



Основные движущие силы энергетического перехода и проблемы его достижения

Алексей М. Мастепанов

Института проблем нефти и газа РАН, Москва, Россия,

amastepanov@mail.ru

Аннотация. Коронавирусная пандемия не только привела к экономическому спаду во всём мире и оказала самое непосредственное влияние на состояние энергетических рынков, но и ускорила те глобальные перемены, которые годами и десятилетиями накапливались в обществе, послужила катализатором глобальных трансформаций, в том числе и энергетического перехода. В статье рассмотрена роль коронавирусной пандемии в ускорении энергоперехода, показаны основные его составляющие, проанализированы движущие силы этого процесса и основные бенефициары его реализации. В целях ответа на вопрос, насколько достигим энергопереход в объявленные сроки, проведены расчёты потребности человечества в первичной энергии в 2050 г. исходя из необходимости значительного сокращения разрыва в душевом энергопотреблении населения развитых и развивающихся стран, сделан анализ основных проблем энергетического перехода.

Ключевые слова: коронавирусная пандемия, энергетический переход, технологии, инновации, инвестиции, энергетическая бедность, энергопотребление, ВИЭ, энергоэффективность

Для цитирования: Мастепанов А.М. Основные движущие силы энергетического перехода и проблемы его достижения. *Проблемы постсоветского пространства.* 2021;8(2):256-276. DOI: <https://doi.org/10.24975/2313-8920-2021-8-2-256-276>

Статья поступила: 25.04.2021

Принята в печать: 26.05.2021

Опубликована: 25.06.2021

The Main Driving Forces of The Energy Transition And The Problems of Achieving It

Alexey M. Mastepanov

Oil and Gas Research Institute of Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia,

amastepanov@mail.ru

Abstract: The coronavirus pandemic not only led to an economic downturn around the world and had a very direct impact on the state of energy markets, but also accelerated the global changes that had accumulated in society for years and decades, and served as a catalyst for global transformations, including the energy transition. The article examines the role of the coronavirus pandemic in accelerating the energy transition, shows its main components, analyzes the driving forces of this process and the main beneficiaries of its implementation. In order to answer the question of whether the energy transition is achievable within the announced time frame, the calculations of the human demand for primary energy in 2050 are carried out. Based on the need to significantly reduce the gap in per capita energy consumption of the population of developed and developing countries, the analysis of the main problems of the energy transition is made.

Keywords: coronavirus pandemic, energy transition, technologies, innovations, investments, energy poverty, energy consumption, renewable energy, energy efficiency

For citation: Mastepanov A.M. The main driving forces of the energy transition and the problems of achieving it. *Post-Soviet Issues*. 2021;8(2):256-276. DOI: <https://doi.org/10.24975/2313-8920-2021-8-2-256-276>

Received: 25.04.2021

Revised: 26.05.2021

Published: 25.06.2021

КОРОНАВИРУСНАЯ ПАНДЕМИЯ КАК КАТАЛИЗАТОР ГЛОБАЛЬНЫХ ТРАНСФОРМАЦИЙ

Прошедший год для всего человечества прошёл под флагом коронавирусной пандемии, сопровождаемой экономическим спадом и обвалом цен на нефть и другие энергоносители, получившей, в результате этого, неофициальное название — коронакризис или пандемический кризис, поскольку пандемия коронавируса — это не только здоровье и жизнь населения планеты. В сложившихся условиях пандемия «оказала самое непосредственное влияние на состояние глобальных энергетических рынков, энергетическую устойчивость и безопасность, и даже на отношение к проблеме глобального изменения климата» [1, с.8]. Именно с ней ассоциируется и развертывание мирового финансового кризиса. Как отмечено в совместном заявлении Министра иностранных дел России С. Лаврова

и Министра иностранных дел КНР Ван И, «Продолжающаяся пандемия коронавирусной инфекции послужила катализатором изменений в мироустройстве и спровоцировала дальнейшую разбалансировку системы глобального управления. Под ударом оказались процессы экономического развития, возникают многочисленные новые вызовы и угрозы. Мир вступил в период высокой турбулентности и быстрых перемен» [2].

Беспрецедентная пандемия коронавируса уже погубила более трёх миллионов человек (по состоянию на 20 апреля 2021 года — 3029815 чел. [3]), привела, по оценкам ООН, к сокращению мировой экономики в 2020 году на 4,3%. Это более чем в два с половиной раза превышает спад, который наблюдался в результате мирового финансового кризиса 2009 года [4]. Разрушительные социально-экономические

последствия пандемии COVID-19 будут ощущаться ещё долгие годы. «Глубина и тяжесть нынешнего беспрецедентного кризиса предвещают медленное и болезненное восстановление», — заявил главный экономист Организации Объединенных Наций и помощник Генерального секретаря по вопросам экономического развития Эллиотт Харрис [5].

С другой стороны, журнал Forbes 6 апреля 2021 года опубликовал ежегодный рейтинг богатейших людей мира. «Год пандемии и кризиса оказался для миллиардеров весьма успешным. Их совокупное состояние выросло больше чем на 60% и установило новый рекорд, и в списке Forbes стало вчетверо больше людей с состоянием свыше 100 млрд долл.» [6].

«Масштабные и своевременные меры стимулирования в размере 12,7 триллиона долларов США предотвратили полный крах мировой экономики и позволили избежать Великой депрессии» [5]. Однако, как подчеркивается в докладе ООН «Мировое экономическое положение и перспективы», опубликованном 25 января 2021 года, «большое неравенство в размерах пакетов стимулирующих мер, проводимых развитыми и развивающимися странами, направит их по различным траекториям восстановления» [5]. Так, «стимулирующие расходы на душу населения в развитых странах почти в 580 раз превышают расходы наименее развитых стран (НРС), хотя средний доход на душу населения в развитых странах лишь в 30 раз выше, чем в НРС» [5].

Коронавирусная пандемия обострила и сделала максимально чёткими и пугающими те процессы, которые накапливались не только в мировой экономике и энергетике, но и во многих других сферах жизнедеятельности общества в последние десятилетия, ускорила те глобальные перемены,

которые ожидают человечество во всех измерениях его жизни. «Коронавирусный кризис — словно лупа, через неё видны все болевые точки общества» — образно высказалась Директор благотворительной организации Volkshilfe Таня Весели [7].

Специалисты осознали надвигающиеся глобальные изменения как в мировой экономике и энергетике, так и особенно в международных отношениях и геополитике, задолго до пандемии, ещё на рубеже столетий, и стали «открыто говорить о том, что мир ожидают глобальные энергетические трансформации, смена не только технологических, но и цивилизационных укладов» [8, 9, 10, 11]. Причём, как мы уже писали, «процесс подобных трансформаций специалистами виделся достаточно продолжительным, скорее эволюционным, чем революционным, вполне укладывающимся в постулаты теории больших экономических циклов (длинных волн) Н. Кондратьева или концепции системных циклов накопления капитала Дж. Арриги. Однако за последние полтора года ситуация в мире резко изменилась: «на мировое общество и глобальную экономику опустилась стая черных лебедей» — привходящих, объективно необязательных и поэтому трудно прогнозируемых во времени и пространстве событий и факторов» [1]. Важнейшим из них как раз и стал коронакризис, который сделал настоящим то, что ещё недавно казалось отдалённым будущим.

В наших исследованиях, как и в работах других специалистов, на протяжении многих лет отмечалось, что мир стоит на пороге системного кризиса, охватывающего как саму экономику и энергетику, так и политику, стоит на пороге смены базовых парадигм своего развития и глобальных энергетических изменений, включая международные отношения (см., напр., [1, 8, 9, 10, 11, 12, 13 и др.]).

Делался вывод и о том, что современная мировая энергетика находится «на изломе», то есть в состоянии, характеризующимся необходимостью решения таких проблем, которые означают серьезные качественные сдвиги в её развитии [8, 9, 10, 11]. Понимание этих проблем, понимание тех экономических потрясений, которые ждут человечество, а также анализ причин этих потрясений, неоднократно обсуждались и на различных конференциях, саммитах и форумах. В последние 3-5 лет о них стали говорить и на ежегодных встречах Всемирного экономического форума в Давосе.

