УДК 338.28
https://doi.org/10.25587/2587-8778-2026-1-14-27
Оригинальная научная статья

О новых направлениях использования природного газа на Севере и в Арктике в контексте локализации энергетики

Я. В. Крюков
Институт экономики и организации промышленного производства
Сибирского отделения Российской академии наук,
Новосибирск, Российская Федерация,
Северо-Восточный федеральный университет им. М.К. Аммосова,
Якутск, Российская Федерация
✉kryukovyv@ieie.nsc.ru

Аннотация

В статье рассматриваются вопросы поиска новых направлений монетизации природного газа в российской Арктике. Показано, что сокращение экспорта природного газа в Европу открыло дополнительные возможности использования сырья на внутреннем рынке. Эти процессы во многом согласуются с мировой тенденцией локализации энергетики (потреблять там, где добываешь), вызванной ростом спроса на электроэнергию. В мире растет спрос на новые решения в области генерации электроэнергии, которые могли бы являться дополнением к возобновляемым источникам электроэнергии. При этом крайне востребованными являются гибкие, мобильные, компактные и автономные решения именно на природном газе. После пандемии в мире окончательно оформился тренд на «миниатюризацию» (локализацию) решений для энергетики. Преимущественно рост спроса на электроэнергию связан с технологической революцией в сфере искусственного интеллекта и необходимостью наращивать выработку не только на основе возобновляемых источников энергии, но и с использованием ископаемого топлива (прежде всего, природного газа). В этих условиях на первый план выходят решения в рамках распределенной энергетики на основе сжиженного природного газа. Основу такой энергетики могут составлять региональные центры по производству сжиженного природного газа. Российская Арктика располагает всеми возможностями для наращивания внутреннего потребления сжиженного газа для различных целей: теплоснабжение, энергообеспечение промышленных и жилых объектов, бункеровка, майнинг, производство сопутствующих товаров. Также представляют интерес инновационные способы выработки природного газа на локальных месторождениях на основе твердоксидных топливных элементов, характеризующихся более высокой эффективностью по сравнению с газовыми турбинами.

Ключевые слова: природный газ, ресурсный сектор, энергетика, Арктика, сжиженный природный газ, электроснабжение, топливные элементы, теплоснабжение, локализация потребления энергоресурсов

Финансирование: статья подготовлена при финансовой поддержке Минобрнауки РФ по проекту государственного задания FSRG-2026-0009 «Математическое моделирование и анализ в фундаментальных и прикладных задачах».

Для цитирования: Крюков Я. В. О новых направлениях использования природного газа на Севере и в Арктике в контексте локализации энергетики. *Экономика и природопользование на Севере.* 2026, № 1(41). С. 14-27. DOI: 10.25587/2587-8778-2026-1-14-27

Original article

New directions of natural gas use in the North and the Arctic in the context of energy localization

Yakov V. Kryukov
Institute of Economics and Industrial Engineering,
Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences,
Novosibirsk, Russian Federation,
M.K. Ammosov North-Eastern Federal University, Yakutsk, Russian Federation

Abstract

This article analyzes the search for new avenues for monetizing natural gas in the Russian Arctic. It demonstrates that the reduction in natural gas exports to Europe has opened up additional opportunities for domestic use of the raw material. These processes are largely consistent with the global trend toward energy localization (consuming where you produce), driven by rising electricity demand. Global demand is growing for new power generation solutions that could complement renewable energy sources. Flexible, mobile, compact, and autonomous solutions powered by natural gas are in high demand. Following the pandemic, the global trend toward miniaturization (localization) of energy solutions has become firmly established. The growth in electricity demand is primarily driven by the technological revolution in artificial intelligence and the need to increase generation not only from renewable energy sources but also from fossil fuels (primarily natural gas). Under these circumstances, distributed energy solutions based on liquefied natural gas are becoming increasingly important. Regional liquefied natural gas production centers could form the basis of such an energy system. The Russian Arctic offers ample opportunities to increase domestic consumption of liquefied gas for various purposes: heating, industrial and residential power, bunkering, mining, and related product manufacturing. Innovative methods for generating natural gas at local fields using solid oxide fuel cells, which are more efficient than gas turbines, are also of interest.

