

УДК 338.23:620.92

<http://doi.org/10.35854/1998-1627-2022-3-255-266>

## Развитие возобновляемой энергетики в мире в контексте геоэкономических интересов России

Елена Борисовна Малых

Санкт-Петербургский университет технологий управления и экономики, Санкт-Петербург, Россия,  
[bar1111111@yandex.ru](mailto:bar1111111@yandex.ru)

### Аннотация

**Цель.** Оценка влияния развития возобновляемой энергетики в мире на геоэкономические интересы России и формулирование предложений по нивелированию негативных аспектов такого влияния.

**Задачи.** Изучить материалы, относящиеся к теме исследования; проанализировать тенденции развития возобновляемых источников энергии (ВИЭ) в мире; выявить угрозы для углеводородного экспорта из России, связанные с развитием ВИЭ; показать экспортный потенциал России на рынке водорода; оценить угрозы, связанные с планами производства водорода на основе ВИЭ в долгосрочной перспективе в странах, являющихся основными потенциальными импортерами водорода из России; сформулировать предложения по уменьшению негативного влияния возможных угроз.

**Методология.** К методологии исследования относятся метод анализа первичных данных Международного агентства возобновляемой энергетики (IRENA) об уровне и темпах развития возобновляемой энергетики в странах, являющихся основными импортерами энергетического сырья из России; данные отчета RENEWABLES 2021 (REN21) глобального сообщества о возобновляемых источниках энергии, объединяющего представителей науки, правительств и промышленности; информация, размещенная на официальных сайтах Министерства финансов РФ, Министерства энергетики РФ, крупнейших сырьевых компаний России, а также содержащаяся в работах отечественных и зарубежных авторов.

**Результаты.** При существующих технологиях в перспективе 5–10 лет ВИЭ не представляют существенной угрозы для экспорта углеводородов из России. Это объясняется незначительной долей ВИЭ в производстве и потреблении энергии, непостоянством выработки энергии в зависимости от погодных условий, многократным превышением инвестиций в традиционную энергетику по сравнению с инвестициями в ВИЭ, а также наличием долгосрочных контрактов на поставку ископаемых ресурсов в Китай.

**Выводы.** В период активного внедрения водородной энергетики (предположительно до 2030 г.) спрос на углеводородное топливо будет сохраняться при наличии тенденции к его снижению. В долгосрочной перспективе развитие возобновляемой энергетики неизбежно приведет к замене российского водородного импорта «зеленым» водородом, произведенным из ВИЭ в странах-импортерах. В таком случае мировой спрос на экспорт водорода неизбежно упадет, как и спрос на услуги по улавливанию и хранению  $CO_2$ ; снизится мировая цена водорода. В этот период целесообразно специализироваться на экспорте технологий, в том числе в области водородной энергетики.

**Ключевые слова:** возобновляемые источники энергии, водород, водородная энергетика, геоэкономические интересы России

**Для цитирования:** Малых Е. Б. Развитие возобновляемой энергетики в мире в контексте геоэкономических интересов России // *Экономика и управление*. 2022. Т. 28. № 3. С. 255–266. <http://doi.org/10.35854/1998-1627-2022-3-255-266>

© Малых Е. Б., 2022

## Worldwide development of renewable energy in the context of Russia's geo-economic interests

Elena B. Malykh

St. Petersburg University of Management Technologies and Economics, St. Petersburg, Russia, bar111111@yandex.ru

### Abstract

**Aim.** The presented study aims to assess the impact of the worldwide development of renewable energy on Russia's geo-economic interests and to formulate proposals for reducing the negative aspects of such influence.

**Tasks.** The authors examine materials related to the topic of the study; analyze trends in the development of renewable energy sources (RES) worldwide; identify threats to hydrocarbon exports from Russia associated with the development of RES; show Russia's export potential in the hydrogen market; assess threats associated with plans for the production of hydrogen based on RES in the long term in countries that are major potential importers of hydrogen from Russia; formulate proposals for reducing the negative impact of possible threats.

**Methods.** The research methodology includes the method of analyzing the primary data of the International Renewable Energy Agency (IRENA) on the level and pace of development of renewable energy in countries serving as major importers of energy commodities from Russia; data from the *RENEWABLES 2021 (REN 21)* report of the global renewable energy community, which unites the representatives of science, government, and industry; information posted on the official websites of the Ministry of Finance of the Russian Federation, the Ministry of Energy of the Russian Federation, the largest Russian mineral companies, and information contained in the works of Russian and foreign authors.

**Results.** With existing technologies, renewable energy sources do not pose a significant threat to the exports of hydrocarbons from Russia for the next 5–10 years. This is due to the insignificant share of renewable energy in energy production and consumption, volatility of energy production depending on weather conditions, excess of investment in traditional energy compared to investment in renewable energy, and long-term contracts for the supply of fossil resources to China.

**Conclusion.** During the active introduction of hydrogen energy (presumably until 2030), the demand for hydrocarbon fuel will persist if there is a tendency for its decrease. In the long term, the development of renewable energy will inevitably lead to the replacement of Russian hydrogen imports with green hydrogen produced from renewable energy sources in importing countries. In this case, the global demand for hydrogen exports will inevitably fall, as will the demand for CO<sub>2</sub> capture and storage services; the global price of hydrogen will decrease. During this period, it is advisable to specialize in the export of technologies, including in the field of hydrogen energy.

**Keywords:** *renewable energy sources, hydrogen, hydrogen energy, Russia's geo-economic interests*

**For citation:** Malykh E.B. Worldwide development of renewable energy in the context of Russia's geo-economic interests. *Ekonomika i upravlenie = Economics and Management*. 2022;28(3):255-266 (In Russ.). <http://doi.org/10.35854/1998-1627-2022-3-255-266>

### Введение

В странах, являющихся основными импортерами нефтегазового сырья из России, обозначены цели по достижению углеводородной нейтральности к 2050 г. Достижение поставленных целей планируется за счет замены ископаемых источников топлива возобновляемыми источниками энергии (ВИЭ).