Выявились и многочисленные кризисы, которые на нас надвигаются, и через которые необходимо пройти. В их числе специалисты называют следующие:

- кризис существующей модели капитализма, то есть либеральной экономической системы, который исчерпал свой ресурс;
- кризис мирового управления экономикой;
- интеллектуальный кризис;
- военно-политический кризис и кризис безопасности;
- цивилизационный кризис.

Сюда же следует отнести стремительный рост загрязнения окружающей среды и уничтожения биоразнообразия, а в обществе — большой разрыв имущественного неравенства. На эти процессы большое влияние оказал коронавирусный кризис. Причём, как отметил философ и политолог С.Е. Кургиян, эти кризисы сопровождаются самой настоящей экономической и информационно-войной [14].

В последнее десятилетие проблематика глобальных изменений в энергетике получила новое звучание (рис. 1). Причин тому несколько. Это и переломом в энергетической философии — философии угрозы нехватки энергии, которая довела

над человечеством более полувека со времён Римского клуба с осознанием того, что энергетический дефицит человечеству больше не грозит, что на него надвигается глобальный профицит энергоресурсов. Это и широкое распространение концепции «энергетического перехода», вызванное озабоченностью климатическими проблемами [12, 13, 15, 16, 17]. Это и нарастающая практика введения США и их союзниками различных экономических санкций. Причём, все эти изменения происходили и происходят в условиях высокой неопределённости их дальнейшего развития, что затрудняет не только принятие соответствующих превентивных мер, но даже само понимание этих процессов.

Анализ всех этих процессов и явлений позволяет сделать вывод, что воплощением идущих и грядущих трансформаций в глобальной энергетике как раз и является энергопереход, подразумевающий, в целях устойчивого развития и предотвращения негативных изменений климата нашей планеты, переход общества к экологически «чистой» энергетике (и экономике в целом).

КОНЦЕПЦИЯ ЭНЕРГОПЕРЕХОДА

Энергопереход как понятие на начальном этапе относился исключительно к энергетике. Однако «мировая энергетика, как важнейшая составная часть глобальной экономики, «развивается под воздействием самых различных факторов, большинство из которых взаимозависимо и взаимообусловлено. Особая роль в этом процессе принадлежит базовым, фундаментальным факторам, имеющим долгосрочное влияние» [18] (подробнее об этом см. [13]). Именно с этим связаны и основные факторы неопределённости в развитии производства и потребления энергетических ресурсов. Эти факторы, в сочетании с усилением влияния политических и геополитических

Новое звучание проблематики глобальных изменений в энергетике



Рис. 1. Основные причины и составные части нового звучания проблематики глобальных изменений в энергетике

факторов, в последнее время выходят на первый план, оттесняя такие фундаментальные факторы развития энергетики, как спрос-предложение, ценовой, технико-технологический, ресурсная обеспеченность и др. [18]. «В эпоху бурного развития глобальных сетей, потоков и глобализации в целом, в условиях научно-технического и технологического прогресса, особенно информационных технологий, на развитие мировой энергетики всё большее и большее влияние оказывают процессы и явления, лежащие далеко за её пределами» [18]. Изменения в каждой из этих сфер в условиях усиления мировой политической турбулентности находят свои отражения и в развитии энергетики.

«Концепция энергоперехода (Energy Transition или энергетическая трансформация — Global Energy Transformation) родилась и получила широкое распространение под воздействием глобального потепления. Причины данного явления даже специалистам пока ещё не совсем понятны, но последствия представляются весьма угрожающими самому существованию всей человеческой цивилизации. Так, по оценке Межправительственной группы экспертов по изменению климата — МГЭИК (Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC), сделанной в 2018 году, если глобальное потепление продолжится в нынешнем темпе, повышение температуры на 1,5 °C выше доиндустриаль-

ного уровня может произойти уже в 2030 году, вызвав катастрофическую засуху, наводнения и нищету» [19]. Именно в целях недопущения такого развития «необходим переход к более инклюзивной, устойчивой, доступной и безопасной энергетической системе, которая решает глобальные проблемы при одновременном обеспечении потребителей всеми необходимыми им видами энергии» [22], к экологически чистой энергетике (и экономике в целом) в целях устойчивого развития и предотвращения негативных изменений климата нашей планеты. При этом, как подчёркивается в исследованиях Всемирного экономического форума (ВЭФ), этот переход должен состояться без нарушения баланса «энергетического треугольника»: безопасность и доступ; экологическая устойчивость; экономическое развитие и рост [20,22].

Соответственно, экологическая составляющая становится движущей силой развития энергетической политики в большинстве стран. И направлена эта составляющая на решение проблемы изменения климата путем перехода к малоуглеродной и безуглеродной энергетике, поскольку считается, что потребление и производство энергии обеспечивают около двух третей глобальных выбросов парниковых газов [21].

Как было показано в [22 и 23, с.10-11], в настоящее время «в международных научно-аналитических и экспертных кругах рассматривается целый ряд различных концепций, постулатов, сценариев и дорожных карт, направленных на обеспечение такого перехода в глобальном масштабе. Наиболее известны из них следующие:

- постулаты Международного агентства по возобновляемым источникам энергии (IRENA) «Преобразование глобальной

энергетической системы: дорожная карта до 2050 г.» (Global energy transformation: A roadmap to 2050) — издания 2018 и 2019 гг. В 2020 г. к ним добавилась работа Energy transformation 2050;

- инициатива Всемирного экономического форума по содействию эффективному энергетическому переходу (World Economic Forum Fostering Effective Energy Transition initiative);
- концепция энергетического перехода международного сертификационного и классификационного общества DNV GL¹;
- сценарии устойчивого развития и Net Zero Emissions by 2050 МЭА и др.

И там было отмечено, что «общим для всех этих исследований является то, что энергетический переход трактуется как комплекс инновационных мероприятий в ходе индустриальной трансформации всего общества; как процесс, определяющий средне- и долгосрочную эволюцию энергетических систем на базе значительного расширения применения ВИЭ и соответствующего сокращения использования ископаемого топлива, прежде всего угля и нефти, при одновременном существенном росте эффективности использования энергоресурсов/энергии по всей цепочке от производства до конечного потребления» [22, с. 6; 23, с. 11].

Высший приоритет — он и цель, и задача энергетического перехода — декарбонизация (decarbonization) энергетики. Под этим термином идеологи энергоперехода подразумевают резкое сокращение эмиссии CO² и стабилизацию глобальных выбросов парниковых газов, прежде всего — того же диоксида углерода, в целях предотвращения негативных изменений климата нашей

¹ Руководство DNV GL, в соответствии с решением принятым после пересмотра своей стратегии, постановило с 1 марта 2021 года сократить прежнее название компании до DNV.

планеты. «Другими декларируемыми приоритетами перехода к экологически чистой энергетике по замыслу идеологов этой концепции являются полное удовлетворение будущего спроса на энергию, обеспечение всеобщего доступа к надёжной и «чистой» электроэнергии и др.» [23].

Высший приоритет обеспечивается достигнутыми успехами и результатами научно-технического прогресса, как в сфере производства энергии, так и в сферах её преобразования, транспорта и использования. В первом случае — это солнечная энергетика, особенно фотовольтаика, масштабное использование энергии ветра и первые успехи в области создания накопителей энергии. Во втором — это развитие электрических транспортных средств и рост энергоэффективности. В обоих случаях — цифровизация производственных процессов и другие достижения 4-й промышленной революции (подробнее см., напр. [22, 23]). В период до 2040–2050 гг. в число важнейших технологий, которые обеспечат энергетический переход, войдут, кроме технологий накопления и хранения энергии, технологии водородной энергетики, внедрения цифровых и интеллектуальных систем в электроэнергетике, технологии улавливания, утилизации и хранения углерода (CCUS) и др. [24].

Важнейшими направлениями развития энергоперехода (они же одновременно и его цели) являются [23]:

- рост энергоэффективности и связанные с ним замедление темпов роста энергопотребления и снижение общего энергопотребления в мире;
- резкое сокращение потребления ископаемых видов топлива;
- рост использования возобновляемой энергии.

Эти направления, как показали проведенные нами исследования по этой теме,

одновременно являются и важнейшими направлениями обеспечения энергетической безопасности. Поэтому эти две категории — энергетическая безопасность и энергетический переход, являясь основными целями энергетической политики и основными движущими силами энергетических трансформаций, всё чаще и чаще рассматриваются и анализируются как единое целое [25] (подробнее см. [18]).