Keywords: natural gas, resource sector, energy, Arctic, liquefied natural gas, power supply, fuel cells, heat supply, localization of energy consumption

Funding. The study was conducted with the financial support of the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation under the draft state assignment No.FSRG-2026-009 titled «Mathematical modeling and analysis in fundamental and applied problems»ю.

For citation: Yakov V. Kryukov. New directions of natural gas use in the North and the Arctic in the context of energy localization. *Economy and Nature Management in the North*. 2026, No. 1 (41). Pp. 14-27. DOI: 10.25587/2587-8778-2026-1-14-27

Введение

Резкое ограничение поставок российского природного газа на внешние рынки с 2022 г. стало беспрецедентным вызовом для энергетики страны. Кратное падение поставок в страны Европы вынуждает нефтегазовые компании искать новые направления монетизации газа внутри страны. При этом Россия традиционно занимает первое место в мире по запасам природного газа, оцениваемым в 53,4 трлн м³, что составляет 21% мировых запасов [1]. Поиск новых направлений монетизации газа в последние годы широко отражен в научной литературе – как в контексте внутреннего рынка [2,3], так и с точки зрения международной трансформации рынков газа [4]. В российских условиях этот поиск осложнен тем, что газовые месторождения в основном сконцентрированы на Севере и в Арктике, находятся вдали от магистральных газопроводов, что делает экономически нецелесообразной их интеграцию в единую систему газоснабжения.

Однако, по мнению автора, это не должно создавать поводов для беспокойства. Так, по предварительным оценкам, в 2025 г. мировое потребление газа выросло на 25 млрд м³ по сравнению с прошлым годом [5]. Значимыми событиями стали снижение интереса

к проектам в области возобновляемой энергии и пересмотр приоритетов развития в пользу углеводородов в ряде стран и международных энергетических компаний.

Природный газ будет и дальше играть ключевую роль в мировой энергетике. По прогнозам, его потребление в мире продолжит расти: к 2050 г. оно увеличится более чем на треть и превысит 5,7 трлн м³ Наибольший вклад в прирост потребления внесет производство электроэнергии. В частности, только развитие мощностей центров обработки данных (ЦОД) может обеспечить более 10% ожидаемого прироста спроса на газ.

По оценке Международного энергетического агентства (МЭА) [6], в 2025 г. мировой спрос на электроэнергию вырос на 3% в годовом исчислении. Этому предшествовал рост на 4,4% в 2024 г., когда сильные волны жары и высокая промышленная активность во многих регионах привели к увеличению потребления электричества. Отмечается, что среднегодовой рост спроса в течение следующих пяти лет будет на 50% выше, чем в среднем за предыдущее десятилетие.

В этой связи в мире растет спрос на новые решения в области генерации электроэнергии, которые могли бы являться дополнением к возобновляемым источникам электроэнергии (ВИЭ). При этом крайне востребованными являются гибкие, мобильные, компактные и автономные решения именно на природном газе. После пандемии в мире окончательно оформился тренд на «миниатюризацию» (локализацию) решений для энергетики. Так, наглядно об этом свидетельствуют шаги ГК «Росатом» по продвижению атомных станций малой мощности для Арктики.

В целом это характерно для современного этапа развития энергетики в рамках неоиндустриальной модели, когда на первый план выходит распределенная энергетика, гибкие решения, ориентация на различные типы потребителей, а также отсутствие единой стандартизации применяемых решений. Этот тренд противопоставляется индустриальной модели развития, доминировавшей в XX веке, которая исходила из экономии на масштабе. Это подразумевало строительство крупных энергетических объектов под крупных промышленных потребителей. Россия, безусловно, находится в русле этих тенденций. Потенциал использования природного газа, значительно превышающий текущие сократившиеся экспортные возможности, который можно и нужно использовать на внутреннем рынке, колоссален.

Значимость работы определяется растущей ролью природного газа в мире и в России, а также необходимостью частичного переключения потоков газа на внутренний рынок в российских условиях. Целью исследования является анализ мирового опыта локализации потребления природного газа и поиск возможностей расширения локального энергообеспечения на Севере и в Арктике.

