

УДК 620.91+620.92+622.276+622.279+553.04

DOI 10.41748/0016-7894-2023-4-9-19

Запасы углеводородов и энергопереход к возобновляемым источникам энергии: основные тренды

© 2023 г. | Е.И. Петров¹, И.В. Шпуров², И.Я. Эдельман³

¹Федеральное агентство по недропользованию (Роснедра), Москва, Россия; rosnedra@rosnedra.gov.ru;

²ФБУ «Государственная комиссия по запасам полезных ископаемых», Москва, Россия; gkz@gkz-rf.ru;

³Независимый эксперт, Москва, Россия; inna_edelman@mail.ru

Поступила 04.07.2023 г.

Доработана 13.07.2023 г.

Принята к печати 17.07.2023 г.

Ключевые слова: углеводороды; энергопереход; ресурсная база; возобновляемые источники энергии.

Аннотация: Бурное развитие «зеленой» энергетики и энергетический переход от ископаемых видов топлива к возобновляемым источникам энергии – это один из важнейших глобальных трендов. По прогнозам международного энергетического агентства, к 2050 г. спрос на первичные энергоресурсы снизится с 84 до 63 %, абсолютный объем добычи нефти останется на сегодняшнем уровне, а газа надо будет добывать больше примерно на 35 %. Согласно прогнозу ООН, мировой валовой внутренний продукт увеличится в 2 раза, что приведет к росту потребления энергии как минимум на 30–35 %, а возобновляемые источники энергии пока не способны в полной мере обеспечить рост энергопотребления. Глобальный энергопереход происходит, но не так быстро, как прогнозировало международное энергетическое агентство в дорожной карте «Углеродная нейтральность к 2050 г.». Роль России на пути энергоперехода требует увеличения объемов геологоразведки, создания эффективных технологий для добычи трудноизвлекаемых запасов, а также существенных изменений в развитии и управлении минерально-сырьевой базой страны.

Для цитирования: Петров Е.И., Шпуров И.В., Эдельман И.Я. Запасы углеводородов и энергопереход к возобновляемым источникам энергии: основные тренды // Геология нефти и газа. – 2023. – № 4. – С. 9–19. DOI: 10.41748/0016-7894-2023-4-9-19.

Hydrocarbon resources and energy transition to renewable energy: main trends

© 2023 | E.I. Petrov¹, I.V. Shpurov², I.Ya. Ehdel'man³

¹Federal Agency for Mineral Resources (Rosnedra), Moscow, Russia; rosnedra@rosnedra.gov.ru;

²Federal Budgetary Institution "State Commission on Mineral Reserves", Moscow, Russia; gkz@gkz-rf.ru;

³Independent expert, Moscow, Russia; inna_edelman@mail.ru

Received 04.07.2023

Revised 13.07.2023

Accepted for publication 17.07.2023

Key words: hydrocarbons; energy transition; resource base; renewable energy sources.

Abstract: Rapid development of green energy and energy transition from fossil fuels to renewable energy sources is one of the key global trends. According to the forecast of International Energy Agency, by 2050, the demand for primary energy resources will decrease from 84 to 63 %; the absolute amount of oil production will remain at the current level, and gas production will need to increase by about 35 %. In accordance with the UN forecast, the global gross domestic product will double, and this will cause the energy consumption expansion at least by 30–35%, while renewable energy sources are not yet fully capable of meeting the growth in energy consumption. Global energy transition occurs, although not as fast as the International Energy Agency predicted in the Carbon Neutrality by 2050 roadmap. Role of Russia on the energy transition way dictates the increase in exploration and prospecting, the creation of efficient technologies to produce difficult-to-recover reserves, as well as considerable changes in development and management of the country's available mineral resources.

For citation: Petrov E.I., Shpurov I.V., Ehdel'man I.Ya. Hydrocarbon resources and energy transition to renewable energy: main trends. *Geologiya nefi i gaza*. 2023;(4):9–19. DOI: 10.41748/0016-7894-2023-4-9-19. In Russ.

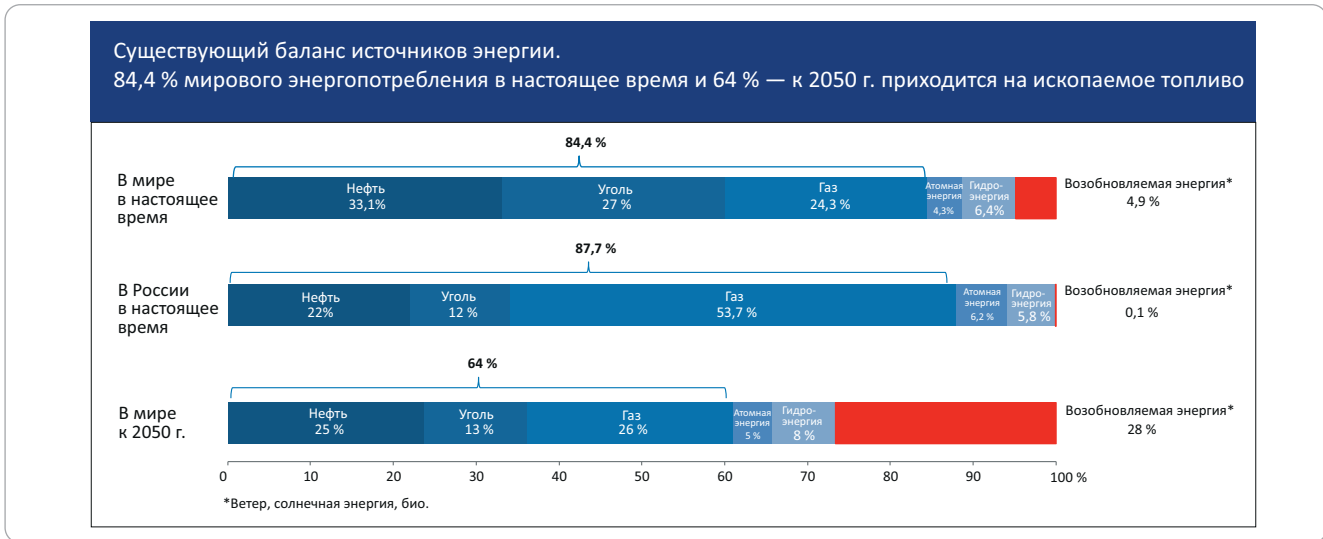
Глобальные тренды и стратегические вызовы мировой экономики – 2050

В последние годы в мире создано мнение, что есть «хорошие» — возобновляемые источники энергии и «плохие» — невозобновляемые. Но, очевидно, все не так однозначно. Переход на «чистую» энергию займет не одно десятилетие [1, 2]. Ископаемые виды топлива еще долго будут оста-

ваться частью энергосистемы, за счет новых технологий (например, улавливания и хранения CO₂, входящего в состав парниковых газов) они могут помочь сократить выбросы, став таким образом частью решения, а не оставаясь проблемой. Проекты крупнейших компаний нефтегазового сектора показывают, что снижать выбросы парниковых газов можно, не отказываясь полностью от ископаемых



Рис. 1. Прогноз роста энергопотребления к 2050 г.
Fig. 1. Estimates of future energy consumption growth by 2050



видов топлива. К тому же развивать возобновляемые источники энергии (ВИЭ) бизнес вынужден на доходы от реализации традиционного сырья.

