

Теоретическая и прикладная экономика

Правильная ссылка на статью:

Гадиров А.А. — Низкоуглеродная энергетика полного жизненного цикла // Теоретическая и прикладная экономика. – 2023. – № 3. DOI: 10.25136/2409-8647.2023.3.43758 EDN: WYQFPN URL: https://nbpublish.com/library_read_article.php?id=43758

Низкоуглеродная энергетика полного жизненного цикла

Гадиров Аамал Аплахверан Оглы

магистр, факультет международных отношений, Московского государственного института
международных отношений МИД России

119454, Россия, г. Москва, ул. Вернадского, 76

✉ a-gadirow@bk.ru



[Статья из рубрики "Экономическая теория и история экономической мысли"](#)

DOI:

10.25136/2409-8647.2023.3.43758

EDN:

WYQFPN

Дата направления статьи в редакцию:

10-08-2023

Дата публикации:

04-09-2023

Аннотация: На современном этапе развития энергетики представляется, что в ближайшие годы именно углеводородная энергетика будет составлять основу мирового рынка энергоносителей. Однако происходит ряд изменений глобального характера, которые неизбежно влияют на энергетическую отрасль, среди них выделены: изменение технологических цепочек энергокомплекса, сохранение проблем традиционной энергетики, увеличение спроса на энергоносители, высокое влияние выбросов от использования углеводородов на климат и многие другие. В этой связи все большее значение приобретают решения, связанные с низкоуглеродной энергетикой, в частности, с солнечной, ветряной, гидроэнергетикой и другими видами использования возобновимой энергии. Особое место в проведенном исследовании в этом сегменте занимает низкоуглеродная энергетика полного цикла, которая исследуется в статье. В частности, в России низкоуглеродная энергетика полного цикла представляется очень важной частью развития энергетической отрасли, так как позволяет значительно снижать издержки и негативные внешние эффекты для экологии. Особым вкладом автора в исследование в этой связи является анализ текущей ситуации в сфере

низкоуглеродной энергетики в РФ, ее регулирования, а также перспектив развития с учетом особой роли РФ как одного из ключевых экспортеров традиционных углеводородов.

Ключевые слова:

зеленая энергетика, декарбонизация, низкоуглеродная энергетика, энергетика России, международная энергетика, энергетическая безопасность, энергетический цикл, международные отношения, многосторонняя дипломатия, экология

Введение

По мере того, как повышается средний уровень жизни населения планеты, увеличивается само население планеты, повышаются и и потребительский спрос населения планеты. Следовательно, наращиваются производственные мощности, направленные на его удовлетворение. Всё вышеперечисленное способствует росту мирового потреблению электроэнергии. И несмотря на то, что основным источником энергии остаются традиционные источники, мировое сообщество озабочено поиском более эффективных (альтернативных) источников энергии.

Так в мировой экономике, обозначены основные проблемы: истощение запасов природных ресурсов и неравномерное распределение природных ресурсов. Они диктуют потребность поиска новых и развития уже имеющихся альтернативных источников энергии. В этом вопросе особо важным и актуальным становится использование всего потенциала низкоуглеродной энергетики полного цикла как следующего шага технологической цепочки энергетической отрасли.

В рамках этого исследования ставится цель: на основе анализа конъюнктуры и текущих трендов энергетической отрасли доказать значимость низкоуглеродной энергетики полного цикла и ее развития для России. Для достижения поставленной цели выполнен ряд задач:

- 1) Выявлены основные тренды развития энергетической отрасли с учетом энергетического перехода [\[13\]](#);
- 2) Проанализированы возможности Российской Федерации в вопросе наращивания производства низкоуглеродной энергии на мощностях полного цикла.

К основным результатам исследования относится доказательство перспективности этого технологического решения для российской экономики с учетом ее роли как основного и надежного поставщика энергии в Азию.

Методология

В исследовании для начала определимся с терминологией. Низкоуглеродная энергетика полного цикла – это энергетика, которая в процессе всей технологической цепочки производства и передачи электроэнергии стремится снизить выброс углеводородов. В настоящее время большинство стран проводят политику декарбонизации экономики, т.е. уход от производства и потребления электроэнергии, произведённой с помощью углеводородов. Так, например, европейские страны практически полностью отказались от производства угля и закрыли на своей территории угольные шахты.

Исходя из определения, к технологиям энергопроизводства с высоким выбросом CO₂ относятся (невозобновляемые источники энергии):

1. Угольная отрасль
2. Газовая отрасль
3. Нефтяная отрасль

К технологиям энергопроизводства с низким выбросом CO₂ относятся (возобновляемая энергетика):

1. Солнечные электростанции (СЭС)
2. Ветровые электростанции (ВЭС)
3. Гидроэлектростанции (ГЭС, ГРЭС)
4. Биотопливо
5. Гибридные системы

Результаты исследования

Несмотря на выделенные выше тенденции, наличие запаса углеводородных ресурсов остается значимым фактором для экономики каждой страны. Наличие запаса природных ресурсов и высокий уровень развития добывающей и перерабатывающей промышленности обеспечивает конкурентоспособность страны и её политико-экономический потенциал.