Север и Арктика обладают уникальным сочетанием особенностей: с одной стороны, макрорегион является источником сырьевого газа, а с другой – они изолированы территориально и характеризуются экстремальными климатическими условиями (а значит, например, можно сжижать газ с меньшими издержками, инвестировать меньше в системы охлаждения ЦОД и т.д.). Эти обстоятельства, с учетом мирового тренда на локализацию, позволяют рассматривать Арктику и как потребителя газа как для энергетических нужд, так и для новых направлений неоиндустриального развития.

Материалы и методы

Методы настоящего исследования основаны на сравнительном сопоставлении тенденций развития газовой энергетики в России и в США. В частности, для России представляет интерес мировой тренд – процесс «миниатюризации» энергетики, который в настоящее

время ускоренными темпами происходит в США. По прогнозам [7], стремительное развитие искусственного интеллекта приведет к тому, что к 2030 г. глобальный спрос на электроэнергию для ЦОД достигнет 2200 ТВтч. Это постоянная нагрузка, которая может привести к перегрузке стареющих электросетей по всему миру. Решение очевидно – акцент на развитие ВИЭ, однако темпы роста спроса на электроэнергию в мире превышают темпы прироста возобновляемой энергетики (рис. 1). По сравнению с прогнозируемым в 2026 г. потреблением для работы ЦОД в мире через 4-5 лет потребуется в 2,3-2,5 раза больше электроэнергии [8].

В текущих условиях это противоречие может быть разрешено только в рамках роста потребления ископаемого топлива. Например, МЭА также прогнозирует, что в течение десятилетия потребление ископаемого топлива увеличится в полтора раза [9]. Также все чаще звучит мнение, что энергетический переход представляет собой скорее дополнение, чем замену: возобновляемые источники энергии дополняют ископаемое топливо, а не заменяют его, и этот этап может продлиться более 25 лет.

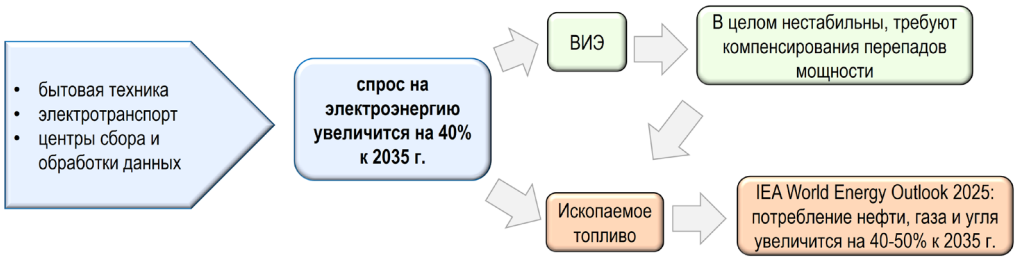

Рис. 1. Причины роста спроса на ископаемое топливо в ближайшее десятилетие
Fig. 1. Reasons for the growth of demand for fossil fuels in the next decade

При этом энергетика на основе ВИЭ в целом неустойчива. Например, проблемы в сетях и диспетчеризации энергосистемы из-за нестабильной работы ветрогенераторов начинаются уже при достижении ветрогенераторами доли в 20% от общей установочной мощности энергосистемы. При доле ветрогенерации в 20% еще возможно компенсировать всплески и спады ветрогенерации за счет регулировки выработки электроэнергии электростанциями, работающими на ископаемом топливе (или атомными). При этом, чтобы нестабильность ветрогенерации не оказывала существенного влияния на работу всей энергосистемы, мощность компенсирующих нестабильность станций должна в несколько раз превышать установочную мощность ветрогенераторов [10].

Первыми это осознали США – производство электроэнергии в стране растет гораздо быстрее, чем в большинстве западных стран, что позволяет энергетическим компаниям поставлять больше энергии быстрорастущим и энергозатратным ЦОД. Закрытие этих потребностей планируется осуществлять за счет роста внутреннего потребления природного газа (даже в ущерб поставкам на экспорт). Десятилетиями США оптом покупали электричество в Канаде. Местные ГЭС давали избыток энергии, и его перекидывали в энергоузлы Нью-Йорка и Новой Англии, то есть в районы, где расположено крупнейшее газовое месторождение страны – Аппалачи. Однако за последние годы в США построены десятки новых ГВт газовых теплоэлектростанций. В основном это станции комбинированного цикла – сверхэффективные генераторы с КПД около 70%. Соответственно электричество из США теперь передается в Канаду.