Давление на страны и бизнес несет сразу множество рисков для всех сторон: недофинансирования нефтегазовой отрасли и, как следствие, нестабильности поставок, роста расходов для стран и потребителей за счет более высокой цены альтернативной энергии. Но автомобили, авиация, нефтехимия и другие отрасли будут требовать все больше энергоносителей — в основном нефти, газа и угля. По данным ОПЕК, пик спроса на нефть наступит в 2030–2035 гг. Рост спроса будет наблюдаться в основном на моторное и дизельное топливо на фоне пока еще низкой популярности электромобилей. Распространение электрического транспорта будет сдерживать нехватка ресурсов. Чтобы полностью «электрифицировать» автомобильное движение в одной только Великобритании, потребуется в два раза больше кобальта, чем его производится во всем мире за год, почти все мировое производство неодима, три четверти мирового производства лития, не менее половины мирового производства меди.

Энергетический переход — это длительный и трудоемкий процесс: потребовалось свыше 100 лет, чтобы доля нефти в энергобалансе превысила долю угля. Если оценивать мировую энергетику в целом, то можно сказать, что мир по-прежнему очень сильно зависим от ископаемых источников энергии (рис. 1).

По данным международного энергетического агентства (МЭА), в настоящее время на нефть, газ и уголь приходится свыше 80 % спроса на первичные энергоресурсы. Согласно прогнозу ООН, к 2050 г. мировой валовой внутренний продукт увеличится, что приведет к росту потребления энергии как минимум на 30–35 %, абсолютный прирост добычи газа как источника энергии составит 35 %, ВИЭ должны увеличиться в 7,5 раз (рис. 2), даже

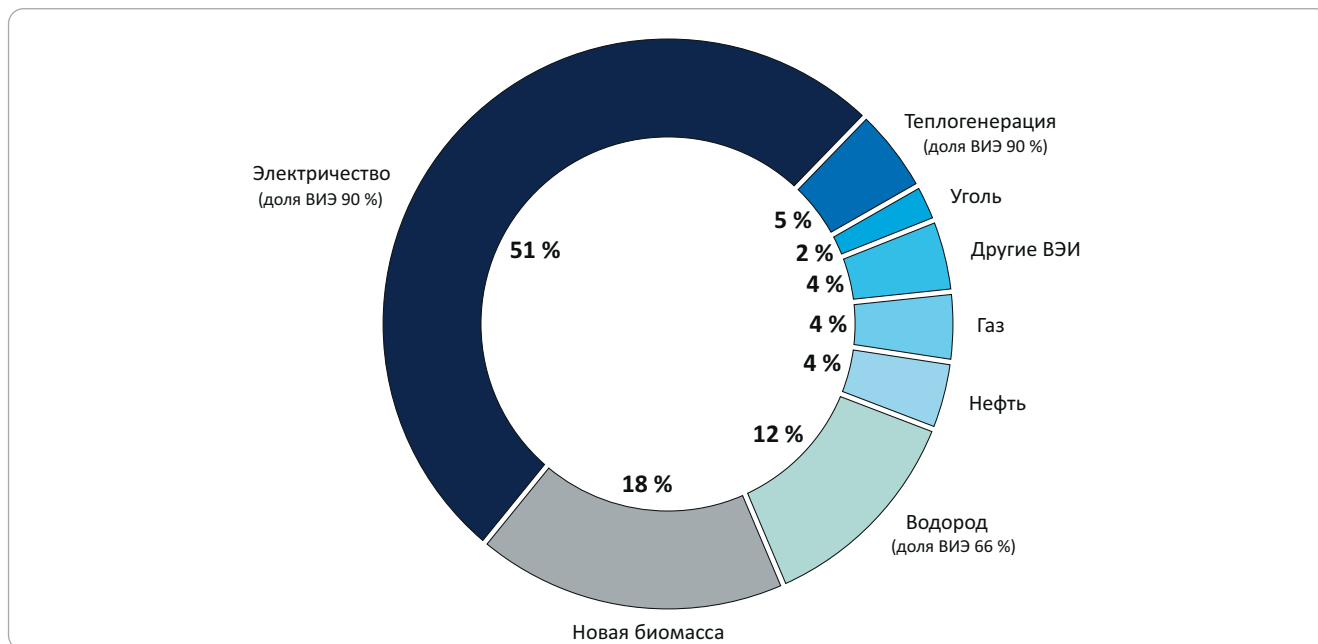
принимая во внимание оптимистичные тренды энергосбережения.

По прогнозам международного агентства по возобновляемым источникам энергии (IRENA) [3], к 2050 г. планируется увеличение производства наземной ветроэнергетики в 10 раз, офшорной — в 43 раза и солнечной — в 17 раз. Однако даже такое беспрецедентное увеличение производства энергии из новых возобновляемых источников — в 7,5 раз за 30 лет — позволит компенсировать возрастающие потребности лишь на 36 %, учитывая атомную и гидроэнергетику. Потребности мировой экономики к 2050 г. не обеспечены существующими в настоящее время возможностями углеродной, УВ-энергетики и ВИЭ вместе взятыми.

Несмотря на то, что доля ископаемого топлива должна снизиться с 84 % в настоящий момент до 63 % в 2050 г., абсолютный объем добычи нефти останется на сегодняшнем уровне, а газа необходимо будет добывать на 35 % больше. В этой связи возникают аргументированные сомнения в обеспеченности потребностей мировой энергетики существующей сырьевой базой ископаемого топлива и технологическими возможностями нефтегазовой и угольной промышленности. И в этой ситуации Россия может существенно усилить свою роль в мировом энергетическом балансе. Дело в том, что мировые ресурсы УВ разведаны на 75–85 % и более [4], тогда как ресурсный потенциал российских недр разведан не более чем на 50 % [5]. При описании этого «резерва», согласно результатам геолого-экономической оценки, проведенной сотрудниками ФГБУ «ВНИГНИ», сырьевая база нефти за 15–20 лет может быть увеличена на 6–10 млрд т жидких УВ и 8–12 трлн м³ газа [6]. Правда, для этого государству необходимо будет значительно усилить нефтегазопроисводческие работы.