Рисунок 1. Доказанные нефтегазовые резервы, тонн



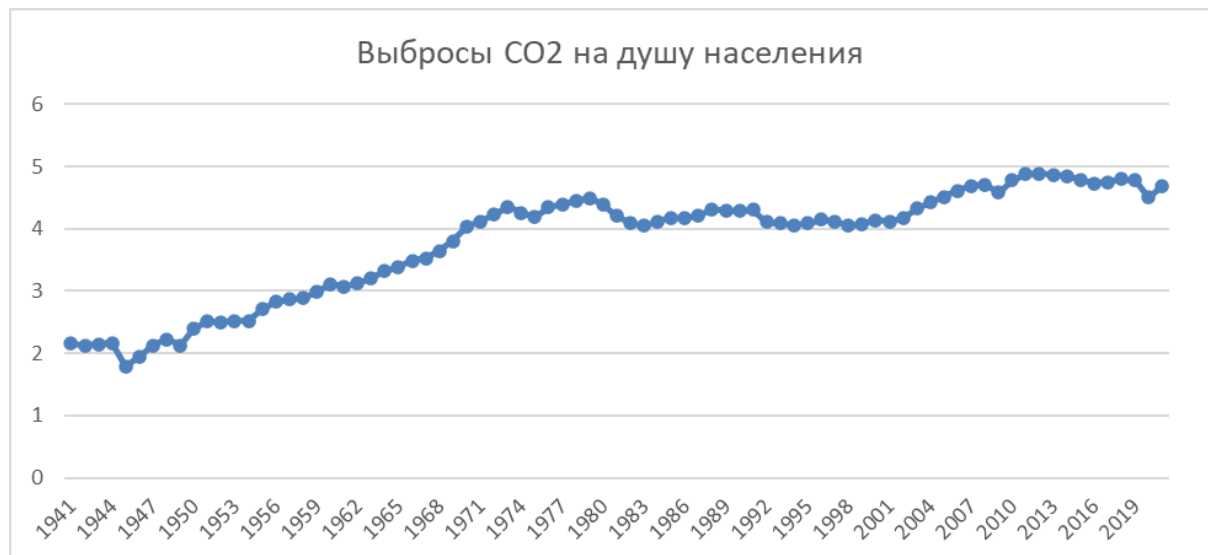
Рисунок 1 демонстрирует рост доказанных запасов нефти и газа, однако в последнее десятилетие этот рост замедляется. По оценкам многочисленных экспертов запасов углеводородных ресурсов планеты достаточно много и его можно использовать еще несколько десятилетий [\[1\]](#). Однако, легкодоступные (и по географическому расположению, и по геологическому залеганию) месторождения, которые уже находятся в разработке, с течением времени будут истощены. А разработка новых, оставшихся не освоенными, месторождений считается значительно затруднительной с технической и, следовательно, с экономической точек зрения, т.к. новые не освоенные месторождения, как правило, сложны в разработке [\[14\]](#), что в свою очередь требует больших финансовых вложений, а именно геологоразведочные работы, технические расчеты, подвод коммуникаций, закупка и доставка дорогостоящего оборудования, освоение месторождения, прокладка трубопровода или железнодорожного полотна и

коммуникаций, транспортировка топлива до потребителя.

Кроме того, залежи нефти, газа и угля географически распределены не равномерно и значит, многие страны не владеют их запасами, и полностью в энергетическом плане зависят от тех стран, у которых запасы энергоресурсов достаточны.

Производным от повышения спроса и потребления углеводородов является такая проблема как выбросы углекислого газа и вредных веществ, вызывающих парниковых эффект и ряд нижеописанных проблем экологического характера.

Рисунок 2. Выбросы углекислого газа на душу населения в тоннах



Как показывает сравнение рисунков 1 и 2, увеличение выбросов в атмосферу CO_2 прямо пропорционально зависит от роста энергопотребления. Так до 2020 года в связи с отсутствием экономического роста наблюдался спад энергопотребления и, следовательно, упали выбросы CO_2 , связанные с энергетической промышленностью. А уже начиная с 2022 года, когда стал наблюдаться экономический рост, увеличился рост потребления энергоресурсов и, как следствие увеличились выбросы CO_2 .

В 2022 году по количеству выброса CO_2 лидерами являются Китай, Соединенные Штаты, Индия, Россия, Япония, Германия, Саудовская Аравия, Южная Корея, Иран.

По сообщениям всемирного фонда дикой природы увеличиваются риски утраты различных экологических систем и различных представителей животного мира. Эту угрозу мировой экосистеме по мнению учёных и экологов из фонда дикой природы несут выбросы CO_2 и главным образом по мнению фонда дикой природы эти выбросы от сжигания ископаемого топлива [\[3\]](#).

По данным статистического ежегодника мировой энергетики за 2022 год увеличение выбросов в атмосферу CO_2 прямо пропорционально зависит от роста энергопотребления. Так до 2022 года в связи с отсутствием экономического роста наблюдался спад энергопотребления и, следовательно, упали выбросы CO_2 , связанные с энергетической промышленностью. А уже начиная с 2023 года, когда стал наблюдаться экономический рост, увеличился рост потребления энергоресурсов и, как следствие увеличились выбросы CO_2 .

