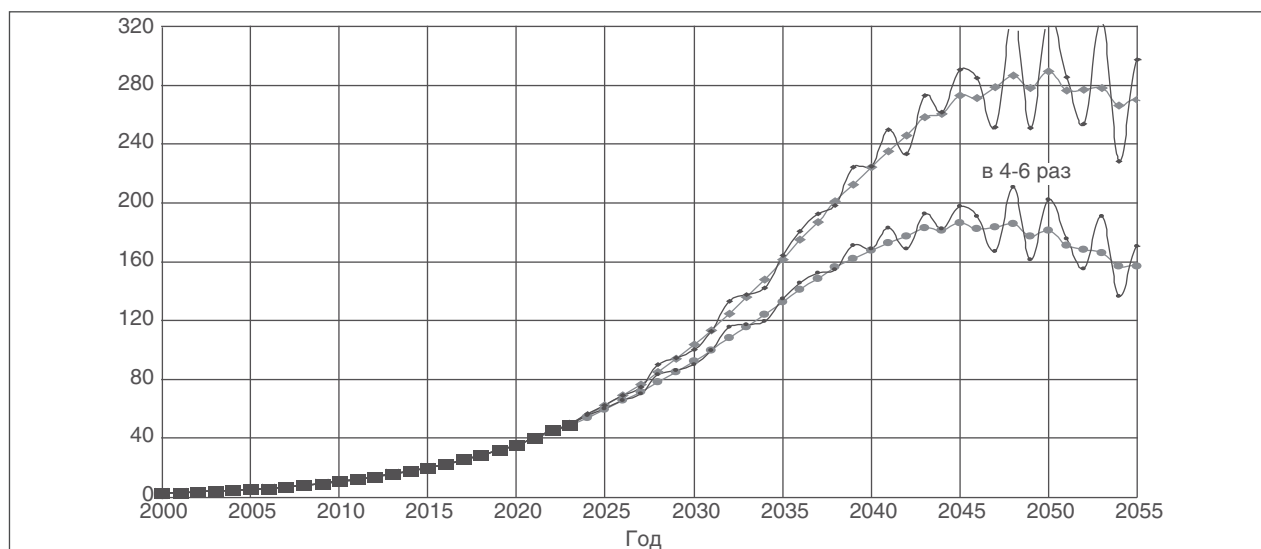


Рис. 11. Результаты нейросетевого прогноза коридора мирового потребления возобновляемых источников энергии, ЭДж

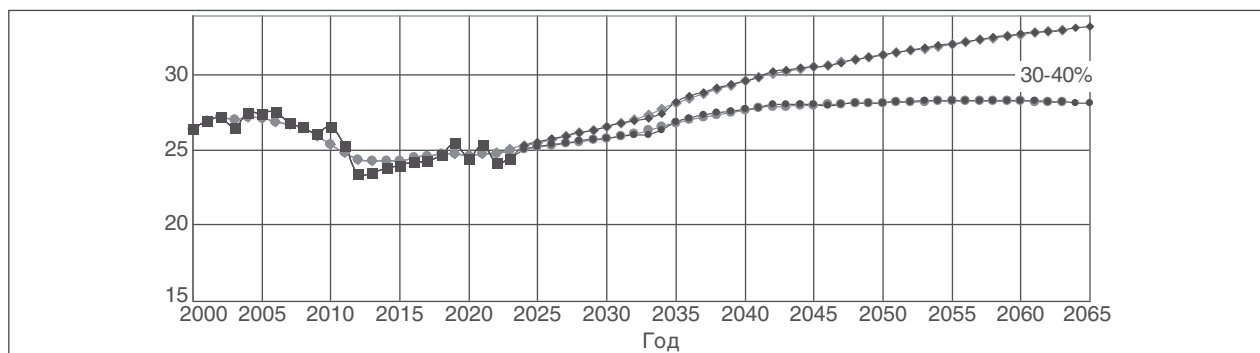


Рис. 12. Результаты нейросетевого прогноза коридора мирового потребления энергии АЭС, ЭДж