В настоящее время в РФ доказанные рентабельные извлекаемые запасы нефти составляют

Рис. 2. Прогноз IRENA конечного энергопотребления к 2050 г.
Fig. 2. IRENA estimates of final energy consumption growth by 2050



примерно 19,7 млрд т, газа — 38,3 трлн м³. Таким образом, обеспеченность рентабельными запасами в России не превышает 38 лет. Балансовые запасы угля¹ в РФ оцениваются на уровне 275 млрд т, а в мире доказанные запасы угля составляют 1074 млрд т, что соответствует обеспеченности запасами на 110 и 139 лет соответственно². Расчеты различных авторов показывают [4], что запасы угля достаточны для обеспечения в 2050 г. требуемых прогнозных объемов добычи, а доказанные и вовлеченные в активную разработку запасы нефти и газа (категорий А + В₁) смогут обеспечить к 2050 г. не более 30 % объемов, добываемых в настоящее время. То есть без ввода в разработку новых еще не открытых и открытых трудноизвлекаемых запасов УВ-сырья дефицит мирового энергопотребления может достичь более 30 % в 2050 г. Таким образом, очевидно, что потребности мировой экономики к 2050 г. не обеспечены существующими в настоящее время возможностями углеродной, УВ-энергетики и возобновляемых источников вместе взятыми. Дефицит энергии может составить 8 млрд т н. э/год. Чтобы получить такие ресурсы, миру (а значит, и России) необходимо еще больше увеличивать объемы геологоразведки и создавать эффективные технологии для добычи трудноизвлекаемых запасов.

¹Данные приведены в соответствии с действующей «Классификацией запасов и прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых». Очевидно, что для объективной оценки, учитывающей экономические показатели проектов, необходима гармонизация российской классификации с действующими международными системами отчетности.

²Для повышения точности прогнозов необходима гармонизация российской «Классификации твердых полезных ископаемых» с действующими международными системами отчетности.

Чтобы покрыть 30 % дефицита энергии в 2050 г., также необходима рациональная стратегия трансформации системы недропользования в условиях современных вызовов и требований при переходе к «чистой» энергетике.

Следует отдельно отметить, что ситуация в глобальном масштабе осложняется тем, что уже несколько лет в мире добыча и потребление УВ не компенсируются приростами новых запасов и долгосрочная стабильность поставок нефти и газа находится в зоне риска из-за недоинвестирования. Прирост запасов нефти и газа в последние годы находится на исторических минимумах. Мир рискует столкнуться с острым дефицитом нефти и газа. А это означает, что цели 2050 г. по объемам добычи УВ-сырья могут быть не достигнуты. В этом случае существует опасность, что основным источником энергии в мире вновь может стать уголь, характеризующийся высоким углеродным следом.

Таким образом, достижение глобального энергетического баланса в мире может быть обеспечено преимущественно за счет ископаемого топлива и, в первую очередь, УВ-сырья, которое как минимум до середины XXI в., будет определять тенденции энергопотребления, а значит, и основные тренды развития человеческой цивилизации.

Кроме того, становится совершенно ясно, что скорейшему развитию ВИЭ также нет альтернативы ввиду ограниченности запасов ископаемого топлива, доля которого в долгосрочной перспективе при любом варианте развития событий будет уменьшаться. По этой причине представляется необходимым снижение технологических рисков развития ВИЭ, связанных с обеспечением их производства критически важными видами минерального сырья.

Анализ возможностей развития ВИЭ

В последние годы мировая энергетика претерпевает масштабную трансформацию: технологии ВИЭ и проекты «зеленой» энергетики получают активное государственное субсидирование и поддержку крупнейших международных банков и компаний. Возобновляемые источники энергии — стержень текущей глобальной повестки. И это не слова: в 2020 г. на ВИЭ пришлось около 90 % прироста всех генерирующих мощностей в мире и, по оценке МЭА, в 2020 г. глобальные инвестиции в ВИЭ впервые превысили инвестиции в разведку и добычу нефти и газа.

Вот уже несколько лет сегмент ВИЭ является одним из самых быстрорастущих направлений электроэнергетики и привлекает все больше частных инвестиций, в том числе со стороны нефтегазовых компаний, основная часть которых была направлена в солнечную и ветровую энергетику, а также в развитие новых технологий накопителей энергии. Ведущие аналитические агентства прогнозируют, что к 2050 г. до 77 % всех инвестиций в электроэнергетику будет направлено на реализацию проектов ВИЭ. При этом солнечная и ветряная энергия сохранят лидерские позиции. Привлекательность ВИЭ для международных нефтегазовых компаний обусловлена двумя факторами — диверсификацией бизнеса новыми направлениями, а также поддержанием имиджа. Диверсификация и имиджевая составляющая направлены на повышение устойчивости компании и снижение зависимости акционерной стоимости от цен на нефть.

Рынок ВИЭ развивается неравномерно по всему миру и имеет различную степень зрелости в развитых и развивающихся странах. Развитие ВИЭ ограничено сферой их коммерческой эффективности и сосредоточено преимущественно в развитых странах. Как правило, страны-лидеры развития ВИЭ — это государства, ограниченные в собственных ресурсах ископаемых видов топлива. Развитие ВИЭ для них является прежде всего способом обеспечения энергетической безопасности. Многие развивающиеся страны (Африка, значительная часть АТР, Южная Америка) не смогут себе позволить полный переход на довольно дорогую для них «зеленую» энергетику из-за необходимости импорта технологий, и УВ будут для них безальтернативным источником энергии.

Постепенная глобализация ВИЭ и совершенствование технологий являются основными драйверами снижения себестоимости генерации. Рентабельность проектов ВИЭ, особенно при сравнении с проектами по добыче, все еще находится на низком уровне.

Тем не менее, по данным исследовательского агентства IRENA, стоимость энергии, добытой из ВИЭ, снижается так быстро, что уже через несколько лет она будет в разы ниже традиционных (ископаемых) источников энергии (рис. 3). Соглас-

но исследованиям WoodMac [7, 8], ВИЭ уже могут конкурировать за инвестиции в проекты по геолого-разведочным работам, проектам по переработке и сделкам M&A активов по добыче.

В дорожной карте МЭА «Углеродная нейтральность к 2050 г.» [2] отмечается, что ключевая роль в декарбонизации электроэнергетики отводится возобновляемым источникам энергии, в основном солнечной фотоэлектрической и ветровой энергетике. Они должны расти колоссальными темпами. По данным последнего доклада BNEF «New Energy Outlook» [9], для достижения углеродной нейтральности к 2050 г. необходимо, в том числе:

- вводить 505 ГВт ветровых электростанций ежегодно к 2030 г. (в 5,2 раза больше, чем в 2020 г.), а за 30 лет (до 2050 г.) довести это число до 816 ГВт/год в среднем;

- вводить к 2030 г. 455 ГВт солнечных фотоэлектрических электростанций ежегодно (в 3,2 раза больше, чем в 2020 г.), а за 30 лет (до 2050 г.) — 632 ГВт/год в среднем;

- вводить 245 ГВт/ч батарей (систем накопления энергии) ежегодно к 2030 г. (в 26 раз больше, чем в 2020 г.);

- снизить к 2030 г. выработку угольной электроэнергии на 72 % по сравнению с уровнем 2019 г. и вывести из эксплуатации 1417 ГВт (примерно 70 %) угольных мощностей к тому же сроку.