Несмотря на то, что доходы от экспорта полезных ископаемых в формировании бюджета РФ резко сократились в последние

годы, этот показатель по-прежнему остается на высоком уровне: в первом квартале 2021 г. он составил 30 % [1]. При этом мировой тренд развития ВИЭ неизбежно будет способствовать сокращению спроса на импорт топливно-энергетических товаров из России. Расчеты, выполненные Институтом энергетических исследований Российской академии наук (ИНЭИ РАН) совместно с Московской школой управления (МШУ) «Сколково», показывают, что даже при самых умеренных ожиданиях энергопе-

реход приведет к сокращению российского экспорта энергоресурсов на 16 % к 2040 г. и снижению среднегодовых темпов роста странового валового внутреннего продукта (ВВП) на 1,1 % в год [2].

В последние несколько лет в мировой экономике происходит переход к водородной энергетике. При энергосистеме на основе ВИЭ необходимы значительные мощности для хранения энергии в течение длительного срока, что превосходит возможности аккумуляторных батарей. Это приводит к низкой эффективности использования ВИЭ на транспорте и ограничивает их применение во многих отраслях промышленности. Водород же может храниться в баллонах и подземных соляных кавернах, транспортироваться различными способами: с использованием трубопроводов, танкеров, автомобильного транспорта. Водород можно применять в качестве восстанавливающего агента вместо угля в металлургии, с помощью водородных топливных ячеек можно получать электричество без сжигания [3]. Водород может производиться из органического топлива и ВИЭ.

Для оценки влияния ВИЭ на геоэкономические интересы России ответим на следующие вопросы:

1. Насколько значительно влияние ВИЭ на экспорт российских топливно-энергетических товаров в среднесрочной перспективе?

2. Каким образом развитие ВИЭ оказывает влияние в отношении спроса на водород, произведенный в России из ископаемого топлива, в долгосрочной перспективе?

## Обзор литературы

Темы возобновляемых источников энергии и развития водородной энергетике широко представлены в научных исследованиях. А. Г. Садунова и О. Е. Назарова проанализировали роль ВИЭ и природного газа в структуре потребления энергоресурсов. Ими показано, что многие прогнозы относительно снижения роли природного газа в мировом энергетическом балансе в настоящее время не имеют под собой значимой доказательной базы. Некоторые сценарии о перспективах быстрого развития ВИЭ чрезвычайно оптимистичны, и у них мало общего с реальной ситуацией. Сделаны выводы о том, что роль ВИЭ в мировом энергетическом балансе, безусловно, будет

постепенно повышаться, но природный газ при любом сценарии еще долго будет востребован на глобальном рынке и занимать существенную долю в структуре мирового потребления энергоресурсов [4].

В статье А. С. Харланова, А. К. Хайретдинова, А. А. Бобошко обоснован вывод о том, что для России тенденция перехода к использованию ВИЭ особенно значима, поскольку страны-импортеры ее нефти и газа одновременно являются первопроходцами в цифровой трансформации отрасли и в переходе на возобновляемые источники, что создает дополнительные экономические и внешнеполитические риски. В исследовании приведены данные о том, что около 10 % мощностей генерации обеспечивается за счет инновационных технологий [5].

Ю. И. Соколов отмечает, что ВИЭ не могут существовать без избыточных резервных мощностей на традиционных энергоносителях, способных оперативно наращивать и снижать производство электроэнергии. Отказ от углеводородов в ближайшие 30–50 лет выглядит нереалистичным, если страны хотят сохранить конкурентоспособность [6].

В статье В. В. Бессель и соавторов проанализированы современные тенденции развития мировой энергетике с применением «гибридных» технологий в системах энергообеспечения. Обоснована мысль о том, что в среднесрочной и долгосрочной перспективе мировой энергетический сектор будет развиваться с применением гибридных энергетических технологий, которые значительно повысят эффективность и надежность энергоснабжения, особенно в регионах с неразвитой энергетической инфраструктурой. В среднесрочной перспективе доля природного газа в мировом энергетическом балансе будет продолжать увеличиваться при растущем вкладе ВИЭ в энергоснабжение, которые будут развиваться в виде гибридных технологий [7].

В статье С. Ланге, Дж Поля, Т. Сантариуса содержатся аргументы относительно того, что цифровая трансформация воздействует на возобновляемую энергетику по ряду таких направлений, как прямые экономические эффекты для производства за счет снижения стоимости энергии, повышение энергоэффективности и экономия / запас энергии, увеличение производительности труда, общий рост инновационного потенциала в отрасли [8].

Т. Р. Магомедов и В. В. Морозов рассмотрели финансирование проектов по внедрению ВИЭ в Китае и Индии. В статье говорится о том, что страны Азиатско-Тихоокеанского региона оказались в сложном положении: промышленность в данном регионе использует только традиционные виды топлива. Как следствие, процесс перехода на ВИЭ для таких стран будет ознаменован ситуацией, когда нужно сохранить темпы экономического роста, занятость и уровень благосостояния граждан, но при этом осуществлять «энергетическое перевооружение» реального сектора промышленности [9].

С. Ю. Ковалев и И. Ю. Блам, рассматривая перспективы водородной энергетики в контексте энергетического перехода, полагают, что российские компании видят в прогнозируемом развитии мировой водородной энергетики прежде всего возможность производства водорода на экспорт. Аналогичную позицию занимает и Правительство России [10].

О. Б. Януш, анализируя политические дилеммы водородной энергетики, пришел к заключению о том, что в долгосрочной перспективе роль водорода в мировой энергосистеме может оказаться сопоставима с ролью, которую сегодня играют газ и уголь [1]. Д. Холкиным и И. Чаусовым проанализированы три ключевых риска или ловушки российской водородной стратегии: неготовность предпринимать практические шаги до наступления определенности на рынке, следование старым шаблонам устройства нефтегазовой отрасли при построении новой отрасли водородной энергетики, редукция амбиций и масштаба стратегического действия. Предложены способы преодоления этих рисков за счет формирования водородных кластеров как территорий опережающего развития уклада водородной энергетики и применения механизма частно-государственных проектных консорциумов [11].

Н. С. Славецкая и Т. Г. Тумарова, анализируя место России в парадигме водородной энергетики, выделяют конкурентные преимущества России при потенциальном экспорте водорода. Основными среди них являются возможность использования имеющейся газотранспортной системы для экспорта водорода, наличие достаточного энергетического потенциала для производства водорода, рост спроса на водород за рубежом [12].