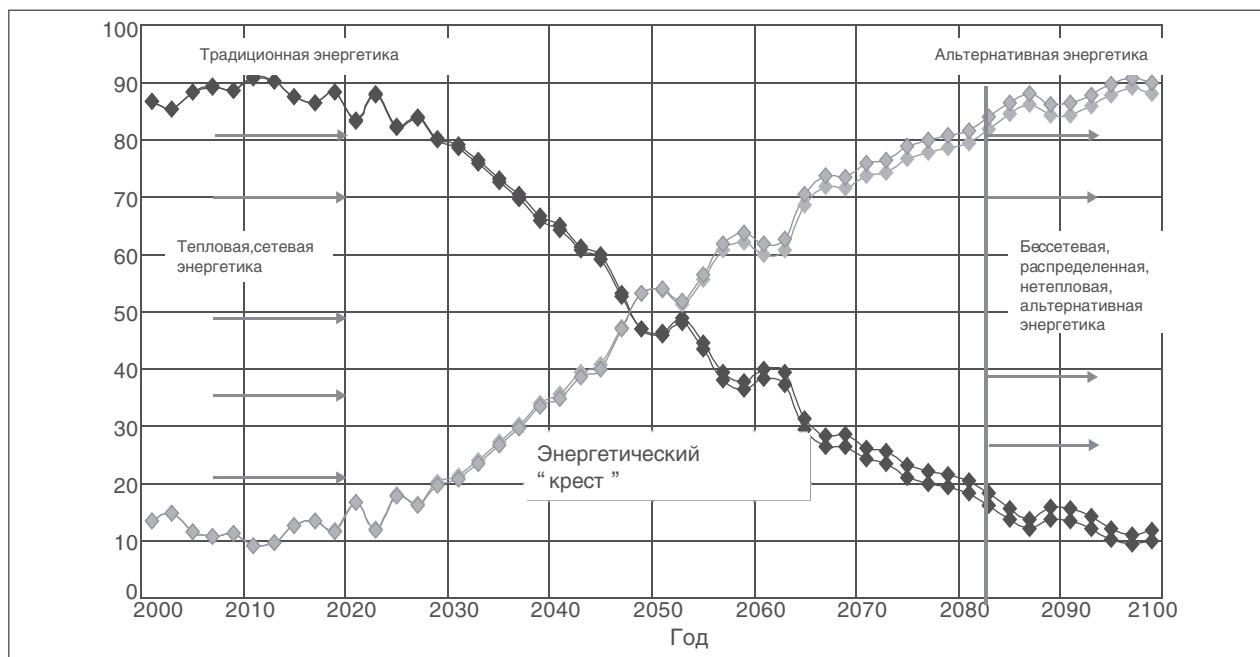


Рис. 13. Результаты нейросетевого прогноза долей в мировом энергобалансе традиционной и альтернативной энергетики

мировая энергетика «выйдет» на своеобразный «энергетический крест», символизирующий окончание эры доминирования традиционной энергетики. Эта точка, в свою очередь, является началом доминирования альтернативной энергетики. По сути, 2050 г. — это время окончательного перехода мировой энергетики в новое качество. После нее можно констатировать, что энергопереход в мировом развитии состоялся. Более того, он вызвал появление нового качества как в мировом технологическом, так и экономико-политическом развитии. К 2080 г. мировая энергетика станет противоположной действующей. Это будет энергетика нетепловой генерации малых распределенных мощностей, в которой произойдет постепенное сокращение сетевой составляющей.

Прогнозный контур будущей энергетики

Проведенные расчеты ориентируют на существенную трансформацию мирового энергетического баланса. Так, высокая плотность энергии энергоисточников, прогнозируемая к концу XXI века, при почти полном исчерпании возможностей традиционной энергетики, свидетельствует о значительной доли ядерных и, вероятно, термоядерных источников энергии. Эти энергоисточники обладают плотностью энергии в тысячи и миллионы раз превышающей плотность энергии традиционных энергоисточников [10].

Проведенный нейросетевой прогноз указывает на то, что примерный энергетический баланс к концу XXI века может иметь вид:

- возобновляемые источники энергии, включая орбитальные группировки — примерно 20%;

• ядерные, в том числе возможно термоядерные источники энергии — около 80%.

Такое соотношение позволяет обеспечить уровни плотности энергии, полученные при проведении прогнозных расчетов. Значительный «толчок» развития мировой энергетики в период 2050–2060 гг., по-видимому, будет связан с широким применением передовых ядерных установок замкнутого цикла, работающих на быстрых нейтронах, что существенным образом повысит среднюю плотность энергии энергоисточников, используемой в экономике.

По всей видимости, в этот же период возможно и применение источников термоядерной энергии. Об этом свидетельствует большая напористость многих стран в реализации термоядерных проектов. Отметим, что термоядерные источники энергии безопасны с точки зрения радиоактивности. В этом смысле развитие термоядерной энергетики тесно «смыкается» с решением задач так называемой «зеленой» климатической повестки.

Фактически, термоядерная энергетика решает две большие задачи: обеспечение экологической чистоты и достижение энергетического изобилия, фактически, ликвидирующего энергетическую бедность населения мира.

Путь к развитию термоядерной энергетики лежит через совершенствование технологий ядерной энергетики. Наиболее вероятными направлениями ее трансформации является стремление к реализации технологий прямого преобразования в электрическую энергию и к минимизации размеров энергоисточников.

В связи с этим показательны намерения Японии, в которой активно ведется работа по созданию небольших (до 300 МВт) ядерных установок. При этом важное значение придается развитию малых мобильных ядерных источников (до 1 МВт, весом до 40 т), помещающихся в стандартных контейнерах. Несмотря на то, что стоимость таких реакторов первоначально может превышать стоимость обычной генерации, выгода мобильности и гибкости их использования неоспорима, особенно при электрификации отдельных локальных зон и труднодоступных районов страны [11].

Развитие малой термоядерной энергетики прямого преобразования энергии, вероятнее всего, будет представлять собой наиболее перспективное направление. В целом энергетика,

по всей видимости, будет преобразовываться в распределенную и бессетевую, основанную на применении своеобразных «батареек».