Коронавирусная пандемия придала энергетическому переходу новое звучание в двух измерениях. Во-первых, в результате снижения энергопотребления снизилась и эмиссия двуокиси углерода. Как отмечается в последнем докладе Программы ООН по окружающей среде (UNEP), опубликованном в декабре 2020 года, меры по сдерживанию пандемии COVID-19 привели к значительному сокращению глобальных выбросов ПГ в 2020 году [26]. В этом докладе подчёркивается, что кратковременное сокращение выбросов двуокиси углерода, вызванных пандемией COVID-19, не будет иметь существенного значения для долгосрочного изменения климата. Во-вторых, за последний год резко выросло число стран, принявших так называемые чистые нулевые обязательства. В их число теперь входят Китай, США, ЕС, Япония, Республика Корея, Великобритания и ряд других стран. Так, Китай собирается достичь нулевого уровня выбросов углерода к 2060 году, а Япония и Европейский союз заявили о том, что они достигнут углеродно-нейтрального состояния к 2050 году. В мае 2021 года Международное энергетическое агентство представило специальный доклад «Чистый ноль к 2050 г.: Дорожная карта для глобального энергетического сектора» («The World's Roadmap to Net Zero by 2050»), в котором предложена базовая программа перехода к новой энергетической системе, предполагающей полную декарбонизацию мировой экономики [27].

Лидерами и драйверами энергетического перехода выступают экономически развитые государства, хотя его идеологию, как было показано нами на примере Индии, поддерживают и разделяют также ведущие развивающиеся экономики. Развивающимся странам — потребителям энергоресурсов, особенно самым бедным, необходим доступ к относительно дешевой энергии для обеспечения экономического роста, сокращения отставания от развитых экономик для ликвидации энергетической бедности [17].

«В этих условиях во многих развивающихся странах на первый план выходят, при всей их важности, не проблемы глобального изменения климата, а проблемы экономического роста и преодоления (ликвидации) энергетической бедности. Поэтому поддержка полного отказа от углеродосодержащих энергоресурсов в угоду политическим амбициям, а энергетический переход в настоящее время, прежде всего, политическая цель, означает для большинства развивающихся стран дополнительные трудности в решении наиболее сложных для них проблем. Дефицит или высокая стоимость энергоресурсов может перечеркнуть для них перспективы экономического роста и достижения хотя бы минимального уровня благосостояния населения» [17, с.76].

Важность подобного подхода признается, как было отмечено выше, и в исследованиях Всемирного экономического форума, в которых подчеркивается, «что энергетический переход должен состояться без нарушения баланса “энергетического треугольника”: безопасность и доступ; экологическая устойчивость; экономическое развитие и рост» [20].

Для энергоперехода характерна высокая степень неопределенности развития всех составных частей этого процесса, влекущая за собой невозможность предсказать единственно рациональный путь дости-

жения поставленных целей. Эта неопределённость, касающаяся будущего спроса на энергоресурсы, возможностей его покрытия, роли новых технологий, потенциальных мер, которые могут быть приняты обществом для устранения рисков, связанных с изменением климата, включая возможности инвестиций, признаётся большинством специалистов, в том числе и МЭА. «Никакой из этих возможных путей заранее не предопределён — возможны все варианты», отмечают эксперты МЭА [28].

Хорошей иллюстрацией неопределённости с достижением цели недопущения глобального потепления свыше 1,5–2,0 °C, как уже отмечалось [23], являются результаты моделирования энергетики с акцентом на сценарии климатической политики, проведенного международным коллективом учёных в рамках деятельности Energy Modeling Forum, в частности — комплексного многомодельного исследования “The EMF27 Study on Global Technology and Climate Policy Strategies” [29]. Energy Modeling Forum (EMF) является международным форумом экспертов и специалистов в области моделирования для обмена мнениями, обсуждения и изучения важнейших энергетических и экологических проблем. EMF был создан в Стэнфорде в 1976 году для объединения ведущих экспертов и лиц, принимающих решения от правительства, промышленности, университетов и других научно-исследовательских организаций. Деятельность EMF осуществляется путём создания специальных рабочих групп для проведения исследований по тем или иным проблемам, анализа и сравнения результатов каждой модели и обсуждения ключевых выводов. С конца 1990-х гг. EMF вносит свой вклад в исследования экономики, связанные с изменением климата, о чем свидетельствуют доклады Межправительственной группы экспертов по изме-

нению климата (МГЭИК), и в более общем плане — в моделирование комплексных оценок экологии и энергетики. Подробнее см. [30, 31].

В рамках упомянутого многомодельного исследования “The EMF27 Study on Global Technology and Climate Policy Strategies” было проанализировано множество энерго-экономических моделей для оценки возможных технологий и политик, связанных с различными целями стабилизации климата, глобальная эмиссия CO² которых лежит на уровне 2100 года в диапазоне от 120 до -20 млрд т [29, 32], что свидетельствует, в том числе, о большой неопределённости развития энергоперехода.

В научном сообществе была проделана значительная работа по изучению потенциальных путей достижения глобальной цели энергоперехода — декарбонизации энергетики. Однако вопросов по-прежнему остается больше, чем ответов.

КТО В ПЕРВУЮ ОЧЕРЕДЬ ЗАИНТЕРЕСОВАН В ПРОЦЕССАХ ЭНЕРГОПЕРЕХОДА И ДОСТИЖЕНИЯ УГЛЕРОДНОЙ НЕЙТРАЛЬНОСТИ, КАКИЕ ДВИЖУЩИЕ СИЛЫ ПОДНИМАЮТ ЭТИ ВОПРОСЫ

В отечественной, и тем более в западной литературе преобладает один ответ на эти вопросы — общественность, озабоченная изменением климата. Однако такая постановка вопроса вызывает сомнения. Внимательный анализ СМИ, информации из социальных сетей и небольшого количества соответствующих социологических исследований показывает, что эти проблемы в первую очередь волнуют «наиболее прогрессивную» часть общества — представителей науки, творческой и технической интеллигенции, госслужащих, менеджмент экологически ориентированных компаний и корпораций. Парадокс заключается в том, что именно эта часть общества по своему

социальному положению относится к наиболее обеспеченному слою населения, находится ближе всего к так называемой «элите» — наиболее богатой его части. А последняя как раз и является основным потребителем энергии как непосредственно на энергетические нужды (отопление и кондиционирование больших роскошных домов и больших квартир, энергообеспечение большого числа различных бытовых приборов и гаджетов, поездки на личных автомобилях, частые авиапутешествия и др.), так и косвенно — через потребление дорогих и эксклюзивных товаров и услуг.

Далеко не каждый из тех, кто призывает к отказу от использования углеводородной энергии, задумывается над тем, что он сам и/или его окружение много потребляет такой энергии. Возможно, даже на порядок больше, чем среднестатистический житель его страны. Соответственно, карбоновый след каждого из таких потребителей гораздо больше не только чем у десятков, а то и сотен тысяч потребителей в бедных странах, пользующихся керосиновыми лампами для освещения и примусами или кострами для приготовления пищи, но и тысяч обычных потребителей в развитых экономиках, использующих бензиновые или дизельные автомобили, газовое, а то и угольное, отопление своих жилищ.

Этот вывод подтверждается и данными доклада Программы ООН по окружающей среде, согласно которым объём выбросов, обусловленных образом жизни наиболее обеспеченных людей, составляющих всего 1 % населения мира, более чем в два раза превышает суммарную долю выбросов наименее обеспеченной половины населения всей планеты [26].

В этом же докладе делается вывод, что достижение цели удержания глобального потепления в соответствии с Парижским соглашением, то есть в пределах 1,5 °C,

потребуется сокращения к 2030 году объёма выбросов, связанных с потребительским образом жизни, до уровня порядка 2–2,5 т CO₂ эквивалента на душу населения. Другими словами, наиболее обеспеченным жителям планеты, которых всего 1 % от общего населения мира, необходимо будет снизить уровень своих текущих выбросов, по крайней мере, раз в 30 раз. В этом случае можно было бы несколько продвинуться и в решении проблемы бедности, поскольку такое снижение даёт возможность увеличить в среднем примерно в три раза по сравнению с существующим уровнем подушевые выбросы наименее обеспеченных слоев, составляющих половину населения мира [26].