Согласно прогнозам Международного энергетического агентства (МЭА), в 2021–2022 гг. на долю ВИЭ будет приходиться 90 % от общего увеличения мировых энерго мощностей. Ежегодное увеличение мощностей ветряных электростанций в мире в 2021–2022 гг. может составить 80 ГВт. Прирост мощностей солнечной энергетики частично компенсирует меньшее количество вводов ветряных мощностей. По прогнозам, ежегодный рост мощностей солнечных фотоэлектрических систем достигнет 162 ГВт в 2022 г. Ускорение роста в области гидроэнергетики обусловлено вводом в эксплуатацию проектов в Китае. При этом рост мощностей других ВИЭ, в частности биоэнергетики, останется стабильным и составит 3 % от общего количества добавленных новых возобновляемых мощностей [13].

Доля ВИЭ в мировом энергопотреблении достигла около 29 % во многом благодаря низким эксплуатационным расходам и льготному доступу к электросетям в периоды низкого спроса на электроэнергию. Стоимость производства электроэнергии из ветра и солнца в последние годы значительно снизилась. В 2020 г. глобальная средневзвешенная приведенная стоимость электроэнергии от солнечных фотоэлектрических систем (PV) уменьшилась на 85 % с 2010 г., затраты на наземную ветровую энергию упали на 56 % в указанный период [14].

Корпоративные потребители возобновляемой энергии установили рекорд в 2020 г.: показали рост спроса на 18 %. К началу 2021 г. более 300 ведущих мировых корпораций присоединились к инициативе RE100, взяв на себя обязательство использовать 100 % возобновляемой электроэнергии, по сравнению со 167 корпорациями годом ранее. В некоторых отраслях обрабатывающей промышленности, таких как целлюлозно-бумажная и пищевая, компании обеспечивают относительно большую долю своего спроса на тепло за счет ВИЭ (в основном биоэнергетики), в то время как у компаний в энергоемких отраслях (например, в сталелитейном производстве) доля использования ВИЭ незначительна [15].

Сегодня доля возобновляемых источников в конечном потреблении энергии Европейским союзом (ЕС) составляет около 20 %. Директива о ВИЭ (*Renewable Energy Directive*) предполагает, что к 2030 г. этот показатель должен быть равен 40 % [16].

## Результаты и обсуждение

Проведем анализ развития возобновляемой энергетики в странах, являющихся основными импортерами энергоресурсов из России. Главным рынком сбыта для российского газа пока остается Европа. Это не отменяет перспективность рынка стран Азиатско-Тихоокеанского региона, но пока инфраструктурные ограничения не позволяют говорить о полноценной конкуренции. По данным ПАО «Газпром», в 2021 г. поставки газа в Европу и Турцию должны быть на уровне 183 млрд куб. м, в западную и центральную Европу — около 158 млрд куб. м [17].

По словам главы «Газпрома» А. Миллера, огромным потенциалом роста спроса на газ обладает Китай. Поставки по все еще единственному российскому газопроводу в Китай «Сила Сибири» могут достигнуть 10 млрд куб. м [18]. В начале 2022 г. завершена подготовка технико-экономического обоснования (ТЭО) проекта газопровода «Союз Восток» для поставок газа из России через Монголию в Китай. Газопровод пройдет на территории Монголии и станет продолжением российского газопровода «Сила Сибири — 2», экспортная мощность которого может превысить мощность газопровода «Сила Сибири» более чем в 1,3 раза [19]. В феврале 2022 г. ПАО «Газпром» и *CNPC* заключили контракт на поставку 10 млрд куб. м газа с Дальнего Востока в Китай [20].

По данным «Газпрома», основными покупателями российского газа среди европейских стран дальнего зарубежья являются Нидерланды, Германия, Италия, Турция, Франция, Китай, Австрия, Польша, Великобритания, Венгрия [21]. В качестве наиболее крупных импортеров российской нефти выступают Китай, Нидерланды, Южная Корея, Германия, Япония, Польша, Италия, США, Турция [22]. В 2022 г. относительно нефти также заключен долгосрочный контракт. «Роснефть» договорилась о поставке 100 млн т нефти китайской *CNPC* через Казахстан в течение десяти лет. При текущих ценах сумма сделки — \$80 млрд. В итоге компания будет экспортировать в Китай около 25 % добытой нефти [23].

Китай — крупнейший импортер угля из России. Данный ресурс является основным для генерации электричества в государствах Азиатско-Тихоокеанского региона. Китайский институт планирования и проектирования электроснабжения выступил

с прогнозом о том, что доля угля в системе энергообеспечения КНР снизится до 51 % только к 2025 г. [24]. Помимо Китая, к наиболее крупным импортерам угля относятся Южная Корея, Япония, Турция, Тайвань (Китай), Украина, Польша, Нидерланды, Индия, Германия [22].

Нами проведен анализ развития энергетики из ВИЭ в странах, являющихся основными импортерами энергоресурсов из России, что находит отражение в таблице 1.

В соответствии с указанными данными можно заключить, что в большинстве рассматриваемых стран производство электроэнергии из традиционных источников опережает производство из ВИЭ. Исключение составляют Австрия и Турция (за счет развития гидроэнергетики). В Германии на производство из ВИЭ приходится больше половины генерации, что достигается за счет развития ветряной и солнечной энергетики. Темпы роста энергетики на основе возобновляемых источников превышали темпы роста традиционной энергетики в 2015–2020 гг. В традиционной энергетике, судя по анализу ситуации во многих странах, в этот период наблюдается отрицательный прирост. В их числе — Австрия, Украина, Великобритания, Нидерланды, Италия, Германия, Япония.

В настоящее время ветряная энергетика превалирует над солнечной в Великобритании, Германии, Франции, Австрии, Польше, Турции, Китае. Солнечная энергетика преобладает над другими видами ВИЭ в Нидерландах, Италии, Японии, Южной Корее, Венгрии и на Украине. В 2015–2020 гг. наибольшее развитие получила солнечная энергетика. Наибольший прирост наблюдался в Польше, Турции, Венгрии, Индии, Нидерландах, Китае, Южной Корее и на Украине. Биоэнергетика сегодня слабо развита. Лидерами являются Великобритания, Германия, Австрия. Наибольший прирост в 2015–2020 гг. произошел в Турции.