По нашим оценкам, на долю электростанций, работающих на природном газе, в настоящее время приходится около 46% действующих мощностей электростанций США и 36% мощностей, находящихся на этапе строительства и подготовки к строительству. Из-за проблем с подключением к электросети разработчики ЦОД строят собственные небольшие газовые электростанции или размещают их рядом с существующими или модернизированными электростанциями.

В текущем году в США планируется принятие масштабного закона о реформе разрешительной системы на строительство газопроводов. Это вызвано стремлением ускорить процесс создания энергетической инфраструктуры, необходимой для удовлетворения растущего спроса на электроэнергию со стороны ЦОД, а также для снижения затрат на электроэнергию для домохозяйств, которые выросли в результате этого процесса [11].

Также в США наблюдается рост числа компаний, предлагающих услуги по локальному электроснабжению, не зависящему от централизованных энергосетей. Показателен пример компании Bloom Energy: компания использует твердотельные топливные элементы для преобразования топлива, такого как природный газ и водород, в электричество. Топливные элементы собираются в модули (отмеченная нами выше миниатюризация энергетики!), которые могут объединяться для создания энергетических серверов, обеспечивающих стабильную подачу электроэнергии непосредственно на месте. Компания развернула более 1,5 ГВт низкоуглеродной энергии на 1200 объектах по всему миру. Этого достаточно, чтобы обеспечить электроэнергией около 1 млн среднестатистических американских домов. Клиентами Bloom Energy являются такие крупные компании, как Oracle, Amazon Web Services, Walmart и FedEx [12].

В мире, как нами отмечено выше, по мере роста ВИЭ газовые электростанции все больше работают в качестве резервной и балансирующей мощности, а не базовой генерации. Это существенным образом меняет экономику энергетических проектов и требует гибкости поставок природного газа. В российских условиях, когда месторождения на Севере и Востоке страны не имеют доступа к газотранспортной системе такая гибкость может быть обеспечена локализацией потребления в виде сжижения газа и транспортировки сжиженного природного газа (СПГ) потребителям.

Результаты и обсуждение

Сжижение газа представляется важнейшим направлением «миниатюризации» энергетики в российских условиях. Причина в том, что СПГ в российских условиях представляет собой эффективный способ монетизации (и локализации) изолированных запасов газа – прежде всего в условиях Арктики. Россия долго время находилась на вторых ролях с точки зрения становления СПГ-отрасли. Причина в том, что «Газпром» как ведущая компания в сфере добычи и транспортировки природного газа был в значительной степени удовлетворен функционированием уникальных производственно-технологических комплексов, сформированных в условиях централизованной системы планирования и управления экономикой.

Проекты по производству СПГ в России характеризуются высокой технической сложностью и, как правило, реализуются в формате интегрированных цепочек, объединяющих крупное газовое месторождение, крупнотоннажные производственные мощности и конечного покупателя, принимающего на себя обязательства по гарантированному приобретению СПГ, а также по развитию терминальной и, в ряде случаев, газотранспортной инфраструктуры. При этом крупнотоннажные СПГ-объекты преимущественно локализованы

в Арктическом регионе, на Балтийском побережье и на Сахалине, тогда как средне- и малотоннажные проекты распределены по территории страны.