Проблеме неравенства, в том числе энергетического, многие специалисты считают одной из самых опасных для дальнейшего развития цивилизации. На одном полюсе этой проблемы, согласно докладу «Экономика для 99 % населения» международной благотворительной организацией Oxfam, опубликованному в январе 2017 года, находятся 8 самых богатых людей в мире, капитал которых равен состоянию беднейших 50 % населения Земли. По данным Oxfam, совокупное мировое богатство в 2017 году оценивалось примерно в 255 трлн долл., и более половины этой суммы находилось в руках 1 % населения планеты [33]. Этому одному проценту принадлежало и 82 % прироста богатства, появившегося в 2017 году [33]. Аналогичные данные приводятся и в докладе «Миллиардеры 2018 года — Billionaires Report-2018», подготовленном экспертами UBS и PwC: суммарный капитал 2158 миллиардеров из 43 стран мира в 2017 году составил 8,9 трлн долл. [34].

Схожая ситуация в такой сфере деятельности, как майнинг криптовалют. Потребление электроэнергии для добычи бит-

коинов по оценке американских учёных из Университета Нью-Мексико, уже больше, чем её потребляют целые страны — например, Ирландия [35].

На другом «полюсе» в 2017–2018 годах находился почти миллиард человек, которые не имели доступа к электроэнергии, а 2,5 млрд готовили еду на открытом огне. Согласно последним данным международной организации Устойчивая энергетика для всех (SEforALL), которая работает в партнёрстве с ООН по достижению Седьмой Цели устойчивого развития², в 2019 году 759 млн человек во всем мире по-прежнему не имели доступа к электричеству. В том же году около 2,6 миллиарда человек, что составляет треть населения мира, были не в состоянии готовить пищу чисто и безопасно [36].

По оценкам Департамента по экономическим и социальным вопросам ООН, в 2020 году из-за коронавирусной пандемии число людей, живущих в условиях крайней бедности, увеличится примерно на 115 миллионов [37]. По оценкам МЭА, число людей, не имеющих доступа к электричеству, в результате коронакризиса выросло примерно на 2 %. К 2030 году не будут иметь доступа к электроэнергии более 660 млн чел., что примерно на 35 миллионов больше, чем прогнозировалось ранее [28].

Таким образом, в то время как жители «золотого миллиарда» озабочены если и не самим уровнем энергопотребления, то его структурой, сотни миллионов людей волнуют совсем другие проблемы, связанные с продовольствием и обогревом жилища в холодный период. Это позволяет сделать вывод, что основная движущая сила энергоперехода — бизнес и деньги. Рынок возобновляемых источников энергии (ВИЭ) в последние годы измеряется

² SDG7 — доступ к доступной, надёжной, устойчивой и современной энергии для всех к 2030 году.

сотнями миллиардов долларов. По оценкам МЭА объём ежегодных инвестиций в возобновляемую энергетику в мире в последние предшествующие пандемии годы составлял от 300 до 350 млрд долл. В период же до 2030 г. ожидается их рост ещё в 2–2,5 раза [28].

Свою оценку дали эксперты агентства Bloomberg. По их расчётам, глобальные инвестиции, направленные в «зеленые» технологии и декарбонизацию в 2020 году, достигли рекордного уровня в 501 млрд долларов, превзойдя результат 2019 года на 9%. Из них на проекты в возобновляемой энергетике в 2020 году потрачено более 300 млрд долларов. Кроме того, порядка 140 млрд составили инвестиции в разработку и производство электромобилей [38].

В целом для реализации сценария энергетического перехода, то есть на создание условий для достижения цели по нулевым выбросам, только в ближайшие 10 лет потребуется не менее 28 триллионов долларов в качестве инвестиций. Оценка стоимости варианта полного отказа от ископаемого топлива к середине века варьирует от 50 трлн долл. в работах МЭА до 90 трлн в исследованиях Международного агентства по возобновляемой энергетике.

РЕАЛЬНОСТЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЭНЕРГОПЕРЕХОДА В ОБЪЯВЛЕННЫЕ СРОКИ

Не касаясь всех аспектов и проблем энергетического перехода — это задача большого специального исследования, а не краткой статьи — следует разобраться лишь с одним вопросом — насколько энергетический переход достижим, реален в объявленные сроки и реально ли этого достичь. Для ответа на этот вопрос следует исследовать динамику и оценку общей численности населения на планете к середине XXI века.

Наиболее обоснованные прогнозные оценки такого рода сделал Департамент по экономическим и социальным вопросам ООН. В августе 2019 года по оценкам этой организации общая численность населения планеты по среднему варианту прогноза в середине 2030 года составит 8548 млн чел., а в 2050 году — уже 9123 млн чел. [39]. Из них: 1315 млн будет проживать в странах с развитой экономикой (в первом приближении — в странах ОЭСР), а остальные 8420 млн чел. — в странах с переходной и развивающейся экономикой. По мере экономического роста и улучшения жизни людей в странах вне ОЭСР произойдет рост потребления энергии. Результаты этого расчёта представлены на графике 1.

Если исходить из того, что в странах ОЭСР душевое энергопотребление за счёт мер по повышению энергоэффективности к 2050 году не вырастет, а в остальном мире будет находиться на среднемировом уровне последних лет, то глобальное потребление первичной энергии в мире к 2050 году вырастет почти в полтора раза, превысив 21,2 млрд т н.э. Если душевое энергопотребление в развивающемся мире к 2050 году достигнет современного уровня в странах ОЭСР, то понадобится уже почти 37,6 млрд т н.э., то есть глобальное потребление первичной энергии в мире к 2050 году вырастет в 2,63 раза. Даже в случае, если развитых экономиках душевое энергопотребление к 2050 году снизится вдвое, общее энергопотребление превысит 18,5 млрд т н.э. Обеспечить подобный рост возобновляемая энергетика не сможет.

Кроме того, по высокому варианту прогноза ООН общая численность населения будет в 2050 году на 1,5 млрд больше, достигнув 10 680 млн чел. В этом случае решить проблему энергетического перехода будет ещё сложнее.

	2018	2050	Энергопотребление в 2050 г. по			Рост за период, раз
			душевому средне-мировому	душевому уровню ОЭСР	варианту максим. э/эффект.	
Численность населения, млн чел.:						
• всего	7 588	9 123				1,20
• в странах ОЭСР	1 302	1 315				1,01
• в развив. странах	6 286	8 420				1,34
Душевое э/потребление, т н.э./чел.:						
• среднемировое	1,88		2,33	4,12	2,03	1,24/2,19/1,08
• в странах ОЭСР	4,12		4,12	4,12	2,06	0,00/-2,00
• в развив. странах	1,42		1,88	4,12	1,88	1,33/2,90/1,33
Потребление первичных энергоресурсов, млн т н.э.:						
• всего	14 282		21 248	37 587	18 539	1,49/2,63/1,30
• в странах ОЭСР	5 369		5 418	5 418	2 709	1,01/1,01/0,50
• в развив. странах	8 913		32 169	32 169	15 830	1,78/3,61/1,78
<div>1,88 — факт</div> <div>1,88 — прогноз</div> <div>1,88 — допущение</div> <div>1,88 — расчет</div>						

График 1. Примерный расчёт глобальной потребности в первичной энергии в 2050 г.

Тем не менее, идеологи и сторонники энергетического перехода в своих сценариях и дорожных картах, направленных на обеспечение энергетического перехода, показывают перспективный объём глобального потребления первичных энергоресурсов существенно ниже. Так, в 2040 году согласно прогностическому исследованию «Energy Transition Outlook 2020. A global and regional forecast to 2050» компании DNV GL — он составит всего 13,6 млрд т н.э. (570 эксаджоулей в год) [40], сценарии Renewal компании Equinor — 13,5 млрд т н.э. [41], а в Сценарии устойчивого развития МЭА (SDS Scenario WEO-2020) — 13,02 млрд т н.э. [28]. Ещё ниже он оценивается Секретариатом ОПЕК (World Oil

Outlook 2020) — в 11,9 млрд т н.э. (352,3 млн барр. н.э./сут.) [42].