Чем выше плотность энергии энергоисточников, тем более малыми будут их размеры.

Заслуживает внимания положительный опыт ОАЭ при разработке Энергетической стратегии с прогнозным горизонтом до 2075 г., которую они представили на заседании БРИКС в июле 2024 г. в г. Кемерово. Как не покажется парадоксальным, но рост темпов научно-технологического развития требует более глубоких горизонтов прогнозирования энергетики. Конечно, это могут быть лишь прогнозные контуры, но и они представляют собой значительную ценность в определении стратегических путей развития энергетики.

Заключение

Многие исследователи в последнее время стали осознавать, что для формирования более обоснованных стратегических решений необходимо увеличить глубину разрабатываемых прогнозов. Так, в середине 2024 г. Министр энергетики России С. Е. Цивилев заявил о намерениях подготовки стратегических документов, охватывающих развитие российской энергетики на период до 2100 г. [12].

Такое решение заслуживает одобрения, поскольку оно соответствует задачам энергетического и технологического переходов, обуславливающих существенный рост темпов научно-технологического развития. Это означает ускоренную смену применяемых технологий и, соответственно, значительно снижающийся срок их жизни. Учитывая, что действующие прогнозы, как правило, охватывают глубину в 15–20 лет, можно констатировать необходимость значительного ее увеличения.

Для формирования стратегических решений по энергетике, в условиях реализации системы мировых переходов (в том числе энергетическом и технологическом взрывах), по нашему мнению, целесообразно «довести» глубину прогнозов до 90–100 лет. Это означает, что будущее развитие в долгосрочном периоде целесообразно оценивать не экономическими показателями, а энергетическими показателями и, в первую очередь, плотностью энергии применяемых энергоисточников, определяющей темпы мирового технологического развития.

Литература

1. В Кузбассе проходит Второе заседание Комитета старших должностных лиц БРИКС по энергетике, ато. ru, 03 июля 2024 г.
2. Бушуев В. В., Клепач А. Н. На пути к космопланетарной цивилизации. Коллективная монография. — М.: ИД «Энергия». 2023 — 688 с.
3. Плаkitкин Ю. А. "Energy and world development forecast in XXI century" // "Methodological Problems in Reliability Study of Large Energy Systems". Rudenko International Conference, 2023, Иркутск.
4. Численность населения. Мировой банк. data.worldbank.org Дата обращения: 17.03.2025
5. BP World Development Indicators Primary Energy: Consumption. Дата обращения: 25.06.2025 г.
6. Плаkitкин Ю. А., Плаkitкина Л. С., Дьяченко К. И. Современные тренды и прогноз развития угольной промышленности мира и России в условиях трансформации мировой экономики. Часть 1. Сложившиеся тренды функционирования угольной промышленности мира и России с начала XXI века // Уголь. — 2024. — № 3. — С. 44–51
7. Yakubov I. H. Sabotage of the Nord Stream and Nord Stream 2 gas pipelines as a threat to energy security in the post-Soviet space // Postsovetskie issledovaniya = Post-Soviet Studies. 2023;1 (6): 20–29 (In Russ.)
8. Федоров А. К. Квантовые технологии: от научных открытий к новым приложениям // Фотоника. — 2019. — Т. 13 — № 6.
9. Матвеева О. Ядро многополярности. В мире активизируется развитие атомной отрасли // Коммерсант, «Атомная промышленность». Приложение №107 от 20.06.2025 г.
10. Под искусственным солнцем. Почему растут вложения в термоядерную энергетику// Коммерсант, 24.05.2024 г. <https://www.kommersant.ru>
11. Обухов К. «Новая генерация: как формируется рынок малых атомных электростанций», РБК-Отрасли, 15 декабря 2023 г., <https://www.rbc.ru/industries/news/657c257c9a79476689b6c05b>
12. Глава Минэнерго планирует разработать стратегию развития энергетики РФ до 2100 года, ТАСС, 21 мая 2024 г. <https://tass.ru/ekonomika/20859233>

Yu. A. Plakitkin¹, L. S. Plakitkina², K. I. Dyachenko²

¹Center for Analysis and Innovation in Energy, Energy Research Institute of the Russian Academy of Sciences

²Center for Research of the Coal Industry of the World and Russia,
Energy Research Institute of the Russian Academy of Sciences

Impact of Global Transformations on the Global Development of Fuel and Energy Complex Industries, Conclusions for Russia

The article presents the results of the impact of global transformations of the modern period (demographic, technological, energy), affecting the development of the world and domestic energy sector. The characteristics of the world demographic development are given. Its connection with the world innovation and technological process, studied by the flow of world patent applications, is analyzed. The relationship between the energy transition and the demographic and technological transitions is shown. The patterns of increasing the energy density of the energy sources used and its impact on labor productivity and the speed of movement of people and goods in the economy are presented. The outline of the future development of energy technologies is given.

Key words: global transformations, demographic, technological and energy transitions, global patent applications, energy density, development patterns, forecast outline of energy development.