Между тем развитие возобновляемой энергетики осложняется рядом проблем. Прежде всего речь идет о нестабильности выработки электроэнергии из ВИЭ. Энергетический кризис в Европе 2021 г. продемонстрировал риски быстрого перехода к ВИЭ. В. В. Путин на Российском международном энергетическом форуме 2021 г. отметил, что отличительная черта возобновляемой энергетики — непостоянство выработки электроэнергии, в связи с чем для ее эффективного

## Развитие энергетики из ВИЭ в странах — основных импортерах энергоресурсов из России

Table 1. Development of energy from renewable energy sources in the major countries importing energy resources from Russia

Страна	Доля энергии из возобновляемых источников в общем объеме генерации, %	Доля генерации по видам ВИЭ в общей генерации из возобновляемых источников, %; изменение в 2015–2020 гг., % (2015 = 100 %)				Прирост ВИЭ в 2015–2020 гг., %	Прирост традиционной энергетики в 2015–2020 гг.
		солнечная	ветряная	гидро-	био-		
Китай	41	12 (+484)	13 (+115)	15 (+15)	1 (+134)	+28	+ 87
Германия	56	23 (+37)	27 (+39)	2 (-4)	4 (+23)	+35	-3
Нидерланды	41	24 (+569)	15 (+95)	0	2 (+6)	+208	-11
Италия	48	19 (+14)	9 (+19)	16 (+1)	3 (+6)	+10	-9
Турция	52	7 (+2 567)	9 (+96)	32 (+20)	1 (+380)	+57	+12
Франция	40	9 (+64)	13 (+69)	18 (+1)	1 (+42)	+29	-9
Великобритания	45	13 (+40)	23 (+71)	2 (+5)	7 (+51)	+54	-12
Венгрия	27	19 (+1 035)	3 (-2)	1 (+2)	5 (-8)	+161	+1
Австрия	80	8 (+137)	12 (+30)	56 (+11)	5 (-11)	+18	-15
Польша	26	8 (+3 552)	14 (+28)	2 (+1)	2 (+8)	+77	+12
Южная Корея	15	11 (+303)	1 (+93)	1 (+2)	2 (+274)	+191	+21
Япония	29	20 (+101)	1 (+56)	8 (0)	1 (-4)	+53	-3
Индия	30	9 (+601)	9 (+504)	10 (+9)	2 (+92)	+71	+19
Украина	24	13 (+771)	2 (+173)	8 (+3)	0 (+298)	+125	-13

Источник: составлено по данным Международного агентства по возобновляемым источникам энергии / *International Renewable Energy Agency (IRENA)* [25].

функционирования нужны большие резервные мощности. Обозначены риски активного перехода на ВИЭ с одновременным отказом от угля и АЭС [26].

Главный исполнительный директор «Роснефти» И. Сечин еще в 2020 г. на XIII Евразийском экономическом форуме говорил о том, что ускоренный переход к ВИЭ может привести к инвестиционному дисбалансу: недоинвестирование в поддержание добычи нефти и газа приведет к резкому росту цен на энергоносители [27]. Эксперты аналитического центра при правительстве РФ заявили о необходимости формирования технологической устойчивости ВИЭ в долгосрочном периоде. Исследование центра связано с энергетическим кризисом в ряде стран по причине резкого сокращения генерации ВИЭ из-за аномальных погодных условий. По мнению экспертов, энергетический кризис 2021 г. показал, что не все страны в краткосрочной перспективе готовы в полной мере следовать целям по сокращению потребления ископаемого топлива в ущерб текущей устойчивости энергоснабжения и стабильности цен. В связи с этим эксперты утверждают, что необходи-

мо развивать технологии накопления энергии. Создание взаимозаменяемых объектов электрогенерации позволит осуществлять энергопереход, избегая рисков, связанных со стабильностью энергоснабжения [28].

Европейская комиссия приняла решение о включении атомной энергетики и природного газа в «Зеленую таксономию ЕС» — классификацию экологически устойчивых видов деятельности для инвесторов [29]. Объем инвестиций в традиционную энергетику многократно превышает инвестиции в возобновляемую. Так, в 2020 г. в *Eni* общие инвестиции составили 5,7 млрд долл., инвестиции в ВИЭ — 0,1 млрд долл., в *Shell* общие инвестиции — 17,8 млрд долл., в ВИЭ — 0,9 млрд долл., в *Total* общие инвестиции — 15,5 млрд долл., в ВИЭ — 1,8 млрд долл. [15].

Итак, при существующих технологиях в перспективе 5–10 лет ВИЭ не представляют существенной угрозы для экспорта углеводородов из России, что объясняется незначительной долей ВИЭ в производстве и потреблении энергии, непостоянством выработки энергии в зависимости от погодных условий, многократным превышением ин-

вестиций в традиционную энергетику над инвестициями в ВИЭ, наличием долгосрочных контрактов с Китаем по поставке ископаемых ресурсов.

Мировым трендом последнего времени является переход к водородной энергетике, что представляется решением проблем мирового низкоуглеродного развития. В настоящее время происходит создание глобальной индустрии водородной энергетике, и Россия имеет уникальный шанс стать ведущим экспортером водорода на мировом рынке, воспользовавшись фундаментальными природными и технологическими преимуществами. В этой связи в долгосрочной перспективе развитие ВИЭ вызывает интерес с точки зрения замены водорода, произведенного на основе минеральных ресурсов, водородом, произведенным из ВИЭ в странах — потенциальных импортерах водорода из России.

В нашей стране задачи по развитию водородной энергетике отражены в Энергетической стратегии РФ на период до 2035 г. [30], Концепции развития водородной энергетике в РФ [31] и Плана мероприятий («дорожной карте») по развитию водородной энергетике в РФ до 2024 г. [32]. В водородной энергетике экспорт может быть представлен тремя составляющими: экспортом непосредственно водорода, предоставлением услуг по долгосрочному хранению  $CO_2$ , экспортом технологий в области водородной энергетике. К несомненным преимуществам России относятся наличие невозобновляемых ресурсов (прежде всего газа и атома) в качестве сырья для производства водорода и наличие сети газопроводов в Европу и Китай. Россия обладает геологическими хранилищами и отработанными месторождениями, где может храниться улавливаемый  $CO_2$ , в том числе образующийся в процессе риформинга метана.