Анализ прогнозов и прогностических оценок апологетов энергетического перехода показывает, что важнейшим условием достижения ими заявленных целей энергоперехода является сохранение энергетического неравенства между развитым и развивающимся миром. Так, в исследовании «Energy Transition Outlook 2020» компании DNV GL предусматривается, что в 2050 году душевое энергопотребление в странах Северной Америки будет втрое выше, чем в странах Латинской Америки, в Европе — более чем в два раза выше, чем в Индии, Пакистане и Бангладеш; в Австралии, Республике Корея и Японии — почти вдвое

выше, чем в странах Юго-Восточной Азии. Разрыв между странами Северной Америки и странами Африки к югу от Сахары составит 6 раз (не в пользу стран Африки).

Другая проблема энергетического перехода, которая также ставит под сомнение возможность его достижения в объявленные сроки, — это достаточно низкий коэффициент использования установленной мощности (КИУМ) возобновляемой энергетики и низкая плотность поступающей энергии. Так, КИУМ ветростанций составляет в среднем 18–22%, солнечных станций — 9–24%, тогда как атомных и тепловых электростанций — 80–90% [43]. Для отдельных стран и регионов эти показатели выше. Так, в Европе в целом КИУМ в материковой ветроэнергетике в среднем составляет примерно 24%, в морской — 41% [44]. Кроме того, с развитием технологий КИУМ ветряных и солнечных электростанций растёт, но в обозримой перспективе принципиальных изменений в этой области не ожидается. Соответственно, для выработки того же количества энергии в случае с ВИЭ требуется в 4 раза больше установленных мощностей, чем для тепловых и атомных электростанций. Низкая плотность поступающей энергии обуславливает и высокую пространственную ёмкость возобновляемой энергетики: для размещения ветропарков и солнечных станций требуются на порядки большие площади по сравнению с тепловыми электростанциями [43, с.12].

По различным оценкам, США придётся выделить от 25 до 50% своей суши на солнечные, ветровые и биотопливные энергосистемы, если они надеются обеспечить потребление страной электричества только за счет ВИЭ [45]. В Великобритании, согласно исследованию Массачусетского технологического института, придётся использовать половину всей территории острова для уста-

новки ветряных турбин, если страна полностью перейдет на ветроэнергетику [45].

Сейчас в самом большом наземном ветроэнергетическом парке Европы Markbygden, который строится на территории Швеции, собираются установить ветряки высотой 300 метров. Их размер будет сопоставим с высотой Эйфелевой башни [46].

Возобновляемая энергетика, которая, по идее, должна заменить нынешнюю, должна быть столь же стабильной. Этого пока нет. Как считает Билл Гейтс, один из способов справиться с этой проблемой — научиться лучше сохранять энергию, повысив ёмкость батарей раз в двадцать. К сожалению, отмечает он, велика вероятность, что это невозможно [47]. Самые мощные в мире системы накопления и хранения энергии на основе литий-ионных аккумуляторов создаются в Калифорнии, США. Это объект Gateway Energy Storage, имеющий мощность 250 МВт ёмкостью, по оценке экспертов, в 1-1,5 ГВт-ч, и объект Moss Landing, который будет иметь ёмкость для хранения и отправки в сеть до 730 МВт-ч энергии с максимальной выдачей мощности 182,5 МВт в течение четырех часов в периоды высокого спроса [48].

Ещё одна проблема — возможный дефицит различных металлов и материалов, необходимых для развития возобновляемой энергетики. Согласно докладу Всемирного банка, спрос на некоторые из них, такие как медь, литий, кобальт и графит, к 2050 году вырастет на 500%. И рынок некоторых из них, например, меди, уже близок к дефициту. Всего, по оценкам экспертов Всемирного банка, для реализации энергоперехода потребуется 3 миллиарда тонн различных металлов и минералов [49].

Подводя итог рассмотрению проблем реализуемости энергоперехода, его движущих сил, выгодополучателей или бенефициаров, следует со всей определённо-

стью сказать, что энергетический переход не только сократит выбросы углекислого газа, но и перераспределит энергетическую власть на Земле, скажется на геополитике. Каждая крупная страна захочет предложить миру — и уже предлагает — свою модель энергетического перехода, чтобы получить доступ к новым рынкам и открыть новые возможности для сотрудничества. В последние годы в этой гонке лидируют Китай, США и Европейский союз. Так, Китай производит более 70% всех солнечных фотоэлектрических панелей, половину мировых электромобилей и треть ветровой электроэнергии. Он также является крупнейшим производителем аккумуляторов и контролирует многие виды сырья, важного для цепочек поставок экологически чистых технологий, например, кобальт, редкоземельные минералы и поликремний — ключевой ингредиент солнечных панелей [50].

Трудно не согласиться с проф. А. Коноплянником, что зелёная революция — это новый геополитический передел мира, передел сфер влияния в мировой энергетике. Причём, это передел мира одновременно и технологический, по линии «невозобновляемые энергоресурсы — возобновляемые источники энергии», и корпоративный: от доминирования компаний сырьевой ренты к корпорациям, нацеленным на получение технологической ренты от использования ВИЭ [51]. Так, по оценке британского аналитического центра Carbon Tracker, к 2040 году в результате энергетического перехода страны-производители нефти рискуют потерять 13 трлн долларов [52].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ: ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ

1. Сама постановка вопроса о необходимости перехода к инновационной, экологически чистой (устойчивой) энергетике вполне закономерна. Более того, такой переход к принципиально иной энергетике — энергетике будущего — обусловлен

необходимостью реагирования на целый ряд не климатических вызовов и факторов [53, с.13]. Однако оценивать сроки реализации энергоперехода надо реалистично. При всех достижениях и успехах в области новых технологий, роста энергоэффективности и снижения энергоёмкости экономики, полная реализация концепции энергетического перехода к середине текущего столетия представляется маловероятной, поскольку большинство населения планеты относится к так называемому «развивающемуся миру», который требует огромного экономического развития и устойчивого роста потребления энергии (в частности — электроэнергии).

2. Достижение такой масштабной цели, как обеспечение энергетического перехода — стабилизации глобальных выбросов парниковых газов, удовлетворения будущего спроса на энергию и расширения доступа к надёжной чистой электроэнергии — потребует не только больших дополнительных инвестиций в мировую энергетику. Необходимы значительные социально-экономические преобразования в масштабах всего общества, поскольку достижение этой цели в рамках только энергетики представляется нереальным. Поэтому необходимы соответствующие трансформации не только всей глобальной экономики, но самого современного социально-экономического устройства общества, в частности, ликвидация как энергетической бедности, так и бедности в целом [53, с.16]. Но самое главное, как отмечает Билл Гейтс, надо увеличивать бюджеты на исследования и разработки, задействовать лучших специалистов из университетов и лабораторий. Надо стимулировать финансирование инициатив в этой области. Нельзя добиться значимого успеха, просто урезая какие-то инвестиции и сокращая потребление. Единственный

путь — это путь инноваций. Причём, надо придумать, как обойтись для достижения поставленных целей десятками миллиардов, а не триллионами долларов [47].

3. Для процесса энергетического перехода характерна высокая степень неопределённости развития всех его составных частей. Это касается будущего спроса на энергоресурсы, возможностей его покрытия, роли новых технологий, потенциальных мер, которые могут быть приняты обществом для устранения рисков, связанных с изменением климата, включая возможности инвестиций, и др. Хотя в научном сообществе была проделана значительная работа по изучению потенциальных путей достижения глобальной цели энергоперехода — декарбонизации энергетики, вопросов здесь по-прежнему остаётся больше, чем ответов на них. Тем более, что энергетический переход идёт с большими трудностями.

4. Согласимся с приглашённым учёным в Карнеги-Европа Оливией Лазард [54]: США при новой администрации стали относить изменение климата к вопросам безопасности. Это значит, что США будут считать угрозой собственной и глобальной стабильности те государства, которые подрывают борьбу с изменением климата. Такой подход не может не сказаться на России. Как считает госпожа Оливия Лазард, не исключено, что на очередной конференции ООН по изменению климата в Глазго (COP26), перенесенной из-за глобальной ситуации с коронавирусом на ноябрь 2021 года, США попытаются предложить новые, более амбициозные цели. Дипломаты США, Великобритании и ЕС вместе будут добиваться удвоения показателей, которые послужат ориентирами в будущей борьбе против изменения климата [54]. Кроме того, по словам Оливии Лазард, Президент США Джо «Байден планирует поручить

Госдепартаменту разработать новую форму отчётности... о глобальном изменении климата, сопоставимый по статусу с отчётами о торговле людьми и нарушениях прав человека. Это важный шаг, поскольку он может означать, что в будущем нежелание совершать энергетический переход повлечет за собой американские санкции» [54].