Если сценарные условия для солнечной энергетики выглядят вполне реалистично (455 ГВт/год к 2030 г. и 632 ГВт/год в среднем за весь период до 2050 г.), то указанные темпы роста для ветровой энергетики выглядят маловероятными. Тем более что в течение следующих трех десятилетий в энергетический сектор, включая инфраструктуру, нужно вкладывать в среднем примерно 3,1–5,8 трлн USD/год, чтобы достичь нулевого баланса выбросов в глобальном масштабе.

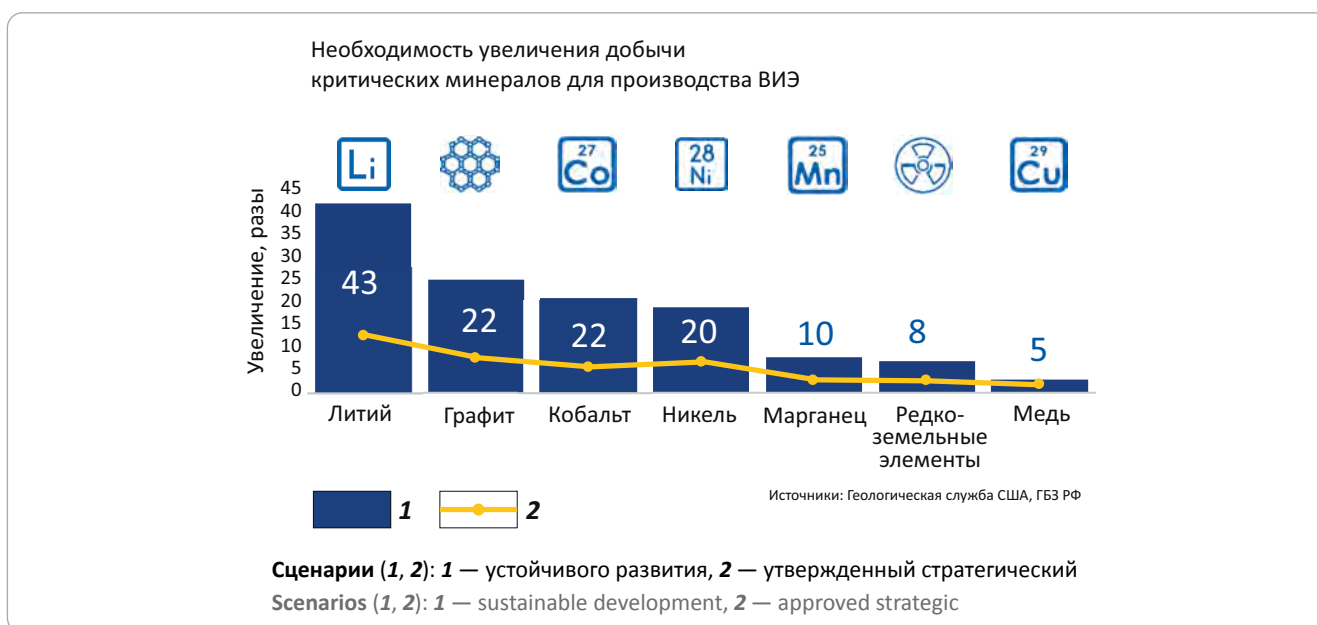
Более того, по оценкам МЭА, в сценарии нулевых выбросов спрос на металлы и сырьевые товары, необходимые для развития низкоуглеродной энергетики, вырастет во много раз к 2050 г. (рис. 4) [10]. Планета будет нуждаться в огромных количествах меди, лития, никеля, марганца, кобальта и т. д., поскольку переход к чистой энергетике и экономике никто отменять не собирается.

Однако существуют значительные опасения в достаточности текущих запасов, а также инвестиций в разведку и добычу этих металлов. При этом МЭА отмечает, что удвоение цен на литий и никель полностью сведет на нет ожидаемое снижение удельных затрат на производство батарей, связанное с двукратным ростом масштаба производства [10]. Между тем дефицит металлов и минералов, необходимых для производства солнечных батарей и ветряных турбин, уже привел к росту цен на сырье и на сами солнечные батареи, ветряные турбины и аккумуляторы для электромобилей. Также важно отметить, что добыча почти 80 % руд, используемых

Рис. 3. Снижение себестоимости ВИЭ с 2010 по 2017 г.
Fig. 3. Reduction of RES costs from 2010 to 2017



Рис. 4. Потребность в сырьевых ресурсах, необходимых для обеспечения климатической нейтральности к 2050 г., млн т
Fig. 4. Demand for primary resources needed to achieve climate neutrality by 2050, million tons



для производства требуемых металлов, монополизирована или расположена в нестабильных регионах. Например, около 70 % кобальта добывается в Демократической Республике Конго (рис. 5). Россия пока отстает в производстве гидроминерального сырья, извлекаемого в том числе из попутно добываемых вод нефтяных месторождений.

Таким образом, уровень конкуренции между невозобновляемыми энергоресурсами и ВИЭ необычайно высок. При этом ВИЭ изначально получили административное конкурентное преимущество, поскольку априори были назначены победителями в этой борьбе, которая превратилась лишь в видимость свободной конкуренции. Но, как было показано выше, для полного отказа от УВ и угля время еще не наступило и, более того, необходимы серьезные инвестиции в геологоразведку для обеспечения потребностей энергетики к 2050 г.

Водородная энергетика

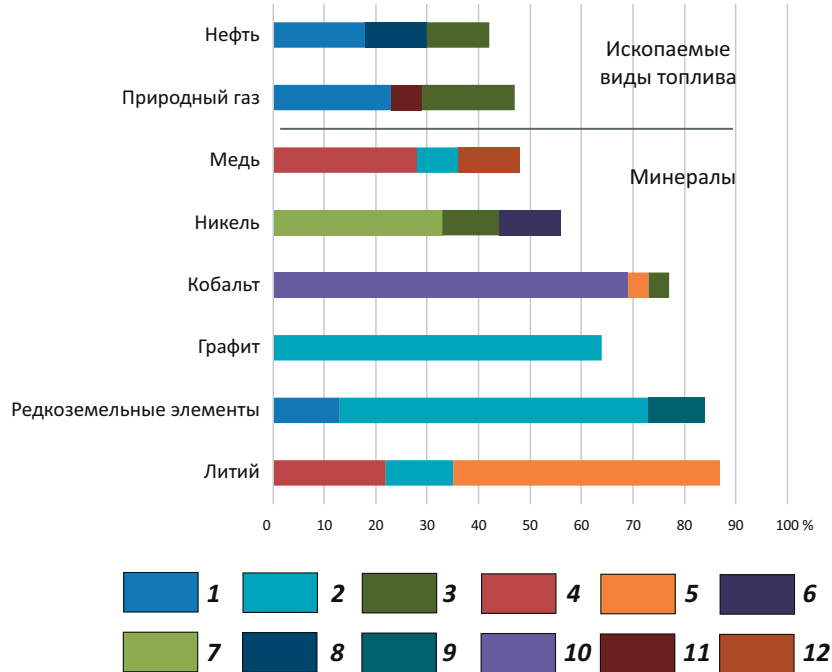
В последние годы водородные технологии стали одной из самых обсуждаемых тем в энергетике, поскольку процесс декарбонизации столкнулся с рядом непростых проблем. Предполагалось, что