В Концепции развития водородной энергетике РФ мировой спрос на водород оценивается в интервале от 40 до 170 млн тонн в год к 2050 г. в зависимости от темпов развития низкоуглеродной экономики и скорости внедрения водородных технологий [31]. Иными словами, потенциал этого рынка огромен, и у России есть шанс стать одним из крупнейших экспортеров водорода в мире. Стратегия ЕС предполагает фокусирование водородной энергетике на использовании ВИЭ. Предполагается, что к 2050 г. доля «зеленого» водорода должна составить 10 %

от всего конечного потребления. При этом стратегия допускает временное использование других форм низкоуглеродного водорода для декарбонизации существующего производства водорода из ископаемого топлива [33]. На рынок водородной энергетике вышли многие крупнейшие отечественные компании. «Роснефть» первой из российских нефтяных компаний решила развивать водородный бизнес в партнерстве с *British Petroleum (BP)*, что обеспечит выход в страны присутствия BP. Согласно прогнозам экспертов, в 2024 г. производство водорода могут начать ПАО «НК «Роснефть»», ПАО «Газпром» и государственная корпорация «Росатом» [34].

С точки зрения готовности российских технологий водородной энергетике их условно можно разделить на две основные группы. Первая группа включает в себя востребованные в долгосрочной перспективе технологии, в отношении которых наблюдается существенный отечественный технологический задел, академические знания и которые необходимо развивать в России самостоятельно. К ним относятся технологии плазмохимического разложения метана, твердооксидные электролизеры, аммиачные технологии, танкеры и емкости для хранения сжиженного водорода, топливные элементы, синтеза на основе гидрирования  $CO_2$ . В отношении них существует значительный экспортный потенциал, и Россия может стать поставщиком таких технологических решений на внешние рынки. Ко второй группе можно отнести критически востребованные в долгосрочной перспективе действующие технологии, по которым степень технологического отставания значительна. Химическая абсорбция  $CO_2$  алканаминами, щелочные и протонно-обменные электролизеры, метанольные технологии хранения водорода, его компримирования, получение горячебрикетированного железа (*DRI*) — по данным направлениям целесообразно выбрать стратегию трансфера технологических решений, по аналогии с тем, как это сделано в солнечной и ветроэнергетике [33].

В таблице 2 представлены этапы развития мировой энергетике и предпочтительная стратегия России в зависимости от степени развития ВИЭ.

На первом этапе наличие спроса на ископаемое топливо сохраняется в необходимом объеме, что объясняется недостаточной степенью развития и риском резкого перехода

## Этапы развития мировой энергетики

Table 2. Stages of global energy development

Развитие технологий водородной энергетики и ВИЭ		Мировой тренд в области энергетики	Спрос на импорт энергоресурсов из России в зависимости от развития ВИЭ	Стратегия России
	1 этап	Наличие спроса на ископаемые источники энергии; переход к водородной энергетике	Недостаточное развитие ВИЭ для покрытия существующих потребностей; спрос на импорт ископаемых энергоресурсов из России	Экспорт ископаемого топлива; развитие инфраструктуры водородной энергетики, ориентированной на экспорт
	2 этап	Спрос на водород, произведенный из ископаемого топлива	Потребность в водороде превышает возможность его производства из ВИЭ; спрос на импорт водорода из России	Экспорт водорода
	3 этап	Производство водорода из ВИЭ в странах — основных импортерах водорода из России	Отсутствие спроса на импорт водорода	Специализация на экспорте технологий

на ВИЭ с отказом от традиционных ресурсов. Эффективная стратегия для России на этом этапе — экспорт традиционных энергоносителей и активное создание инфраструктуры водородной энергетики с развитием экспортных кластеров. Развитие экспортной составляющей водородной энергетики предполагает внедрение системы государственной поддержки, прежде всего в форме долгосрочного гарантирования инвестиций, разработку и внедрение технологий водородной энергетики, запуск пилотных проектов по производству водорода, улавливанию и хранению  $CO_2$ , реконструкцию сети трубопроводов к основным потенциальным импортерам водорода — Европе и Китаю.

Развитие технологий приведет к снижению себестоимости производства, транспортировки и применения водорода. Достижение паритета между водородом и ископаемым топливом спровоцирует массовый спрос на водород, что приведет к необходимости его импорта. Предпочтительной стратегией России на данном этапе является специализация на экспорте водорода, произведенного из ископаемого топлива, прежде всего из газа. Наличие конкурентного преимущества — сети трубопроводов в Европу и Китай — будет нивелироваться по мере развития технологий транспортировки. Удешевление транспортировки морским транспортом повлечет за собой ужесточение конкуренции на рынках Европы и Китая. Выход видится в снижении стоимости транспортировки для выхода на новые рынки.

На третьем этапе развитие технологий в области возобновляемой энергетики неизбежно приведет к обеспеченности водородом, произведенным из ВИЭ в странах — основных импортерах водорода из России. На данном этапе цена на водород на мировом рынке будет минимальной. Глобальной экспортной стратегией России на этом этапе может служить экспорт высоких технологий.

Углубленный анализ политических рисков не является нашей задачей в контексте настоящей статьи. Однако становится очевидным, что, например, решение о запуске газопровода «Северный поток-2» определяется политическим ландшафтом. При этом Европа рассматривается как потенциально крупнейший импортер водорода из России. Необходимо учитывать и политические риски относительно импорта той части технологий, которую закупают в других странах.

### Заключение

Таким образом, при существующих технологиях в перспективе 5–10 лет ВИЭ не представляют существенной угрозы для экспорта углеводородов из России, что объясняется незначительной долей ВИЭ в производстве и потреблении энергии, непостоянством выработки энергии в зависимости от погодных условий, многократным превышением инвестиций в традиционную энергетику по сравнению с инвестициями в ВИЭ, а также наличием долгосрочных контрактов

на поставку ископаемых ресурсов в Китай. В период активного внедрения водородной энергетики до 2030 г. спрос на углеводородное топливо будет сохраняться при наличии тенденции к его снижению.

В долгосрочной перспективе развитие возобновляемой энергетики неизбежно приведет к замене российского водородного импорта «зеленым» водородом, произведенным из ВИЭ в станах-импортерах. В таком случае мировой спрос на экспорт

водорода неизбежно упадет, как и спрос на услуги по улавливанию и хранению  $CO_2$ ; снизится мировая цена водорода. В этот период целесообразно специализироваться на экспорте технологий, в том числе в области водородной энергетики. Развитие высоких технологий и искусственного интеллекта может привести к прорывным решениям в сфере энергетики, что может стать причиной изменения структуры мирового энергобаланса.