5. Отдельная проблема — это возможное влияние энергетического перехода на экономику России. Потребление углеводородов не рухнет в одночасье и ещё достаточно долго нефть и природный газ сохранят свою роль в формировании мирового энергобаланса. Поэтому «безусловно, пока есть спрос в мире на наши сырьевые, особенно энергетические, ресурсы, этим надо воспользоваться, тем более что экономика России характеризуется сырьевой зависимостью и находится в состоянии структурно-технологического неравновесия, характеризующегося неэффективным распределением факторов производства и финансовых ресурсов, которое препятствует формированию устойчивой экономической динамики. Но чтобы сырьевой, прежде всего нефтегазовый, сектор мог обеспечить ресурсами выполнение поставленных крайне необходимых целей и задач, позволяющих России и в XXI веке быть в числе ведущих держав мира, нужна и его своевременная модернизация» [18, 53].

В условиях энергоперехода, независимо от того, будет он завершён к середине века или нет, бюджетные поступления России от экспорта энергоресурсов неизбежно будут снижаться. Это должно стать дополнительным доводом для руководства страны принимать все возможные меры по ускоренной диверсификации российской экономики, обеспечению развития нефтегазохимии и других отраслей, связанных с глубокой переработкой природных ресурсов [54, с.17].

ЛИТЕРАТУРА:

1. Мастепанов А.М. Большие циклы и «чёрные лебеди». *Энергетическая политика*. 2020;6:4-19
2. Совместное заявление Министра иностранных дел РФ С. Лаврова и Министра иностранных дел КНР Ван И по некоторым вопросам глобального управления в современных условиях. 23 марта 2021 г. URL: https://www.mid.ru/main_de/-/asset_publisher/G51jInfMMNKX/content/id/4647776 (дата обращения: 25.03.2021).
3. Коронавирус COVID-19. Статистика. 20 апреля 2021 г. URL: <https://news.mail.ru/coronavirus/stat/msk/> (дата обращения: 20.04.2021).
4. В ООН заявили о сокращении мировой экономики в 2020 году на 4,3 %. 25 января 2021. URL: <https://tass.ru/ekonomika/10542613> (дата обращения: 25.03.2021).
5. Восстановление мировой экономики остается неустойчивым — ООН. ТВ БРИКС. 26 января 2021. URL: https://finance.rambler.ru/markets/45680251/?utm_content=finance_media&utm_medium=read_more&utm_source=copylink (дата обращения: 25.03.2021).
6. Батыров Т. Forbes назвал богатейших миллиардеров мира. 06.04.2021. URL: <https://www.forbes.ru/newsroom/milliardery/425331-forbes-nazval-bogateyshih-milliardero-mira> (дата обращения: 10.04.2021).
7. Hans von der Brelie. Испания и Австрия: ковид разоряет средний класс. 12.12.2020. URL: <https://ru.euronews.com/2020/12/11/covid-poverty-spain-austria> (дата обращения: 29.03.2021).
8. Мастепанов А.М. Мировая энергетика — новые вызовы. Доклад на ежегодном форуме Клуба Ниццы «Энергетика и геополитика». URL: http://www.clubdenice.eu/2009/Cpte_rendu_forum_2009.pdf (в настоящее время не функционирует).
9. Энергетика и геополитика/под ред. В.В. Костюка и А.А. Макарова. Москва: Наука; 2011. 397 с.
10. Энергетические приоритеты и безопасность России (нефтегазовый комплекс)/ Под общей редакцией А.М. Мастепанова. Москва: ООО «Газпром экспо»; 2013. 336 с.
11. Мастепанов А.М. Мировая энергетика: ещё раз о новых вызовах. *Проблемы экономики и управления нефтегазовым комплексом*. 2014;11:4-6
12. Мастепанов А.М., Шафраник Ю.К. Российская энергетика: выбор развития в новых условиях. *Энергетическая политика*. 2014;5:21-31.
13. Современная мировая политика / Под ред. Е. П. Бажанова; Дипломатическая академия МИД России. 2-е изд. Москва: Издательско-торговая корпорация «Дашков и К»; 2019. 450 с.
14. Кургиян С.Е. Онлайн-семинар «Текущая экономическая ситуация: инструкция по применению». Выпуск №6. 24.03.2021. URL: <https://www.youtube.com/watch?v=pR-WhvUdaMw> (дата обращения: 25.03.2021).
15. Шафраник Ю.К. Многополярный энергетический мир современности: состояние и тенденции. *Энергетическая политика*. 2016;6:3-8.
16. Мастепанов А.М. Перелом энергетической философии. *Нефть России*. 2014;11-12:17-24
17. Мастепанов А.М., Сумин А.М. Энергетическая политика Индии в период энергетического перехода. *Энергетическая политика*. 2020;9(151):74-91
18. Мастепанов А.М. Основные тенденции и факторы развития мировой энергетики в 2010-е годы. *Вестник Дипломатической академии МИД России. Россия и мир*. 2019;2(20):40-63
19. Summary for Policymakers. Special Report on Global Warming of 1.5 °C. URL: <https://www.ipcc.ch/sr15/>

- ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/2/2019/05/SR15_SPM_version_report_LR.pdf (дата обращения: 1.04.2021).
20. Future of Energy. Global Issue. Co-curated with: Massachusetts Institute of Technology. August 27, 2020. URL: <https://intelligence.weforum.org/topics/a1Gb00000038oN6EAI?tab=publications> (дата обращения: 25.03.2021).
21. Top 10 Emerging Technologies 2019. Insight Report. World Economic Forum, June 2019. URL: http://www3.weforum.org/docs/WEF_Top_10_Emerging_Technologies_2019_Report.pdf (дата обращения: 29.03.2021).
22. Мастепанов А.М. Энергетический переход: к чему готовиться мировому нефтегазу. *Проблемы экономики и управления нефтегазовым комплексом. Научно-экономический журнал*. 2019;10(178):5-14
23. Мастепанов А.М. Энергетический переход как генеральное направление развития энергетики будущего. *Экологический вестник России*. 2020;1:10-15
24. Energy Technology Perspectives 2017. Catalysing Energy Technology Transformations. International Energy Agency. OECD/IEA; 2017. 443 p.
25. Мастепанов А.М., Чигарев Б.Н. The Energy Trilemma Index как оценка энергетической безопасности. *Энергетическая политика*. 2020;8(150):66-83
26. Emissions Gap Report 2020. United Nations Environment Programme (2020). UNEP, UNEP DTU Partnership, Nairobi. 124 P. URL: <https://www.unep.org/emissions-gap-report-2020> (дата обращения: 5.04.2021).
27. Pathway to critical and formidable goal of net-zero emissions by 2050 is narrow but brings huge benefits, according to IEA special report. Press release. 18 May 2021. URL: <https://www.iea.org/news/pathway-to-critical-and-formidable-goal-of-net-zero-emissions-by-2050-is-narrow-but-brings-huge-benefits> (дата обращения: 25.03.2021).
28. World Energy Outlook 2020. OECD/IEA, 2020. 464 p. URL: <https://webstore.iea.org/world-energy-outlook-2020> (дата обращения: 25.03.2021).
29. 2019. Outlook for energy: a perspective to 2040. ExxonMobil. 58 p. URL: <http://www.exxonmobil.com/energyoutlook> (дата обращения: 25.03.2021).
30. Energy efficiency 2018. Analysis and outlooks to 2040. OECD/IEA, 2018, 174 p. URL: https://webstore.iea.org/download/direct/2369?fileName=Market_Report_Series_EnergyEfficiency2018.pdf (дата обращения: 25.03.2021).
31. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Energy_Modeling_Forum (дата обращения: 25.03.2021).
32. EMF 27: Global Model Comparison Exercise. URL: <https://emf.stanford.edu/projects/emf-27-global-model-comparison-exercise> (дата обращения: 25.03.2021).
33. An economy for the 99%. JANUARY 2017. URL: https://oi-files-d8-prod.s3.eu-west-2.amazonaws.com/s3fs-public/file_attachments/bp-economy-for-99-percent-160117-summ-en.pdf (дата обращения: 28.03.2021).
34. Oxfam International. Just 8 men own same wealth as half the world. 16th January 2017. URL: <https://www.oxfam.org/en/pressroom/pressreleases/2017-01-16/just-8-men-own-same-wealth-half-world> (дата обращения: 28.03.2021).
35. Aratani L. Electricity needed to mine bitcoin is more than used by 'entire countries'. 27 Feb 2021. URL: <https://www.theguardian.com/technology/2021/feb/27/bitcoin-mining-electricity-use-environmental-impact> (дата обращения: 28.03.2021).
36. Understanding Sustainable Development Goal 7 (SDG7). URL: <https://www.seforall.org/data-and-evidence/understanding-sdg7> (дата обращения: 29.03.2021).
37. Из-за пандемии число неимущих вырастет на 115 миллионов. 17 октября 2020. URL:

- <https://news.un.org/ru/story/2020/10/1388252> (дата обращения: 10.04.2021).
38. Кутузова М. Полтриллиона долларов на декарбонизацию. 26.02.2021. URL: <http://neftianka.ru/poltrilliona-dollarov-na-dekarbonizaciyu/> (дата обращения: 10.04.2021).
 39. United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division (2019). World Population Prospects 2019, Online Edition. Rev. 1. URL: <https://population.un.org/wpp/Download/Standard/Population/> (дата обращения: 25.03.2021).
 40. Energy Transition Outlook 2020. A global and regional forecast to 2050. 306 p. URL: <https://www.dnv.com/Publications/energy-transition-outlook-2020-186774> (дата обращения: 5.04.2021).
 41. Equinor. Energy Perspectives 2018. Long-term macro and market outlook 2018. 60 P. URL: <https://www.equinor.com/en/news/07jun2018-energy-perspectives.html> (дата обращения: 5.04.2021).
 42. Organization of the Petroleum Exporting Countries. 2020 World Oil Outlook 2045. October 2020. 309/332 p. URL: <http://www.opec.org>. (дата обращения: 5.04.2021).
 43. Дегтярёв К.С., Залиханов А.М., Соловьёв А.А., Соловьёв Д.А. К вопросу об экономике возобновляемых источников энергии. *Энергия: экономика, техника, экология*. 2016;10:10-20
 44. Сидорович В. КИУМ в ветроэнергетике: все выше и выше. 19.02.2017. URL: <https://renen.ru/wind-energy-capacity-factor/> (дата обращения: 5.04.2021).
 45. Давыдов Д. Скорый энергопереход — это иллюзия, он невозможен. 21 марта 2021. URL: https://teknoblog.ru/2021/03/21/110881?utm_source=yxnews&utm_medium=desktop (дата обращения: 5.04.2021).
 46. Дятел Т. Европейская энергетика озеленилась. *Коммерсантъ*. 2021;12.
 47. Игнейшес А. Билл Гейтс: «Человечество должно сделать самый невероятный шаг в истории». 31 марта 2021. URL: <https://hbr-russia.ru/liderstvo/lidery/862148?noredir=true> (дата обращения: 5.04.2021).
 48. Накопители энергии. В Калифорнии введена в строй крупнейшая в мире батарейная система накопления энергии мощностью 250 МВт (август 2020). URL: <https://energy.hse.ru/accenergy> (дата обращения: 5.04.2021).
 49. Давыдов Д. Энергопереход приведет огромному дефициту важных металлов. 9 марта 2021. URL: <https://teknoblog.ru/2021/03/09/110683> (дата обращения: 5.04.2021).
 50. Hook L., Sanderson H. How the race for renewable energy is reshaping global politics. *Financial Times*, 4.02.2021. URL: <https://www.ft.com/content/a37d0ddf-8fb1-4b47-9fba-7ebde29fc510?segmentId=114a04fe-353d-37db-f705-204c9a0a157b> (дата обращения: 5.04.2021).
 51. Конопляник А. Борьба за климат и за новый передел мира. 31 января 2021. URL: <https://www.vedomosti.ru/opinion/articles/2021/01/31/856109-borba-peredel> (дата обращения: 5.04.2021).
 52. «Зеленая» энергетика лишит нефтепроизводителей \$13 трлн 12 февраля 2021. URL: http://www.ngv.ru/news/zelenaya_energetika_lishit_nefteproizvoditeley_13_trln/ (дата обращения: 25.03.2021).
 53. Мастепанов А.М. Энергетический переход как генеральное направление развития энергетики будущего. *Экологический вестник России*. 2020;2:12-19
 54. Lazard О. Климатическое разоружение. Может ли изменение климата сблизить Россию и США. 26.03.2021. URL: <https://carnegie.ru/commentary/84034> (дата обращения: 5.04.2021).

REFERENCES:

1. Mastepanov A.M. Big cycles and “black swans”. *Energy policy*. 2020;6:4-19. (In Russ.).
2. Joint Statement by the Foreign Ministers of China and Russia on Certain Aspects of Global Governance in Modern Conditions. March 23, 2021. URL: https://www.mid.ru/main_de/-/asset_publisher/G51jInfMMNKX/content/id/4647776 [Accessed: 25.03.2021] (In Russ.).
3. Coronavirus COVID-19. Statistics. April 20, 2021. URL: <https://news.mail.ru/coronavirus/stat/msk/> [Accessed: 20.04.2021] (In Russ.).
4. The UN announced the reduction of the world economy in 2020 by 4.3%. January 25, 2021. URL: <https://tass.ru/ekonomika/10542613> [Accessed: 25.03.2021]. (In Russ.).
5. Global economic recovery remains fragile - UN. TV BRICS. January 26, 2021. URL: https://finance.rambler.ru/markets/45680251/?utm_content=finance_media&utm_medium=read_more&utm_source=copylink [Accessed: 25.03.2021] (In Russ.).
6. Batyrov T. Forbes names the richest billionaires in the world. 06.04.2021. URL: <https://www.forbes.ru/newsroom/milliardery/425331-forbes-nazval-bogateyshih-milliardero-mira> [Accessed: 10.04.2021]. (In Russ.).
7. Hans von der Brelie. Spain and Austria: Covid is devastating the middle class. URL: <https://ru.euronews.com/2020/12/11/covid-poverty-spain-austria> [Accessed: 29.03.2021] (In Russ.).
8. Mastepanov A.M. World energy - new challenges. Report at the annual forum Club of Nice “Energy and Geopolitics”. URL: http://www.clubdenice.eu/2009/Cpte_rendu_forum_2009.pdf (The site is currently not functioning) (In Russ.).
9. Energy and Geopolitics / ed. V.V. Kostyuk and A.A. Makarov. Moscow: Nauka; 2011. 397 p. (In Russ.).
10. Energy priorities and security of Russia (oil and gas complex) / Edited by A.M. Mastepanov. Moscow: OOO Gazprom Expo; 2013. 336 p. (In Russ.).
11. Mastepanov A.M. World energy: once again about new challenges. *Problems of Economics and Management of the Oil and Gas Complex*. 2014;11:4-6 (In Russ.).
12. Mastepanov A.M., Shafranik Yu. K. Russian energy: the choice of development in new conditions. *Energy policy*. 2014;5:21-31. (In Russ.).
13. Modern world politics: Textbook / Ed. E. P. Bazhanova; Diplomatic Academy of the Russian Foreign Ministry. 2nd ed. Moscow: Publishing and Trade Corporation “Dashkov and K”; 2019. 450 p. (In Russ.).
14. Kurginyan S.E. Online seminar “Current economic situation: instructions for use.” Issue №6. 03.24.2021. URL: <https://www.youtube.com/watch?v=pR-WhvUdaMw> [Accessed: 25.03.2021] (In Russ.).
15. Shafranik Yu. K. The multipolar energy world of our time: the state and trends. *Energy policy*. 2016;6:3-8. (In Russ.).
16. Mastepanov A.M. The turning point of energy philosophy. *Oil of Russia*. 2014;11-12:17-24. (In Russ.).
17. Mastepanov A.M., Sumin A.M. Energy policy of India in the period energy transition. *Energy Policy*. 2020;9(151):74-91 (In Russ.).
18. Mastepanov A.M. The main trends and factors in the development of world energy in 2010s. Bulletin of the Diplomatic Academy of the Ministry of Foreign Affairs of Russia. Russia and the world. 2019;2(20):40-63 (In Russ.).
19. Summary for Policymakers. Special Report on Global Warming of 1.5 °C. URL: https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/2/2019/05/SR15_SPM_version_report_LR.pdf [Accessed: 1.04.2021].
20. Future of Energy. Global Issue. Co-curated with: Massachusetts Institute of Technology. August 27, 2020. URL: <https://intelligence.weforum.org/topics/a1Gb00000038oN6EAI?tab=publications> [Accessed: 25.03.2021].