Основным источником сжигания CO_2 в 2022 году являлся уголь, на втором месте –

нефть, на третьем - природный газ [\[4\]](#).

Высокая динамика потребления энергии означает, что постоянное увеличение потребления общего количества энергии населением планеты неизбежно ведёт к истощению природных не возобновляемых ресурсов планеты. Так по данным статистического ежегодника мировой энергетики из-за повышения мирового спроса на энергоносители потребление энергии в 2022 году увеличилось на 5 % [\[2\]](#).

Рост энергопотребления связан и с увеличением численности населения азиатских стран, что обостряет задачу обеспечения надежного энергоснабжения и равного доступа к энергоносителям потребителей, особенно если учитывать проблему бедности и невозможности для беднейших слоев населения получать энергоресурсы по растущим ценам.

Развитие энергетических технологий в значительной мере определяет темпы экономического роста и его отраслевую структуру в долгосрочном периоде, оказывая влияние на величину абсолютных и относительных издержек производства в стране, а также на границу производственных возможностей национальной экономики. В то же время экономический рост является важным фактором динамики спроса на энергоносители.

С уверенностью можно сказать, что кризис 2020 года приведёт не только к мировому уменьшению цен на энергоносители, но и к снижению потребления энергии в следствии снижения производственных мощностей всех стран мира.

С учетом вышесказанного, необходимо отметить, что климатические риски во многом сказываются не только на общественном развитии и жизни человечества, но и на отраслях самих по себе. Выделим такие риски для каждой отрасли в таблице 1.

Таблица 1. Риски климатических изменений для энергетики

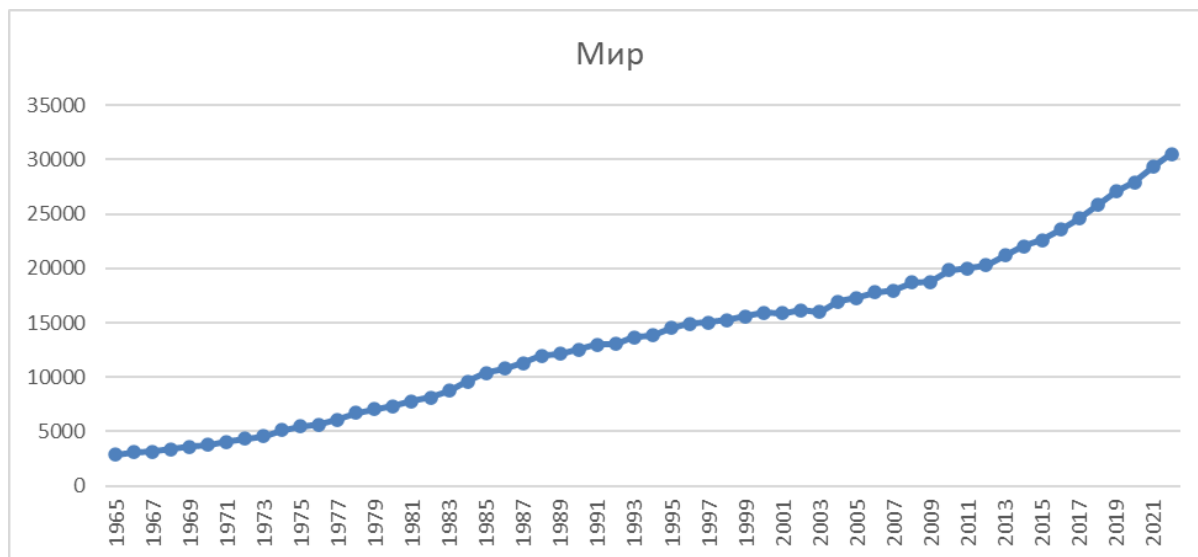
Отрасль	Климатические риски
Добыча нефти и газа	<p>1) сильные изменения климата и сопутствующие ему неблагоприятные погодные явления (ливни, метели, обильные снегопады, гололедицы, туман) способствуют увеличению аварийных ситуаций;</p> <p>2) потепление климата ведёт к таянию вековых мёрзлых пород из-за чего происходит деформация скважин, разрушение различных производственно-технологических сооружений.</p>
ТЭС/АЭС	<p>1) надёжность тепловых электрических станций и атомных электрических станция очень сильно зависит от отклонения температуры окружающей среды от критических значений. Она влияет на коэффициент использования установленной мощности (КИУМ), который характеризует эффективность атомной электрической станции и тепловой электрической станции. Так, повышение температуры окружающей среды требует незамедлительного охлаждения энергоблоков;</p> <p>2) для большинства тепловых и атомных электрических станций охлаждения для технологического процесса охлаждения энергоблоков требуется достаточное количество воды, используемое в градирнях, а водозабор идёт из ближайших</p>