отказаться от сжигаемых видов топлива ради сокращения углеродного следа и предотвращения изменений климата помогут солнечные панели и ветрогенерация. Однако в такой энергосистеме необходимы значительные мощности хранения энергии на длительный срок (например, в осенне-зимние периоды), а это задача, на порядки превосходящая возможности аккумуляторных батарей. Водород же можно хранить в баллонах и подземных соляных кавернах, существует ряд способов транспортировки водорода в танкерах и по трубопроводам. При сжигании он не образует углекислого газа и дает высокие температуры. Водород может использоваться в металлургии как восстанавливающий агент вместо угля. С помощью водородных топливных ячеек можно получать электричество без сжигания. Таким образом, использование водорода выглядит чуть ли не единственным способом преодолеть проблемы, которые не удастся решить с помощью ВИЭ.

Многие страны начали разрабатывать водородные технологии как стратегии энергетического перехода. Поэтому России, как крупному игроку на мировой энергетической арене, также необходи-

Рис. 5. Доли ведущих стран-производителей основных минералов и металлов (2019)
(по данным Геологической службы США, ГБЗ РФ)

Fig. 5. Shares of leading countries-producer of basic minerals and metals (2019) (according to the US Geological Survey, RF State Reserves Register)



1 — США; 2 — Китай; 3 — Россия; 4 — Чили; 5 — Австралия; 6 — Филиппины; 7 — Индонезия; 8 — Саудовская Аравия; 9 — Мьянма; 10 — Демократическая Республика Конго; 11 — Иран; 12 — Перу

1 — USA; 2 — China; 3 — Russia; 4 — Chile; 5 — Australia; 6 — Philippines; 7 — Indonesia; 8 — Saudi Arabia; 9 — Myanmar; 10 — Democratic Republic of the Congo; 11 — Iran; 12 — Peru

мо принимать участие в продвижении водородной энергетики. Тем более что у страны есть все предпосылки для этого — большие запасы природного газа, геологические структуры, подходящие для закачки CO₂ (например, обработанные газовые месторождения), развитые компетенции в атомной энергетике. Кроме того, водород может оказаться необходимым для обеспечения конкурентоспособности традиционных российских экспортных отраслей — металлургии, производства азотных удобрений, которые без этого окажутся под риском все увеличивающегося трансграничного углеродного налога. Перевод промышленности и транспорта на водородное топливо сократит вредные выбросы, создаст новые рынки. Потенциал новых рынков огромен: согласно докладу Bloomberg «Перспективы водородной экономики» [11], к 2050 г. 24 % мировых потребностей в энергии будет покрывать водород, а его цена снизится до уровня сегодняшних цен на газ. В энергетической стратегии Российской Федерации водород обозначен как топливо с высоким экспортным потенциалом [12]. К 2024 г. российский экспорт водорода должен составить 0,2 млн т, а к 2035 г. — вырасти до 2 млн т. По планам Минэнерго, Россия должна занять до 16 % мирового рынка водорода. Поскольку уровень развития и благосостояние страны напрямую зависят от экспорта энергоресурсов, эта технология может стать дополнительным драйвером развития в общем балансе экспорта. Но чтобы

реализовать эти амбициозные планы, российским корпорациям нужно уже сейчас развивать водородную энергетику и оперативно пересматривать свои бизнес-модели. И конечно, развитие водородной энергетики напрямую зависит от сырьевой базы природного газа, необходимого для производства водорода. Важны также региональные и поисковые работы по созданию разветвленной системы хранилищ CO₂, образующегося в результате производства водорода. Постановка таких задач накладывает особую ответственность в вопросах увеличения объема геолого-разведочных работ, определяющих решение таких глобальных целей.

Подходы к планированию ресурсной базы

Стратегия углеродной нейтральности ООН [13] как минимум сдвигается за границу 2060 г. В ситуации глобальной неопределенности и маловероятности существенного сокращения потребления традиционных энергоресурсов России необходимо принципиально расширить горизонт планирования своей энергетической базы — от 2035 г. к существенно более долгосрочному горизонту, ориентируясь не на формальные временные границы, а на понимание динамики развития различных отраслей и дифференцированный расчет добычи и потребления каждого из видов ресурсов.

При планировании своей ресурсной базы России необходимо учитывать два аспекта: с одной

стороны, растущий запрос на сырье, связанный с развитием новых технологий и энергопереходом, с другой — сохраняющийся запрос мировых рынков на УВ-ресурсы. Поддержание баланса между этими сегментами требует построения сложной прогностической модели, которая будет находиться в постоянной модификации.

Сохранение стабильного спроса на УВ совпадает с завершением эпохи открытия «больших месторождений». В этой ситуации важно включить в планирование как приращение запасов в новых нефтегазовых провинциях, так и анализ потенциала недропользователей в сфере трудноизвлекаемых запасов на уже открытых месторождениях. Необходимо сопоставить потенциал трудноизвлекаемых запасов с новыми разработками, на основе чего могут быть приняты решения о более активной регуляторной поддержке инвестиционных планов бизнеса. Расчеты, выполненные в рамках инвентаризации запасов нефти России в 2019 г., показывают, что поддержание текущих объемов добычи до 2050 г. требует увеличения объемов проведения геолого-разведочных работ для обеспечения прироста новых рентабельных запасов в объеме не менее 4 млрд т нефти и 11 трлн м³ газа, а также создания инновационных технологий, позволяющих вовлечь в разработку 7 млрд т нефти и 5 трлн м³ трудноизвлекаемых запасов УВ-сырья. По сути, это означает, что стране остро требуется существенное расширение объемов геолого-разведочных работ, а также поиск новых решений для разработки трудноизвлекаемых запасов высоковязкой нефти, баженовских, доманиковых и хадумских отложений, тюменской свиты, ачимовской толщи, сверхнизкопроницаемых пород.