21. Top 10 Emerging Technologies 2019. Insight Report. World Economic Forum, June 2019. URL: http://www3.weforum.org/docs/WEF_Top_10_Emerging_Technologies_2019_Report.pdf [Accessed: 29.03.2021].
22. Mastepanov A.M. Energy transition: what to prepare for the global oil and gas. *Problems of Economics and Management of the Oil and Gas Complex*. 2019;10(178):5-14 (In Russ.).
23. Mastepanov A.M. Energy transition as a general direction for the development of energy of the future. *Ecological Bulletin of Russia*. 2020;1:10-15. (In Russ.).
24. Energy Technology Perspectives 2017. Catalysing Energy Technology Transformations. International Energy Agency. OECD/IEA; 2017. 443 p.
25. Mastepanov A.M., Chigarev B. N. The Energy Trilemma Index as an assessment of energy security. *Energy Policy*. 2020;8(150):66-83 (In Russ.).
26. Emissions Gap Report 2020. United Nations Environment Programme (2020). UNEP, UNEP DTU Partnership, Nairobi. 124 P. URL: <https://www.unep.org/emissions-gap-report-2020> [Accessed: 5.04.2021].
27. Pathway to critical and formidable goal of net-zero emissions by 2050 is narrow but brings huge benefits, according to IEA special report. Press release. 18 May 2021. URL: <https://www.iea.org/news/pathway-to-critical-and-formidable-goal-of-net-zero-emissions-by-2050-is-narrow-but-brings-huge-benefits> [Accessed: 25.03.2021].
28. World Energy Outlook 2020. OECD/IEA, 2020. 464 p. URL: <https://webstore.iea.org/world-energy-outlook-2020> [Accessed: 25.03.2021].
29. 2019. Outlook for energy: a perspective to 2040. ExxonMobil. 58 p. URL: <http://www.exxonmobil.com/energyoutlook> [Accessed: 25.03.2021].
30. Energy efficiency 2018. Analysis and outlooks to 2040. OECD/IEA, 2018, 174 p. URL: https://webstore.iea.org/download/direct/2369?file-Name=Market_Report_Series_Energy_Efficiency_2018.pdf [Accessed: 25.03.2021].
31. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Energy_Modeling_Forum [Accessed: 25.03.2021].
32. EMF 27: Global Model Comparison Exercise. URL: <https://emf.stanford.edu/projects/emf-27-global-model-comparison-exercise> [Accessed: 25.03.2021].
33. An economy for the 99%. January 2017. URL: https://oi-files-d8-prod.s3.eu-west-2.amazonaws.com/s3fs-public/file_attachments/bp-economy-for-99-percent-160117-summ-en.pdf [Accessed: 28.03.2021].
34. Oxfam International. Just 8 men own same wealth as half the world. 16th January 2017. URL: <https://www.oxfam.org/en/press-room/pressreleases/2017-01-16/just-8-men-own-same-wealth-half-world> [Accessed: 28.03.2021].
35. Aratani L. Electricity needed to mine bitcoin is more than used by "entire countries". 27 Feb 2021. URL: <https://www.theguardian.com/technology/2021/feb/27/bitcoin-mining-electricity-use-environmental-impact> [Accessed: 28.03.2021].
36. Understanding Sustainable Development Goal 7 (SDG7). URL: <https://www.seforall.org/data-and-evidence/understanding-sdg7> [Accessed: 29.03.2021].
37. Pandemic will increase the number of poor by 115 million. October 17, 2020. URL: <https://news.un.org/ru/story/2020/10/1388252> [Accessed: 10.04.2021]. (In Russ.).
38. Kutuzova M. Half a trillion dollars for decarbonization. 26.02.2021. URL: <http://neftianka.ru/poltrilliona-dollarov-na-dekarbonizaciyu/> [Accessed: 10.04.2021]. (In Russ.).
39. United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division (2019). World Population Prospects 2019, Online Edition. Rev. 1. URL: <https://population.un.org/wpp/Download/Standard/Population/> [Accessed: 25.03.2021].

40. Energy Transition Outlook 2020. A global and regional forecast to 2050. 306 pages. URL: <https://www.dnv.com/Publications/energy-transition-outlook-2020-186774> [Accessed: 5.04.2021].
41. Equinor. Energy Perspectives 2018. Long-term macro and market outlook 2018. 60 P. URL: <https://www.equinor.com/en/news/07jun2018-energy-perspectives.html> [Accessed: 5.04.2021].
42. Organization of the Petroleum Exporting Countries. 2020 World Oil Outlook 2045. October 2020. 309/332 p. URL: <http://www.opec.org>. [Accessed: 5.04.2021].
43. Degtyarev K.S., Zalikhanov A.M., Solovyov A.A., Solovyov D.A. On the question of the economics of renewable energy sources. *Energy: economics, technology, ecology*. 2016;10:10-20 (In Russ.).
44. Sidorovich V. ICUF in wind energy: higher and higher. 19.02.2017. URL: <https://renen.ru/wind-energy-capacity-factor/> [Accessed: 5.04.2021]. (In Russ.).
45. Davydov D. A quick energy transition is an illusion, it is impossible. March 21, 2021. URL: https://teknoblog.ru/2021/03/21/110881?utm_source=yxnews&utm_medium=desktop [Accessed: 5.04.2021]. (In Russ.).
46. Dyatel T. The European energy sector is greening. *Kommersant*. 2021;12 (In Russ.).
47. Ignace A. Bill Gates: «Humanity must take the most incredible step in history». March 31, 2021. URL: <https://hbr-russia.ru/liderstvo/lidery/862148?noredir=true> [Accessed: 5.04.2021]. (In Russ.).
48. Energy storage. The world's largest battery energy storage system with a capacity of 250 MW has been commissioned in California (August 2020). URL: <https://energy.hse.ru/accenergy> [Accessed: 5.04.2021]. (In Russ.).
49. Davydov D. The energy transition will lead to a huge shortage of important metals. March 9, 2021. URL: <https://teknoblog.ru/2021/03/09/110683> [Accessed: 5.04.2021]. (In Russ.).
50. Hook L., Sanderson H. How the race for renewable energy is reshaping global politics. *Financial Times*, 4.02.2021. URL: <https://www.ft.com/content/a37d0ddf-8fb1-4b47-9fba-7ebde29fc510?segmentId=114a04fe-353d-37db-f705-204c9a0a157b> [Accessed: 5.04.2021].
51. Konoplyanik A. Struggle for the climate and for a new redivision of the world. January 31, 2021. URL: <https://www.vedomosti.ru/opinion/articles/2021/01/31/856109-borba-peredel> [Accessed: 5.04.2021]. (In Russ.).
52. «Green» energy will deprive oil producers of \$ 13 trillion. February 12, 2021. URL: http://www.ngv.ru/news/zelenaya_energetika_lishit_nefteproizvoditeley_13_trln/ [Accessed: 25.03.2021]. (In Russ.).
53. Mastepanov A.M. Energy transition as a general direction for the development of energy of the future. *Ecological Bulletin of Russia*. 2020;2:12-19. (In Russ.).
54. Olivia Lazard. Climatic disarmament. Can climate change bring Russia and the US closer together. 26.03.2021. URL: <https://carnegie.ru/commentary/84034> [Accessed: 5.04.2021]. (In Russ.).

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ / INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

Алексей М. Мастепанов, Доктор экономических наук, Института проблем нефти и газа РАН, Москва, Россия; 119991, Россия, Москва, Ленинский проспект, д. 14;
amastepanov@mail.ru

Alexey M. Mastepanov, Doctor of Economic Sciences, Oil and Gas Research Institute of Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia; bld. 14, Lelinsky pr., Moscow, 119991, Russia
amastepanov@mail.ru