	водоемов.
ГЭС	<p>1) наводнения и засухи влияют на условия эксплуатации гидроэлектростанций, а это в свою очередь влияет на стоимость выработки электроэнергии;</p> <p>2) изменения количества донных отложений влияют на условия эксплуатации гидроэлектростанций, на увеличение амортизации оборудования, что в свою очередь влияет на более частую остановку технологических процессов для ремонта и замены технического оборудования. Следовательно, так же приводит к удорожанию выработки энергии;</p> <p>3) увеличение или уменьшение среднего количества осадков (ливни, дожди, снег), а также увеличение испарений при потеплении климата, сдвиг весеннего половодья ведёт к изменению водоизмещения и изменению технологических процессов гидроэлектростанции, следовательно, влияет на стоимость выработки электроэнергии;</p> <p>4) таяние ледников так же влияет на водоизмещение рек.</p>
Downstream	<p>1) транспортировка электрической энергии в основном проходит по линиям электропередач. На бесперебойную безаварийную передачу электроэнергии влияют следующие опасные климатические факторы, влияющие на обледенение и обрыв проводов линий электропередач: ветер, ураган, град, гроза, ливень, гололёд;</p> <p>2) к увеличению аварийных ситуаций так же приводит и потепление климата, как следствие увеличение температуры воздуха: увеличивается технологическая нагрузка на провода линий электропередач – провода растягиваются, провисают, касаются друг друга, что способствует коротким замыканиям.</p>

Источник: составлено автором

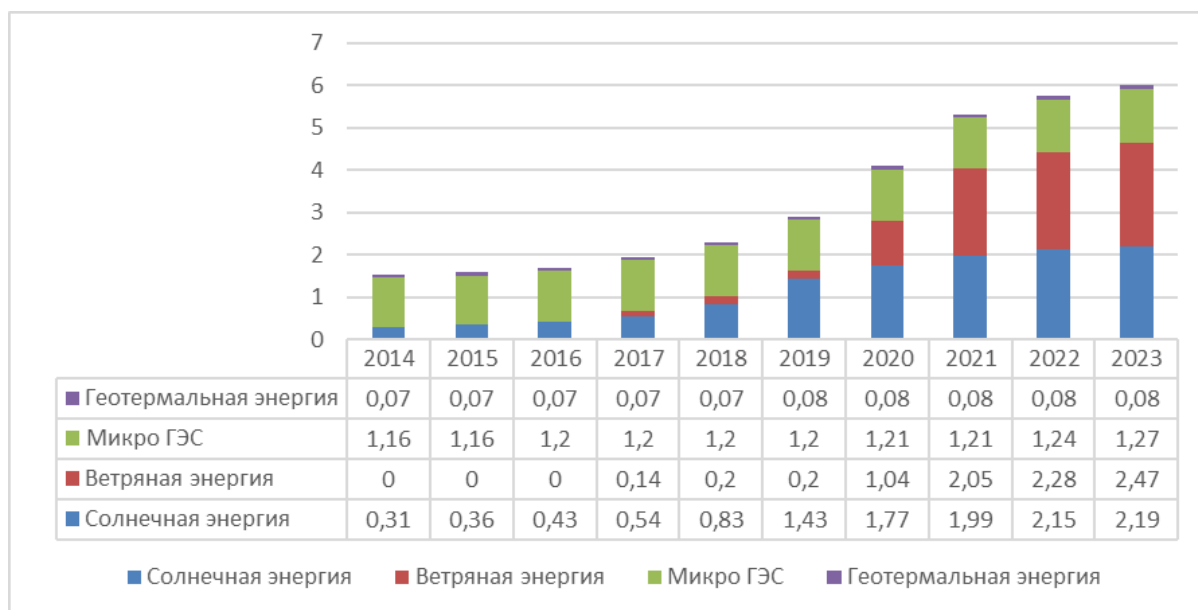
Всё вышесказанное стимулирует возрастание потребности поиска и исследование применения низкоуглеродных источников энергии на предмет более эффективного технологического и менее аварийного использования. По мнению многих исследователей низкоуглеродные источники энергии являются главным средством адаптации энергетической отрасли к условиям изменяющегося климата и современным требованиям экологии.

Рисунок 3. Потребление низкоуглеродной энергии в мире, TWh



Рассмотрев основные тренды мирового развития энергетической отрасли, перейдем к анализу ситуации в Российской Федерации. Россия, не смотря на её потенциал в вопросах внедрения низкоуглеродных источников энергии, продолжает отставать, масштаб применения альтернативной энергии очень ограничен [15]. В последнее время, однако, наблюдается рост, связанный с активным внедрением новых технологических решений и государственной поддержкой отрасли. Динамика развития низкоуглеродной генерации электроэнергии в РФ отражена на рисунке 4.