Таким образом, в совокупности новые глобальные вызовы и тренды требуют от России обновления политики в области управления ресурсами и запасами: перехода от парадигмы воспроизводства, которая, по сути, представляет собой лишь взгляд в прошлое, к реализации стратегической, прогностической и управленческой функций.

Экономический суверенитет России

Момент кризиса раскрывает подлинные стратегические проблемы: на фоне происходящего в геополитике экономика России сталкивается с новыми сложностями и обнаруживает свои «точки уязвимости». Так, стало очевидным, что страна, обладающая уникальными запасами природных ископаемых, не может полагаться на зарубежные решения в разведке, добыче или переработке ресурсов своих недр. Каждое стратегически значимое звено в цепочках связей экономических субъектов должно быть «защищено» за счет наличия собственных эффективных технологий добычи и переработки, доступных на внутреннем рынке. Стимулируя развитие технологических решений, обеспечивающих эффективный доступ к стратегическим ресурсам XXI в., например пресной воде или востребованным экономикой цветным металлам и редкоземельным

элементам, Россия в силах не только поддерживать сырьевое статус-кво, но обретать серьезные преимущества в глобальной экономике, способные работать на укрепление национального суверенитета страны.

С обострением геополитической обстановки на первый план вышел принципиально значимый вопрос ресурсного суверенитета страны. Сегодня на международном рынке аудита запасов доминирует западный бизнес, причем основную долю рынка контролируют четыре американские компании, все аудиторы которых являются гражданами США. Эти компании оказывают существенное влияние на доступ к проектному финансированию, имеют доступ к стратегически важной информации о запасах и могут оказывать значительное влияние на ликвидность ценных бумаг ключевых недропользователей, а также на представления об их надежности как поставщиков. России необходимо выработать собственную систему аудита запасов — аналитическую парадигму, в основу которой будут заложены национальные интересы. При этом она должна быть качественно аргументирована в целях эффективного взаимодействия с другими участниками международного рынка.

Стратегическое значение для страны приобретает задача объединения трех областей суверенитета: ресурсной, промышленной и технологической (рис. 6). Первая призвана укрепить независимость России в обеспечении себя стратегическими ресурсами и ископаемыми, вторая — защитить целостность ключевых для экономики производственных цепочек, третья — обеспечить страну эффективными технологиями извлечения и переработки необходимых нам ресурсов.

Управление и механизмы развития минерально-сырьевой базы России

Задачи укрепления экономического суверенитета требуют нового подхода к освоению минерально-сырьевой базы. В отношении ресурсной основы экономики необходимо иметь ответы на следующие вопросы.

1. Какие ресурсы есть у страны сегодня?
2. Что стране будет необходимо завтра?
3. Где можно эффективно извлечь то, что будет требоваться завтра, и как это сделать?

Для этого необходима работа в следующих направлениях:

- учет текущих запасов на основе национальных методик подсчета;
- прогнозирование долгосрочных технологических трендов и глобальных изменений в потреблении ресурсов;
- консолидация стратегий и инвестиционных планов российского индустриального сектора для формирования запроса на ресурсы в горизонте бизнес-планирования;

Рис. 6. Принципы экономического суверенитета России
Fig. 6. Principles of the Economic Sovereignty of the Russian Federation

ЭКОНОМИЧЕСКИЙ СУВЕРЕНИТЕТ СТРАНЫ		
РЕСУРСНЫЙ	ПРОМЫШЛЕННЫЙ	ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
Суверенный аудит запасов	Доступность необходимых ресурсов для всех системообразующих и критически значимых отраслей экономики страны	Наличие суверенных технологий разведки и эффективной добычи ключевых ресурсов
Защита информации о состоянии минерально-сырьевой базы	Добыча и транспортировка востребованных ресурсов с допустимой рентабельностью для ключевых производственных цепочек	Системная работа с создателями новых решений с целью разработки перспективных технологий добычи трудноизвлекаемых запасов
Прогнозирование потребностей экономики на базе цифровой геологической модели с использованием искусственного интеллекта		

– анализ соотнесенности текущей ресурсной базы с долгосрочным прогнозом и описанием направлений развития базы для покрытия дефицитов;

– создание единой цифровой системы описания проектов в области разведки и добычи ресурсов, которая позволяет участникам рынка комплексно планировать разработку месторождений, включая объем инвестиций, логистику, трудовые ресурсы, социальное развитие территорий и другие факторы.

Движение к решению этих задач предполагает переход от инерционной политики восполнения ресурсной базы, идущей вслед за сложившейся структурой экономики и ориентированной на нынешнюю индустриальную основу, к более активному и прогностическому подходу. Он включает в себя:

1) расширение горизонта планирования ресурсной политики с 2035 до 2050 г. и далее с учетом типа ресурсов. Включение в него принципов ресурсного, промышленного и технологического суверенитета;

2) учет при планировании взаимосвязи отраслей и долгосрочного планирования по выпуску продукции различных уровней переделов; включение в планирование новых рыночных трендов, связанных с развитием электроники, транспорта, технологий строительства, изменения потребительского запроса в других областях;

3) повышенное внимание к ресурсам, которые могут оказаться особенно востребованными в XXI в., будут определять наполняемость бюджета страны в обозримом горизонте и могут стать долгосрочным стратегическим преимуществом (например, «критическое» минеральное сырье или запасы пресной воды);

4) переход к управлению отраслью на основе данных и практическое внедрение в отрасли новых

аналитических инструментов на базе искусственного интеллекта;

5) комплексная работа по созданию суверенной системы аудита запасов и обеспечение суверенитета данных о минерально-сырьевой базе страны;

6) стимулирование разработки новых технологий разведки и эффективной добычи сложных и трудноизвлекаемых запасов.

Для эффективного решения этих задач принципиально важно внедрить в систему государственного управления передовые инструменты межотраслевых балансов: анализа и стратегического прогнозирования того, какие виды сырья будут востребованы экономикой с учетом отраслевых стыков, насколько российские запасы конкурентоспособны на мировом рынке, какие технологии способны обеспечить эффективное и экологически приемлемое извлечение данных ресурсов.

России необходимы системные механизмы анализа межотраслевых производственных цепочек как в натуральном, так и в денежном выражении. Такие механизмы позволят получить целостное видение точек уязвимости и потенциальных точек роста в межотраслевом масштабе. При отсутствии механизмов межотраслевого баланса нельзя по-настоящему ставить вопрос об обеспеченности экономики стратегическими видами сырья и, в широком контексте, о ресурсном суверенитете России.