### Список источников

1. Януш О. Б. Политические дилеммы водородной энергетики // Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики. 2021. Т. 23. № 2. С. 173–180.
2. Митрова Т. Четвертый энергопереход: риски и вызовы для России // Ведомости. 2021. 31 января. URL: <https://www.vedomosti.ru/opinion/articles/2021/01/31/856101-chetvertii-energoreregohod> (дата обращения: 11.02.2022).
3. Вакуленко С. Новая энергия: почему водород перспективнее солнечных батарей и ветряков // РБК. 2021. 29 октября. URL: <https://www.rbc.ru/opinions/business/29/10/2021/617a7ed49a794774d4cd34a6> (дата обращения: 11.02.2022).
4. Садунова А. Г., Назарова О. Е. Роль возобновляемых источников энергии и природного газа в структуре потребления энергоресурсов // Инновации и инвестиции. 2021. № 11. С. 215–220.
5. Харланов А. С., Хайретдинов А. К., Бобошко А. А. Создание нового цивилизационного уклада планеты Земля: переход к «зеленой экономике». Особенности и риски // Инновации и инвестиции. 2021. № 10. С. 18–23.
6. Соколов Ю. И. Проблемы и риски возобновляемых источников энергии // Проблемы анализа риска. 2021. Т. 18. № 4. С. 28–47. DOI: 10.32686/1812-5220-2021-18-4-28-47
7. Бессель В. В., Кучеров В. Г., Лопатин А. С., Мартынов В. Г., Мингалева Р. Д. Современные тенденции развития мировой энергетики с применением «гибридных» технологий в системах энергообеспечения // Нефтяное хозяйство. 2020. № 3. С. 31–35. DOI: 10.24887/0028-2448-2020-3-31-35
8. Lange S., Pohl J., Santarius T. Digitalization and energy consumption. Does ICT reduce energy demand? // Ecological Economics. 2020. Vol. 176. P. 106760. DOI: 10.1016/j.ecolecon.2020.106760
9. Магомедов Т. Р., Морозов В. В. Финансирование проектов по внедрению возобновляемых источников энергии в Китае и Индии // Азиатско-Тихоокеанский регион: экономика, политика, право. 2021. Т. 23. № 3. С. 50–62. DOI: 10.24866/1813-3274/2021-3/50-62
10. Ковалев С. Ю., Блам И. Ю. Перспективы водородной энергетики в контексте энергетического перехода // ЭКО. 2021. № 7 (565). С. 56–72. DOI: 10.30680/ECO0131-7652-2021-7-56-72
11. Холкин Д., Чаусов И. Три ловушки российской водородной стратегии // Энергетическая политика. 2021. № 3 (157). С. 44–57. DOI: 10.46920/2409-5516\_2021\_3157\_44
12. Славецкая Н. С., Тумарова Т. Г. Место России в парадигме водородной энергетики // Известия Санкт-Петербургского государственного экономического университета. 2021. № 6 (132). С. 19–22.
13. МЭА прогнозирует активный прирост мощностей в «зеленой» энергетике // ПРАЙМ: агентство экономической информации. 2021. 11 мая. URL: <https://1prime.ru/alternative/20210511/833634047.html> (дата обращения: 11.02.2022).
14. Global Electricity Review 2021 // Ember. 2021. March 29. URL: <https://ember-climate.org/project/global-electricity-review-2021> (дата обращения: 11.02.2022).
15. Renewables 2021. Global Status Report. Paris: Ren21, 2021. 371 p. URL: [https://www.ren21.net/wp-content/uploads/2019/05/GSR2021\\_Full\\_Report.pdf](https://www.ren21.net/wp-content/uploads/2019/05/GSR2021_Full_Report.pdf) (дата обращения: 11.02.2022).
16. Виноградов И. Европа заменяет уголь и газ солнцем и ветром // Ведомости. 2020. 22 июля. URL: <https://www.vedomosti.ru/business/articles/2020/07/22/835175-evropa-zamenyaet> (дата обращения: 11.02.2022).
17. Котченко К. Газпром оставил прогноз экспорта газа в Европу в 2021 году неизменным // РБК. 2021. 25 октября. URL: [https://quote.rbc.ru/news/short\\_article/6176c8089a7947c64691d7fe](https://quote.rbc.ru/news/short_article/6176c8089a7947c64691d7fe) (дата обращения: 11.02.2022).