Рисунок 4. Генерация низкоуглеродной энергии в России, GWh



Источник: составлено автором на основе данных https://rreda.ru/statistics_of_renewable_energy_in_russia

При этом, несмотря на относительно невысокую роль низкоуглеродных источников энергии в российском энергобалансе, существенных технологический задел в этой отрасли принадлежит российским ученым:

- новая бесхлорная технология получения солнечного поликристаллического кремния с низкими энергетическими затратами, со сроком службы 40 лет;
- современные технологические разработки в геотермальной энергетике и оборудовании

для малых ГЭС;

- дешёвые и надёжные солнечно-ветровые установки небольшой мощности, ветровые установки, фотоэлектрические солнечные коллекторы;
- технологии переработки торфяников в биотопливо.

Кроме того, были созданы экспериментальные и опытно-промышленные установки [\[5\]](#):

- 1) Кислогубская приливная электростанция на Кольском полуострове мощностью 450 кВт;
- 2) экспериментальные Паратунская двухконтурная, мощностью 11 МВт и опытно-промышленная Паратунская одноконтурная геотермальные ТЭС (ГеоТЭС);
- 3) экспериментальная солнечная база в Алуште с крупным «солнечным котлом»;
- 4) солнечные водонагревательные установки в Ростовской области, Республике Дагестан, в Краснодарском крае.

С учетом технологического задела, а также значительных перспектив развития низкоуглеродной энергетики, в России были разработаны и внедрены в экономику государственные стимулирующие меры поддержки разработки и внедрения альтернативных источников энергии [\[16\]](#). Охарактеризуем российский потенциал развития низкоуглеродной энергетики полного цикла.

Потенциал России в развитии ветроэнергетики считается очень большим [\[17\]](#). Кроме того, Россия является производителем и экспортёром специального оборудования для ветряных электрических станций [\[6\]](#). Однако, в российской практике он рассчитывается экспертами по основному показателю – большая площадь страны, тогда как не учитывается, что скорость ветра во многих регионах страны либо низкая, либо средняя, и такой скорости недостаточно для экономически эффективного функционирования ветрогенераторов.

В России отличные условия для гидроэнергетики – в стране много широких и быстрых рек с хорошим водонаполнением, особенно в северных регионах. Именно поэтому в России основным направлением развития альтернативных источников энергии остаётся – гидроэнергетика. В России гидроэнергетика на порядок энергоэффективней, чем ветроэнергетика и любой другой вид низкоуглеродной энергии [\[18,19\]](#). Именно поэтому наиболее рациональным решением является не вкладывать во внедрение ветроэнергетики значительные силы и финансы из государственного бюджета. Тем не менее, в тех регионах, где географические, погодные и климатические условия позволяют установить энергоэффективные ветряные установки (горные регионы Кавказа, приморские регионы) они всё же устанавливаются [\[20,21\]](#).

В настоящее время суммарный объём всех объектов, работающих на низкоуглеродной энергии, не превышает 0,1% энергетического баланса России. Потенциал этих объектов пока использован на 0,5%. А в общероссийском экономическом потенциале эти объёмы не превышают 10%.

Перспективы Российской Федерации в развитии солнечной энергетики достаточно оптимистичны по следующим причинам:

- 1) наличие у РФ больших площадей;

2) наличие значимых территорий с большим количеством солнечных дней в следующих регионах: Ставрополье; Краснодарский край; Районы Каспийского моря и Чёрного моря; Волгоград; Южная Сибирь; Южный Урал; Чита; Астрахань; Калмыкия; Бурятия; Ростов; Дальний Восток; Алтай.

На сегодняшний день в России действуют порядка 35 солнечных электрических станций, суммарная установленная мощность которых составляет на сегодняшний день 850 МВт, еще 30 солнечных электростанций находятся на разных стадиях строительства. Предполагается, что суммарная мощность строящихся солнечных электростанций составит 810 МВт [\[22,23\]](#).

Подсчитано, что потенциал генерации российской солнечной энергетики в пересчёте на углеводородное топливо составляет по разным источникам от 2200 млрд тонн до 2500 млрд т. На сегодняшний день, однако, можно рассчитывать на экономически эффективное использование солнечной энергии равной лишь 12,5 млн т. углеводородного топлива. Это связано с сезонными колебаниями продолжительности светового дня. Так, например, не смотря на достаточную интенсивность солнечного излучения в северных широтах России солнечное время суток очень непродолжительно.

В России ведётся работа по разным направлениям солнечной энергетики, например в работах разрабатываются различные способы и методы более экономически выгодного использования разных альтернативных источников энергии [\[7\],\[8\],\[9\],\[10\],\[11\]](#).

Из всего сказанного следует, что в Российской Федерации много регионов, в которых можно и нужно внедрять солнечную энергетику и устанавливать как солнечные электрические станции, так и автономные солнечные электрические панели.

Сегодня Российская Федерация не так активно применяет ветряные электрические генераторы, как другие страны. Однако в России существует множество производителей, занимающихся производством ветроэнергетического оборудования и строительством ветряных электрических станций, в том числе производством оборудования для ветроэнергетики занимается военно-промышленный комплекс. Можно выделить пятёрку лидеров ветроэнергетического производства, а именно: ООО «СКБ Искра», ООО «Сапсан-энергия», «ЛМВ Ветроэнергетика», ООО «Ветро Свет», ООО «ЭнерджиВинд».