Технологии как часть ресурсного суверенитета

Одна из фундаментальных проблем ресурсной базы России сегодня заключается в том, что оценка запасов полезных ископаемых не учитывает экономических реалий их подготовки, извлечения и переработки. У страны есть данные по геологическим и технологически извлекаемым запасам, но нет актуальных данных по объемам экономически рентабельных запасов, ни по УВ, ни по твердым полезным ископаемым, в том числе по «критическим»

металлам и минералам, являющимся основой для создания сектора возобновляемой энергетики — тех, добыча которых в настоящий момент имеет экономический смысл. Вот почему сейчас необходимо актуализировать методику геолого-экономической оценки эффективности запасов ключевых видов полезных ископаемых и выполнить работу по определению соотношения между рентабельными и нерентабельными запасами. Это позволит более экономически обоснованно взглянуть на состояние запасов различных видов полезных ископаемых и внедрить ряд перспективных технологий, которые могли бы снизить стоимость производственных затрат на многих месторождениях и хотя бы частично вовлечь в разработку ранее экономически нерентабельные запасы.

Так как сегодня будущее недропользования за новыми технологиями, которые сделают работу с трудноизвлекаемыми и нетрадиционными запасами рентабельной, стране необходимы специальные технологические полигоны, где новейшие технологии добычи можно испытать в реальных геологических условиях. В перспективе это будет способствовать внедрению их в работу и повышению маржинальности месторождений по всей стране, а в дальнейшем позволит наладить экспорт новейших российских технологий. В сфере геологоразведки и учета ресурсов в минерально-сырьевой базе важно не просто собрать в единую базу те или иные «сырые» данные, необходимо заставить их «работать», иными словами — перейти к управлению отраслью на основе данных, а также использовать технологии искусственного интеллекта.

Внедрение эффективной аналитической работы, в том числе межотраслевых балансов, возможно только на основе комплексной цифровизации имеющихся баз и последующего анализа большого объема собранных данных. Консолидация данных играет огромную роль и в технологическом перевооружении отрасли: чем больше первичной геологической информации, тем проще дальнейшая работа с запасами, тем эффективнее подбор технологий.

Таким образом, в рамках «цифровой» инициативы необходимо решение как минимум трех стратегических задач:

- консолидировать данные и сформировать единый массив всей геологической информации, поступающей из разных источников;
- перевести в цифровой формат актуальную геологическую информацию с ее верификацией первичными данными;
- распространить возможности платформы на межотраслевой уровень, позволяющий рассматри-

вать разработку новых запасов с учетом всех компонентов процесса — логистических, социальных, кадровых.

В результате страна получит постоянно действующую цифровую геолого-экономическую модель отрасли, что позволит буквально в реальном времени видеть изменения запасов и прогноз уровней добычи.

Выводы

Переход мировой энергетики на возобновляемые источники энергии, по мнению авторов статьи, может занять более широкий временной интервал, чем прогнозируется МЭА в дорожной карте.

Углеводороды сохраняют свою главную (или значительную) роль не менее чем на 40–50 лет в мировом энергетическом балансе. Учитывая широкое применение нефти и газа не только в энергетике, но и в нефтехимии и других сферах промышленности, будет стратегически правильно поддерживать развитие сырьевой базы УВ на долгосрочную перспективу. Россия имеет значительное преимущество перед другими странами благодаря низкой степени разведанности ресурсного потенциала и высоким перспективам прироста запасов как традиционных, так и нетрадиционных источников нефти и газа.

Освоение трудноизвлекаемых и нетрадиционных запасов нефти и газа будет высокорентабельным только при условии разработки, совершенствования и внедрения современных технологий добычи. Государственный заказ на научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы придал бы значительный импульс развитию отечественных продуктов и снизил бы риски, связанные с зависимостью от импортных технологий в этой области.

Новый подход к управлению фондом недр и развитию минерально-сырьевой базы, учитывающий глобальные тренды, сложности энергоперехода и другие экономические и геополитические вызовы, призван обеспечить полноценную защиту экономической (в том числе сырьевой) безопасности. Этот подход базируется на возрастании роли стратегического планирования и предполагает дальнейший рост солидарности между государством и бизнесом. Уже сейчас требуется глубокое обоснование потребности важнейших для экономики видов полезных ископаемых и столь же обоснованный прогноз возможностей наращивания их запасов не только на среднесрочную, но и на долгосрочную перспективу.

Литература

1. *The World Energy Transitions Outlook: 1.5°C Pathway* [Электронный ресурс]. IRENA, 2021. – Режим доступа: <https://www.irena.org/publications/2021/Jun/World-Energy-Transitions-Outlook> (дата обращения 15.05.2023).
2. *Net Zero by 2050. A Roadmap for the Global Energy Sector* [Электронный ресурс]. IEA, 2021. – Режим доступа: https://iea.blob.core.windows.net/assets/deebef5d-0c34-4539-9d0c-10b13d840027/NetZeroBy2050-ARoadmapfortheGlobalEnergySector_CORR.pdf (дата обращения 15.05.2023).
3. *Глобальный прогноз по возобновляемым источникам энергии. Преобразование энергетической системы к 2050 г.* [Электронный ресурс]. IRENA, 2020. – Режим доступа: https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2020/Apr/IRENA_GRO_2020_findings_RU.pdf?la=en&hash=91E451A121F27804A137191599D4845FB4764061 (дата обращения 15.05.2023).
4. *Высоцкий В.И.* Нефтегазовая промышленность Мира в 2010–2016 гг. Информационно-аналитический обзор. – М. : ОАО «ВНИИ-Зарубежгеология», 2017. – 59 с.
5. *Афанасенков А.П., Варламов А.И., Мельников П.Н., Пороскун В.И., Кривицкий А.Б., Кравченко М.Н., Иутина М.М., Помазанов В.В., Старобинец А.Е.* Ресурсный потенциал страны // ВНИГНИ – 65. Люди, результаты и перспективы. – М. : ФГБУ «ВНИГНИ», 2018. – С. 129–149.
6. *Варламов А.И., Афанасенков А.П., Виценовский М.Ю., Давыденко Б.И. и др.* Состояние и пути наращивания сырьевой базы углеводородов в Российской Федерации // ВНИГНИ – 65. Люди, результаты и перспективы. – М. : ФГБУ «ВНИГНИ», 2018. – 109–128.
7. *Стоимость производства электроэнергии из возобновляемых источников в 2020 году. Краткий обзор* [Электронный ресурс]. IRENA, 2021. – Режим доступа: https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2021/Jun/IRENA_Power_Generation_Costs_2020_Summary_RU.pdf (дата обращения 16.05.2023).
8. *Thinking global energy transitions: The what, if, how and when* [Электронный ресурс]. Wood Mackenzie, 2018. – Режим доступа: <https://www.woodmac.com/news/feature/global-energy-transition/> (дата обращения 16.05.2023).
9. *New Energy Outlook 2021* [Электронный ресурс]. BloombergNEF, 2021. Режим доступа: <https://www.nordicenergy.org/wordpress/wp-content/uploads/2021/11/2021-11-08-BNEF-Cheung-New-Energy-Outlook-v2.pdf> (дата обращения 16.05.2023).
10. *The Role of Critical Minerals in Clean Energy Transitions* [Электронный ресурс]. IEA, 2021. – Режим доступа: <https://iea.blob.core.windows.net/assets/ffd2a83b-8c30-4e9d-980a-52b6d9a86fdc/TheRoleofCriticalMineralsinCleanEnergyTransitions.pdf> (дата обращения 16.05.2023).
11. *Hydrogen Economy Outlook 2022*. BloombergNEF, 2022.
12. *Энергетическая стратегия Российской Федерации на период до 2035 года* [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://minenergo.gov.ru/node/1026?ysclid=ll24vgdmpw855408514> (дата обращения 16.05.2023).
13. *Преобразование нашего мира: Повестка дня в области устойчивого развития на период до 2030 года. Резолюция Генеральной Ассамблеи ООН* [Электронный ресурс]. – 2015. – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/420355765?ysclid=ll24w24zg4949223330> (дата обращения 16.05.2023).