18. Миллер считает, что Китай обладает «ошеломляющим» потенциалом роста спроса на газ // ТАСС. 2021. 17 сентября. URL: <https://tass.ru/ekonomika/12433521> (дата обращения: 11.02.2022).
19. Газпром завершил подготовку обоснования проекта газопровода «Союз Восток» // РИА Новости. 2022. 25 января. URL: <https://ria.ru/20220125/gazoprovod-1769428155.html> (дата обращения: 11.02.2022).
20. Новый контракт «Газпрома» с КНР не отнимет объемы у Европы. Обобщение // Интерфакс. 2022. 2 февраля. URL: <https://www.interfax.ru/business/820361> (дата обращения: 11.02.2022).
21. Статистика поставок // ООО «Газпром экспорт». URL: <https://gazpromexport.ru/statistics/> (дата обращения: 11.02.2022).
22. Официальная статистика // Федеральная служба государственной статистики Росстат: офиц. сайт. URL: <https://rosstat.gov.ru/folder/10705> (дата обращения: 11.02.2022).
23. Дзядко Т. Роснефть подписала соглашение о поставке 100 млн т нефти в Китай. В текущих ценах контракт оценивается в \$80 млрд за десять лет // РБК. 2022. 4 февраля. URL: <https://www.rbc.ru/business/04/02/2022/61fcef19a794751630b4630> (дата обращения: 15.01.2022).
24. Доля угля в энергообеспечении КНР упадет до 51 % к 2025 году // РИА Новости. 2021. 21 июля. URL: <https://ria.ru/20210721/ugol-1742176416.html> (дата обращения: 11.02.2022).
25. Statistical Profiles // International Renewable Energy Agency (IRENA). URL: <https://www.irena.org/Statistics/Statistical-Profiles> (дата обращения: 11.02.2022).
26. Стенограмма заседания Международного форума «Российская энергетическая неделя» // Президент России. 2021. 13 октября. URL: <http://prezident.org/tekst/stenogramma-zasedaniya-mezhdunarodnogo-foruma-rossiiskaja-energeticheskaja-nedelja-13-10-2021.html> (дата обращения: 11.02.2022).
27. Волобуев А., Катков М. Как и почему энергокризис терзает ЕС и остальной мир // Ведомости. 2021. 28 декабря. URL: <https://www.vedomosti.ru/finance/articles/2021/12/28/902896-energokrizis-terzaet-es> (дата обращения: 11.02.2022).
28. Свинцова Е. Эксперты заявили, что энергетический переход требует компромиссов // Neftegaz.ru. 2022. 3 февраля. URL: <https://neftegaz.ru/news/Alternative-energy/723771-eksperty-zayavili-chto-energeticheskiy-perekhod-trebuuet-kompromissov/> (дата обращения: 11.02.2022).
29. ЕК отнесла газ и атомную энергию к «зеленым» направлениям для инвестиций // Интерфакс. 2022. 2 февраля. URL: <https://www.interfax.ru/world/819846> (дата обращения: 11.02.2022).
30. Энергетическая стратегия Российской Федерации на период до 2035 года // Министерство энергетики РФ: офиц. сайт. URL: <https://minenergo.gov.ru/node/1026> (дата обращения: 11.02.2022).
31. Концепция развития водородной энергетики в Российской Федерации: утв. распоряжением Правительства РФ от 5 августа 2021 г. № 262-р // Правительство России: офиц. сайт. URL: <http://static.government.ru/media/files/5JFns1CDAKqYKzZ0mnRADAw2NqcVsex1.pdf> (дата обращения: 11.02.2022).
32. План мероприятий («дорожная карта») по развитию водородной энергетики в Российской Федерации до 2024 года: утв. распоряжением Правительства РФ от 12 октября 2020 г. № 2634-р // Российское энергетическое агентство Министерства энергетики РФ. URL: [https://rosenergo.gov.ru/cur\\_news/2021-08-09/592/](https://rosenergo.gov.ru/cur_news/2021-08-09/592/) (дата обращения: 11.02.2022).
33. Каланов А. Водородное будущее. Возможности для России стать лидером новой международной отрасли // Forbes Council. 2021. 22 декабря. URL: <https://blogs.forbes.ru/2021/12/22/vodorodnoe-budushhee-vozmozhnosti-dlja-rossii-stat-liderom-novoj-mezhdunarodnoj-otrasli/> (дата обращения: 11.02.2022).
34. Подлинова А. Роснефть совместно с ВР займется водородным бизнесом // Ведомости. 2021. 4 февраля. URL: <https://www.vedomosti.ru/business/articles/2021/02/04/856719-rosneft-sovmestno-s-bp-zaimetsya-vodorodnim-biznesom> (дата обращения: 11.02.2022).

## References

1. Yanush O.B. Political dilemmas of hydrogen energy. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedenii. Problemy energetiki = Power Engineering: Research, Equipment, Technology*. 2021; 23(2):173-180. (In Russ.).
2. Mitrova T. The fourth energy transition: Risks and challenges for Russia. *Vedomosti*. Jan, 31, 2021. URL: <https://www.vedomosti.ru/opinion/articles/2021/01/31/856101-chetvertii-energoperehod> (accessed on 11.02.2022). (In Russ.).
3. Vakulenko S. New energy: Why hydrogen is more promising than solar panels and windmills. *RBC*. Oct. 29, 2021. URL: <https://www.rbc.ru/opinions/business/29/10/2021/617a7ed49a794774d4cd34a6> (accessed on 11.02.2022). (In Russ.).

4. Sadunova A.G., Nazarova O.E. The role of renewable energy sources and natural gas in the structure of energy consumption. *Innovatsii i investitsii = Innovation & Investment*. 2021;(11):215-220. (In Russ.).
5. Harlanov A.S., Hayretdinov A.K., Boboshko A.A. Creation of a new civilizational order of planet Earth: The transition to a “green economy”. Features and risks. *Innovatsii i investitsii = Innovation & Investment*. 2021;(10):18-23. (In Russ.).
6. Sokolov Yu.I. Problems and risks of renewable energy sources. *Problemy analiza riska = Issues of Risk Analysis*. 2021;18(4):28-47. (In Russ.). DOI: 10.32686/1812-5220-2021-18-4-28-47
7. Bessel V.V., Kucherov V.G., Lopatin A.S., Martynov V.G., Mingaleeva R.D. Current trends in global energy sector development with the use of hybrid technologies in energy supply systems. *Neftyanoe khozyaistvo = Oil Industry*. 2020;(3):31-35. (In Russ.). DOI: 10.24887/0028-2448-2020-3-31-35
8. Lange S., Pohl J., Santarius T. Digitalization and energy consumption. Does ICT reduce energy demand? *Ecological Economics*. 2020;176:106760. DOI: 10.1016/j.ecolecon.2020.106760
9. Magomedov T.R., Morozov V.V. Financing renewable energy projects in China and India. *Aziatsko-Tikhookeanskii region: ekonomika, politika, pravo = Pacific Rim: Economics, Politics, Law*. 2021;23(3):50-62. (In Russ.). DOI: 10.24866/1813-3274/2021-3/50-62
10. Kovalev S.Yu., Blam I.Yu. Prospects for the use of hydrogen in the energy transition context. *EKO: userossiiskii ekonomicheskii zhurnal = ECO Journal*. 2021;(7):56-72. (In Russ.). DOI: 10.30680/ECO0131-7652-2021-7-56-72
11. Kholkin D., Chausov I. Three pitfalls of the Russian hydrogen strategy. *Energeticheskaya politika = The Energy Policy*. 2021;(3):44-57. (In Russ.). DOI: 10.46920/2409-5516\_2021\_3157\_44
12. Slavetskaya N.S., Tumarova T.G. Russia’s place in the paradigm of hydrogen energy. *Izvestiya Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo ekonomicheskogo universiteta*. 2021;(6):19-22. (In Russ.).
13. IEA predicts active growth in green energy capacity. PRAIM: Economic Information Agency. May 11, 2021. URL: <https://1prime.ru/alternative/20210511/833634047.html> (accessed on 11.02.2022). (In Russ.).
14. Global electricity review 2021. Ember. Mar. 29, 2021. URL: <https://ember-climate.org/insights/research/global-electricity-review-2021/> (accessed on 11.02.2022).
15. Renewables 2021: Global status report. Paris: Ren21; 2021. 371 p. URL: [https://www.ren21.net/wp-content/uploads/2019/05/GSR2021\\_Full\\_Report.pdf](https://www.ren21.net/wp-content/uploads/2019/05/GSR2021_Full_Report.pdf) (accessed on 11.02.2022).
16. Vinogradov I. Europe replaces coal and gas with sun and wind. *Vedomosti*. July 22, 2020. URL: <https://www.vedomosti.ru/business/articles/2020/07/22/835175-evropa-zamenaet> (accessed on 11.02.2022). (In Russ.).
17. Kotchenko K. Gazprom left the forecast of gas exports to Europe in 2021 unchanged. *RBC*. Oct. 25, 2021. URL: [https://quote.rbc.ru/news/short\\_article/6176c8089a7947c64691d7fe](https://quote.rbc.ru/news/short_article/6176c8089a7947c64691d7fe) (accessed on 11.02.2022). (In Russ.).
18. Miller says China has ‘staggering’ gas demand growth potential. *TASS*. Sept. 17, 2021. URL: <https://tass.ru/ekonomika/12433521> (accessed on 11.02.2022). (In Russ.).
19. Gazprom completed the preparation of the feasibility study for the Soyuz Vostok gas pipeline project. *RIA Novosti*. Jan. 25, 2022. URL: <https://ria.ru/20220125/gazprovod-1769428155.html> (accessed on 11.02.2022). (In Russ.).
20. The new contract between Gazprom and China will not take volumes away from Europe. *Generalization*. *Interfax*. Feb. 02, 2022. URL: <https://www.interfax.ru/business/820361> (accessed on 11.02.2022). (In Russ.).
21. Delivery statistics. *OOO Gazprom export*. URL: <https://gazpromexport.ru/statistics/> (accessed on 11.02.2022). (In Russ.).
22. Official statistics. Official website of the Federal State Statistics Service. URL: <https://rosstat.gov.ru/folder/10705> (accessed on 11.02.2022). (In Russ.).
23. Dzyadko T. Rosneft signed an agreement to supply 100 million tons of oil to China. At current prices, the contract is valued at \$80 billion over ten years. *RBC*. Feb. 04, 2022. URL: <https://www.rbc.ru/business/04/02/2022/61fcef19a794751630b4630> (accessed on 15.01.2022). (In Russ.).
24. The share of coal in China’s energy supply will fall to 51% by 2025. *RIA Novosti*. July 21, 2021. URL: <https://ria.ru/20210721/ugol-1742176416.html> (accessed on 11.02.2022). (In Russ.).
25. Statistical profiles. International Renewable Energy Agency (IRENA). URL: <https://www.irena.org/Statistics/Statistical-Profiles> (accessed on 11.02.2022).
26. Transcript of the meeting of the Russian Energy Week International Forum. Official website of the President of Russia. Oct. 13, 2021. URL: <http://prezident.org/tekst/stenogramma-zasedaniya-mezhdunarodnogo-foruma-rossiiskaja-energeticheskaja-nedelja-13-10-2021.html> (accessed on 11.02.2022). (In Russ.).