Подсчитано, что потенциал строительства ветряных электрических станций в России составляет приблизительно 6400 миллиардов киловатт часов, это число в 6 раз больше сегодняшней выработки всей электроэнергии в стране. Таким образом, Российская Федерация имеет огромный потенциал для строительства ветряных электрических станций для производства электроэнергии из бесплатной энергии ветра, а также для транспортировки электроэнергии в другие страны [\[24,25\]](#).

Заключение

В настоящее время углеводородные источники энергии будут оставаться наиболее востребованными энергоресурсами. Однако в силу выделенных ограничений традиционных источников энергии, требуется пересмотреть подходы к низкоуглеродным источникам энергии.

Существуют технологические решения, которые позволяют автономно снабжать электроэнергией любое здание, предприятие, автомобиль. Но проблема использования только одного вида низкоуглеродного источника энергии (без дополнительного подключения потребителя к электрической сети) заключается как в экономической

оправданности, так и в надёжной бесперебойной работе этого низкоуглеродного источника электрического тока.

Кроме того, те государства, экономика которых сильно зависит от углеводородной отрасли, если и вкладывают в разработку, строительство и запуск альтернативных электрических станций, то делают это недостаточно активно.

Россия относится к таким странам, использование низкоуглеродных источников энергии в нашей стране развивается медленно, несмотря на высокий оценочный потенциал. При этом акцентировать внимание на развитии только возобновимых источников энергии в РФ нецелесообразно как по экономическим причинам, так и в силу того, что экономически целесообразнее использовать углеводороды.

Библиография

1. Жилина И. Ю. «Сырьевая экономика» и экономический рост // ЭСПР. 2009. №1. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/syrievaya-ekonomika-i-ekonomicheskij-rost> (дата обращения: 08.07.2023).
2. Общее потребление электроэнергии. URL: <https://energystats.enerdata.net/total-energy/world-consumption-statistics.html> (дата обращения: 08.07.2023).
3. Простые ответы на сложные вопросы по климату. URL: <https://wwf.ru/what-we-do/climate-and-energy/faq/> (дата обращения: 08.06.2023).
4. Технологии по улавливанию, хранению и использованию углерода (CCUS) технологическая основа декарбонизации тяжелой промышленности в РФ. URL: <https://www.skoltech.ru/app/data/uploads/2022/11/CCUS-Skoltech-2022-11-10.pdf> (дата обращения: 08.07.2023).
5. Развитие нетрадиционной энергетики в России. URL: http://www.gigavat.com/netradicionnaya_energetika_v-i-e_9.php (дата обращения: 08.07.2023).
6. World Wind Energy Association. URL: <https://energo.house/veter/strana-lider-ves.html> (дата обращения: 08.07.2023).
7. Шатуновский В.Л., Шатуновская Е.А. Микропроцессорные средства в электроприводах // Издательский центр РГУ нефти и газа имени И.М. Губкина, Москва, 2016, Часть 1, стр. 52.
8. Шатуновский В.Л., Шатуновская Е.А. Устройство для измерения реальной мощности приемника в однофазной цепи электроснабжения на базе микроконтроллерной платы "ESP. Сборник докладов III Региональной научно-технической конференции "Губкинский университет в решении вопросов нефтегазовой отрасли России", посвященной 110-летию А.И. Скобло и 105-летию Г.К. Шрейбера. 2019. С. 239.
9. Зиновьев В.В., Бартенев О.А., Бельтюков А.П. Моделирование солнечных преобразователей при неравномерной освещенности // Промышленная энергетика. 2018. Вып 7. С. 58–67. URL: <http://www.promen.energy-journals.ru/index.php/PROMEN/article/view/1099> (дата обращения: 08.07.2023).
10. Зиновьев В.В., Бартенев О.А. Диагностика промышленных солнечных модулей в областях прямой и обратной ветвей вольтамперной характеристики при неоднородном освещении // Промышленная энергетика. 2020, Вып 1, стр. 56–62. URL: <http://www.promen.energy-journals.ru/index.php/PROMEN/article/view/1352> (дата обращения: 08.07.2023).
11. Бартенев О.А., Липаев А.А., Зиновьев В.В. Солнечная Энергетика В Техносфере России Управление техносферой. 2020. Т. 3. №1. С. 52-69. URL:

- <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=42732272>(дата обращения: 08.07.2023).
12. Портнягин Н.Н., Шатуновский В.Л., Мелик-Шахназарова И.А. Комплекс для измерения электрических величин в системах электропитания на базе микроконтроллерных плат "Ардуино". Электротехнические и информационные комплексы и системы. 2018 Т. 14 № 1 С. 81-87.
 13. Hernández Serrano Pedro, Zaveri Amrapali. (2020). Venturing the Definition of Green Energy Transition: A systematic literature review.
 14. Kryukov Valeriy, Moe Arild. (2018). Does Russian unconventional oil have a future?. Energy Policy. 119. 41-50. DOI:10.1016/j.enpol.2018.04.021.
 15. Kovtun D., Tovmasyan Natalia., Nazarov Anton. (2021). Trends and conditions for the development of green energy in the Russian Federation. E3S Web of Conferences. 270. 01040. DOI10.1051/e3sconf/202127001040.
 16. Максимов Андрей. ВИЭ 2.0: Новая программа развития «зеленой» энергетики в России. 2020. <https://energypolicy.ru/a-maksimov-vie-2-0-novaya-programma-razvitiya-zelenoj-energetiki-v-rossii/energetika/2020/17/13/> (дата обращения: 28.08.2023).
 17. Пестрикова И. Е., Аникина Е. В., Кириленко Е. С., Конакбаева А. С., Пестриков М. Е. К вопросу о перспективах развития ветроэнергетики в России // ОмГТУ. 2012. №1. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/k-voprosu-o-perspektivah-razvitiya-vetroenergetiki-v-rossii> (дата обращения: 01.09.2023).
 18. Бердышев И., Битней В., Габдушев Д., Голохвастов Е., Чегодаев А., Ванин А. Исследование перспективы развития гидроэнергетики в Сибири, на Дальнем Востоке и Камчаткею 2023. <https://energypolicy.ru/issledovanie-perspektivy-razvitiya-gidroenergetiki-v-sibiri-na-dalnem-vostoke-i-kamchatke/energetika/2023/13/15/> (дата обращения: 28.08.2023).
 19. Хайдарова А.Ф., Хурамшин А.А. Отдельные аспекты перспективы развития Российской гидроэнергетики // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2016. №4-1. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/otdelnye-aspekty-perspektivy-razvitiya-rossiyskoj-gidroenergetiki> (дата обращения: 01.09.2023).
 20. Goryachev S.V., Smolyakova A.A. (2022). Problems and prospects of wind energy systems in russia. International Research Journal. 5(119). <https://doi.org/10.23670/IRJ.2022.119.5.048>.
 21. Kudelin A., Kutcherov V. (2021). Wind ENERGY in Russia: The current state and development trends. Energy Strategy Reviews. 34. 100627. DOI10.1016/j.esr.2021.100627.
 22. Прошин А.Д. Солнечная энергетика в России // Мировая наука. 2019. №12 (33). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/solnechnaya-energetika-v-rossii> (дата обращения: 01.09.2023).
 23. Bataev Aleksey., Potyarkin Vitaly., Glushkova Antonina., Samorukov Dmitry. (2020). Assessment of development effectiveness of solar energy in Russia. E3S Web of Conferences. 221. 03002. DOI10.1051/e3sconf/202022103002.
 24. Рынок возобновляемой энергетики РФ: текущий статус и перспективы развития. Журнале СОК №4. 2023 стр. 68-78. <https://www.c-o-k.ru/articles/rynok-vozobnovlyayemoj-energetiki-rf-tekuschiy-status-i-perspektivy-razvitiya-chast-1> (дата обращения: 28.08.2023).
 25. Растущие рынки ВИЭ: есть ли потенциал экспорта энергии из России в Европу. 2021. https://www.vedomosti.ru/press_releases/2021/10/18/rastuschie-rinki-vie-est-li-potentsial-eksporta-energii-iz-rossii-v-evropu (дата обращения: 28.08.2023).

Результаты процедуры рецензирования статьи

В связи с политикой двойного слепого рецензирования личность рецензента не раскрывается.

Со списком рецензентов издательства можно ознакомиться [здесь](#).

Предмет исследования. Опираясь на заголовок, представляется возможным заключить о том, что статья должна быть посвящена низкоуглеродной энергетике полного жизненного цикла. В целом, содержание статьи соответствует заявленной теме, но глубина погружения в тему поверхностная (более подробно изложено в соответствующих пунктах рецензии).

Методология исследования построена на изложении общеизвестных фактов и суждений. Автору следует проанализировать числовые данные, подтверждающие приводимые тезисы, а также демонстрирующие тенденции развития низкоуглеродной энергетики в России и мире, существующие проблемы и обосновывающие пути их решения. Отдельно следует подчеркнуть отсутствие графических объектов (рисунков/таблиц), позволяющих изучить состав/структуру рассматриваемых явлений и процессов, а также динамику их развития во времени.

Актуальность исследования вопросов, связанных с развитием низкоуглеродной энергетики не вызывает сомнения, так как запрос на них есть и в органах публичной власти (как в России, так и за рубежом), и в экспертных кругах, и в научном сообществе. При этом потенциальную читательскую аудиторию интересуют конкретные существующие проблемы и обоснованные автором рекомендации по их решению.

Научная новизна в представленных на рецензирование материалах отсутствует. При этом, следует отметить, что в рамках заявленной темы существует очень большое количество научных ниш, которые было бы интересно занять ввиду наличия потенциального спроса со стороны широкого круга лиц.