References

1. *The World Energy Transitions Outlook: 1.5°C Pathway*. IRENA. 2021. Available at: <https://www.irena.org/publications/2021/Jun/World-Energy-Transitions-Outlook> (accessed 15.05.2023).
2. *Net Zero by 2050. A Roadmap for the Global Energy Sector*. IEA. 2021. Available at: https://iea.blob.core.windows.net/assets/deebef5d-0c34-4539-9d0c-10b13d840027/NetZeroBy2050-ARoadmapfortheGlobalEnergySector_CORR.pdf (accessed 15.05.2023).
3. *Global Renewables Outlook: Energy Transformation 2050*. IRENA. 2020. Available at: https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2020/Apr/IRENA_Global_Renewables_Outlook_2020.pdf (accessed 15.05.2023).
4. *Vysotskii V.I.* Neftgazovaya promyshlennost' Mira v 2010–2016 gg. Informatsionno-analiticheskii obzor [Oil and gas industry 2010–2016. Information analysis overview]. Moscow : ОАО «VNIIZarubezhgeologiya», 2017. 59 p. In Russ.
5. *Afanasenkov A.P., Varlamov A.I., Mel'nikov P.N., Poroskun V.I., Krivitskii A.B., Kravchenko M.N., Iutina M.M., Pomazanov V.V., Starobinets A.E.* Country's natural resource potential [Resursnyi potentsial strany]. In: VNIGNI-65. Lyudi, rezul'taty, i perspektivy. Moscow: VNIGNI; 2018. pp. 129–149. In Russ.
6. *Varlamov A.I., Afanasenkov A.P., Vitsenovskii M.Yu. et al.* Sostoyanie i puti narashchivaniya syr'evoi bazy uglevodorodov v Rossiiskoi Federatsii [Status and ways to build up the hydrocarbon raw materials base in the Russian Federation]. In: VNIGNI-65. Lyudi, rezul'taty, i perspektivy. Moscow: VNIGNI; 2018. pp. 109–128. In Russ.
7. *Renewable Power Generation Costs in 2020*. IRENA. 2021. Available at: https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2021/Jun/IRENA_Power_Generation_Costs_2020.pdf?rev=c9e8dfcd1b2048e2b4d30fef671a5b84 (accessed 16.05.2023).
8. *Thinking global energy transitions: The what, if, how and when*. Wood Mackenzie. 2018. Available at: <https://www.woodmac.com/news/feature/global-energy-transition/> (accessed 16.05.2023).
9. *New Energy Outlook 2021*. BloombergNEF. 2021 Available at: <https://www.nordicenergy.org/wordpress/wp-content/uploads/2021/11/2021-11-08-BNEF-Cheung-New-Energy-Outlook-v2.pdf> (accessed 16.05.2023).
10. *The Role of Critical Minerals in Clean Energy Transitions* [Электронный ресурс]. IEA, 2021. – Режим доступа: <https://iea.blob.core.windows.net/assets/ffd2a83b-8c30-4e9d-980a-52b6d9a86fdc/TheRoleofCriticalMineralsinCleanEnergyTransitions.pdf> (дата обращения 16.05.2023).
11. *Hydrogen Economy Outlook 2022*. BloombergNEF, 2022.
12. *Ehnergeticheskaya strategiya Rossiiskoi Federatsii na period do 2035 goda* [Energy Strategy of the Russian Federation for the period until 2035]. Available at: <https://minenergo.gov.ru/node/1026?ysclid=ll24vgdmpw855408514> (accessed 16.05.2023).
13. *Preobrazovanie nashego mira: Povestka dnya v oblasti ustoichivogo razvitiya na period do 2030 goda. Rezolyutsiya General'noi Assamblei OON* [Transforming our world: The 2030 Agenda for Sustainable Development. Resolution of the UN General Assembly]. 2015. Available at: <https://docs.cntd.ru/document/420355765?ysclid=ll24w24zg4949223330> (accessed 16.05.2023).

Информация об авторах

Петров Евгений Игнатьевич

Кандидат физико-математических наук,
руководитель
Федеральное агентство по недропользованию (Роснедра)
125993 Москва, ул. Большая Грузинская, д. 4/6
e-mail: petrov@rosnedra.gov.ru

Шпуров Игорь Викторович

Доктор технических наук,
генеральный директор
ФБУ «Государственная комиссия по запасам
полезных ископаемых»,
119180 Москва, ул. Большая Полянка, д. 54, стр. 1
e-mail: gkz@gkz-rf.ru

Эдельман Инна Яковлевна

Кандидат физико-математических наук,
независимый эксперт
Москва, Россия
e-mail: inna_edelman@mail.ru
ORCID ID: 0009-0007-6243-8517

Information about authors

Evgenii I. Petrov

Candidate of Physical and Mathematical Sciences,
Head of Rosnedra
Federal Agency for Mineral Resources (Rosnedra),
4/6, ul. Bolshaya Gruzinskaya, Moscow, 125993, Russia
e-mail: petrov@rosnedra.gov.ru

Igor' V. Shpurov

Doctor of Technical Sciences,
Director General
Federal Budgetary Institution
"State Commission on Mineral Reserves",
54, str.1, ul. Bolshaya Polyanka, Moscow, 119180, Russia
e-mail: gkz@gkz-rf.ru

Inna Ya. Ehdel'man

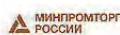
Candidate of Physical and Mathematical Sciences,
Independent expert
Moscow, Russia
e-mail: inna_edelman@mail.ru
ORCID ID: 0009-0007-6243-8517

НА ПРАВАХ РЕКЛАМЫ

Международный форум-выставка

СПГ: экономика, технологии, решения

При поддержке:



- лучшие отечественные технологии и оборудование для производства, транспортировки и использования СПГ
- эффективные управленческие и инвестиционные решения для российских поставщиков и перевозчиков СПГ
- деловая программа, выставка оборудования, 3 технических визита на действующие предприятия отрасли СПГ – все в рамках форума

Приглашены к участию