27. Volobuev A., Katkov M. How and why the energy crisis is ravaging the EU and the rest of the world. *Vedomosti*. Dec. 28, 2021. URL: <https://www.vedomosti.ru/finance/articles/2021/12/28/902896-energokrizis-terzaet-es> (accessed on 11.02.2022). (In Russ.).
28. Svintsova E. Energy transition requires trade-offs, experts say. *Neftegaz.ru*. Feb. 03, 2022. URL: <https://neftegaz.ru/news/Alternative-energy/723771-eksperty-zayavili-chto-energeticheskiy-perekhod-trebuetsya-kompromissov/> (accessed on 11.02.2022). (In Russ.).
29. EC classifies gas and nuclear energy as “green” areas for investment. *Interfax*. Feb. 02, 2022. URL: <https://www.interfax.ru/world/819846> (accessed on 11.02.2022). (In Russ.).
30. Energy strategy of the Russian Federation for the period up to 2035. Official website of the Ministry of Energy of the Russian Federation. URL: <https://minenergo.gov.ru/node/1026> (accessed on 11.02.2022). (In Russ.).
31. The concept of the development of hydrogen energy in the Russian Federation. Approved by the order of the Government of the Russian Federation of August 5, 2021 No. 262-r. Official website of the Government of Russia. URL: <http://static.government.ru/media/files/5JFns1CDAKqYKzZ0mnRADAw2NqcVsexl.pdf> (accessed on 11.02.2022). (In Russ.).
32. Action plan (“road map”) for the development of hydrogen energy in the Russian Federation until 2024. Approved by order of the Government of the Russian Federation of October 12, 2020 No. 2634-r. Russian Energy Agency of the Ministry of Energy of the Russian Federation. URL: [https://rosenergo.gov.ru/cur\\_news/2021-08-09/592/](https://rosenergo.gov.ru/cur_news/2021-08-09/592/) (accessed on 11.02.2022). (In Russ.).
33. Kalanov A. Hydrogen future. Opportunities for Russia to become the leader of a new international industry. *Forbes Council*. Dec. 22, 2021. URL: <https://blogs.forbes.ru/2021/12/22/vodorodnoe-budushhee-vozmozhnosti-dlja-rossii-stat-liderom-novoj-mezhdunarodnoj-otrasli/> (accessed on 11.02.2022). (In Russ.).
34. Podlinova A. Rosneft and BP to launch hydrogen business. *Vedomosti*. Feb. 04, 2021. URL: <https://www.vedomosti.ru/business/articles/2021/02/04/856719-rosneft-sovmestno-s-bp-zaimetsya-vodorodnim-biznesom> (accessed on 11.02.2022). (In Russ.).

### Сведения об авторе

#### Елена Борисовна Малых

кандидат экономических наук, доцент  
кафедры экономики и управления  
социально-экономическими системами

Санкт-Петербургский университет технологий  
управления и экономики

190103, Санкт-Петербург, Лермонтовский пр.,  
д. 44а

Поступила в редакцию 17.02.2022  
Прошла рецензирование 18.03.2022  
Подписана в печать 28.03.2022

### Information about Author

#### Elena B. Malykh

PhD in Economics, Associate Professor  
of the Department of Economics and Management  
of Socio-Economic Systems

St. Petersburg University of Management  
Technologies and Economics

44A Lermontovskiy Ave., St. Petersburg 190103,  
Russia

Received 17.02.2022  
Revised 18.03.2022  
Accepted 28.03.2022

**Конфликт интересов:** автор декларирует отсутствие конфликта интересов,  
связанных с публикацией данной статьи.

**Conflict of interest:** the author declares no conflict of interest related to the publication  
of this article.