Стиль, структура, содержание. Стиль изложения научный с точки зрения отсутствия публицистических и разговорных выражений. В статье существуют подзаголовки, но сложно их назвать научными структурными элементами. Возможно, автору следует разделить статью на блоки, являющиеся традиционными для научных статей: «Введение», «Постановка проблемы», «Методология и условия исследования», «Результаты исследования», «Обсуждение результатов исследования», «Выводы и дальнейшие направления исследования». В тексте содержится большое количество суждений и тезисов, появление которых, во-первых, очень сбивчиво (без связи с предыдущим и последующим текстом), а, во-вторых, никак не обосновано. Например, автор утверждает, что сегодня Российская Федерация не так активно применяет ветряные электрические генераторы, как другие страны. «Не так активно» - это как? В тексте не было выявлено анализа статистических данных ни по России, ни за рубежом. Текст необходимо внимательно вычитать на опечатки. Так, например, в тексте, размещённом под подзаголовком "Тепловые и атомные электростанции" написано следующее: "Надёжность тепловых электрических станций и атомных электрических станция" (должно быть станцияХ).

Библиография. Сформированный автором библиографический список включает 12 наименований. Ценно, что в перечне источников есть те, что содержат числовые данные. При этом обращает на себя внимание отсутствие, во -первых, изданий после 2020 года, а, во-вторых, публикаций в иностранных периодических изданиях. При проведении доработки статьи это необходимо обязательно устранить, так как это позволит изучить современные тенденции отечественной и зарубежной мысли по вопросам развития низкоуглеродной энергетики, представляющей интерес для всего

мирового сообщества.

Апелляция к оппонентам. Несмотря на сформированный список литературы и наличие ссылок по тексту, выявить какой-либо научной дискуссии не удалось. При доработке статьи, выявлении конкретных проблем по предмету исследования и формировании обоснованных рекомендаций по их решению, автору рекомендуется обсудить полученные результаты с теми, что содержатся в научных публикациях других отечественных и зарубежных учёных.

Выводы, интерес читательской аудитории. С учётом всего вышесказанного заключаем о необходимости доработки статьи, которая должна быть содержательной и глубокой. В случае, если это будет осуществлено, рецензируемый материал превратится в качественную научную статью, обладающую научной новизной и практической значимостью, а также востребованную в России и за рубежом со стороны широкого круга лиц.

Результаты процедуры повторного рецензирования статьи

В связи с политикой двойного слепого рецензирования личность рецензента не раскрывается.

Со списком рецензентов издательства можно ознакомиться [здесь](#).

Предметом исследования в рецензируемой статье выступает низкоуглеродная энергетика полного жизненного цикла.

Методология исследования базируется на изучении статистических данных о распространении низкоуглеродной энергетике в мире и Российской Федерации, их анализе, использовании общенаучных методов научного исследования, визуализации полученных результатов.

Актуальность работы авторы справедливо связывают с поисками новых и развитием уже имеющихся альтернативных источников энергии в условиях роста потребительского спроса и наращивания производственных мощностей.

Научная новизна рецензируемого исследования состоит в доказательстве значимости низкоуглеродной энергетике полного цикла и ее развития для России на основе анализа конъюнктуры и текущих трендов энергетической отрасли.

Структурно в статье выделены следующие разделы: Введение, Методология, Результаты исследования, Заключение, Библиография.

В публикации приведены сведения о динамике доказанных нефтегазовых резервов, отмечено замедление темпов роста этого показателя в последнее десятилетие, освещены сложности разработок новых месторождений, показана мировая динамика выбросов углекислого газа на душу населения, обобщены риски климатических изменений для различных подотраслей энергетике, в наглядной форме отражен потребления низкоуглеродной энергетике в мире, а также увеличение ее генерации в России, рассмотрены энергопроизводства с низким выбросом углекислого газа: солнечные, ветровые электростанции, гидроэлектростанции, биотопливо и гибридные системы. Особое внимание уделено перспективам развития солнечной энергетике в нашей стране, отмечена необходимость внедрения как солнечных электрических станций, так и автономных солнечных электрических панелей. В заключительной части публикации предложено акцентировать внимание на развитии не только возобновляемых источников энергии в РФ, но и использовать углеводороды.

Библиографический список включает 25 источников – научные публикации по рассматриваемой теме, интернет-ресурсы, статистические данные. В тексте имеются адресные отсылки на библиографические источники, что подтверждает наличие

апелляции к оппонентам.

Из недостатков, нуждающихся в устранении надо отметить следующие. Во-первых, по заголовку (наименованию) статьи публикации непонятна суть и объект исследования: не ясно на примере какого объекта рассматривается низкоуглеродная экономика (в целом в мировой экономике, в какой-то стране, регионе или на примере какого-либо предприятия). Во-вторых, в разделе «Методология» не указано какие методы исследования использованы для преобразования исходных данных в полученные результаты, а также этапы проведения работы, то есть сама методология исследования не раскрыта. В-третьих, наименования рисунков почему-то размещены перед ими, а не после рисунков как это предусмотрено в правилах оформления, также предлагается изменить единицы изменения на вертикальной оси рисунка 1 для облегчения восприятия информации читателями.

Рецензируемый материал соответствует направлению журнала «Теоретическая и прикладная экономика», отражает результаты проведенной авторами работы, содержит элементы научной новизны и практической значимости, может вызвать интерес у читателей, рекомендуется к опубликованию с учетом высказанных замечаний.