По итогам 2025 г. производство СПГ в России составило 32,9 млн т, что на 3,6% меньше уровня предыдущего года. Выход на объемы производства СПГ в России в 100 млн т в год отложен на несколько лет из-за влияния санкций. В этой связи компании СПГ-отрасли столкнулись с двойственной задачей: с одной стороны, с сохранением присутствия в ранее сформированных глобальных цепочках добавленной стоимости, а с другой – с обеспечением выхода природного газа (включая СПГ как его более гибкую форму) на внутренний рынок страны в качестве энергоресурса. Реализация данного подхода предполагает развитие сети малотоннажных СПГ-производств (малых СПГ-центров), функционирующих в качестве распределительных узлов, способных обеспечить конкуренцию традиционным видам топлива, прежде всего углю, мазуту и дизельному топливу. В том числе рассматривается формирование энергетических мощностей, технологически привязанных к источникам СПГ. Таким образом, речь идет о достраивании производственно-сбытовых цепочек СПГ с целью формирования полного цикла производства, не ориентированного исключительно на экспортные поставки.

Уголь остается частью энергобаланса, но его стратегическая роль снижается. Будущее – за системами, где уголь вытесняется ВИЭ и газом, а СПГ становится ключевым инструментом гибкости и надежности энергоснабжения. Отметим также, что Стратегия развития Арктической зоны [13] определяет дизельную генерацию как неэффективную, представляющую угрозу национальной безопасности страны. Определена цель замещения дизеля на СПГ, ВИЭ и местные ресурсы к 2035 г.

Общая мощность производства всех СПГ-заводов в стране составляет 40 млн т, и только 387 тыс. т в год производится на 26 малотоннажных заводах [14]. В ближайшие годы число таких заводов может увеличиться до 100 с объемом производства более 2 млн т в год. Современное развитие Арктической зоны РФ невозможно без реализации энергетических проектов, направленных на формирование устойчивой и надежной системы энергоснабжения макрорегиона. В данном контексте роль СПГ может иметь ключевое значение, однако в ряде случаев его потенциал в обеспечении энергоснабжения северных территорий недооценивается, что приводит к второстепенному положению СПГ в структуре используемых энергоресурсов.

Малотоннажное производство СПГ обеспечивает возможность вовлечения в хозяйственный оборот относительно небольших запасов природного газа в северных и арктических регионах и позволяет получать товарный продукт, сопоставимый по качественным характеристикам с крупнотоннажным СПГ. Автономное газоснабжение на основе малотоннажного СПГ может рассматриваться как эффективный инструмент решения проблемы газификации восточных регионов России, где уровень газификации остается крайне низким и не превышает 17%.

Для арктических территорий представляет практический интерес использование СПГ для энергоснабжения удаленных и энергоемких промышленных проектов, в том числе в сферах переработки минерального сырья, производства рудных концентратов, лесохимической промышленности и нефтедобычи. Подобные решения оказываются целесообразными в случаях, когда вследствие территориальной удалённости отсутствует возможность технологического присоединения к электрическим сетям «ФСК ЕЭС» либо к магистральной газотранспортной системе «Газпрома».

В качестве иллюстрации может быть рассмотрено нефтяное месторождение, где традиционно энергоснабжение производственных объектов обеспечивается за счет сжигания попутного нефтяного газа (ПНГ) с использованием газопоршневых или газотурбинных электростанций. При недостатке ПНГ выработка электроэнергии, как правило, осуществляется с применением дизель-генераторных установок, функционирующих на привозном дизельном топливе. На стадии снижения добычи возможно формирование дефицита ПНГ, что, в свою очередь, приводит к недостаточности генерируемой электроэнергии. В подобных условиях на месторождении может быть размещена мобильная регазификационная установка, работающая на СПГ, доставляемом автомобильным транспортом. Регазифицированный газ смешивается с ПНГ и используется в существующих энергетических установках, что позволяет поддерживать энергоснабжение производственных объектов на требуемом уровне. Такой подход выступает альтернативой строительству крупных дизель-генераторных мощностей и не требует от добывающей компании значительных дополнительных инвестиций в энергетическую инфраструктуру проекта.

Вместе с тем в северных и арктических регионах высокая стоимость логистики существенно снижает экономические преимущества использования СПГ. В этой связи наряду с освоением новых газовых месторождений целесообразным является развитие малых СПГ-производств, позволяющих приблизить источник энергоресурса к потребителю и снизить совокупные издержки энергоснабжения.

Для населенных пунктов с малой и средней численностью населения, удаленных от магистральных газовых сетей, экономически более целесообразным является обеспечение газоснабжения за счет поставок СПГ с ближайших производственных объектов, нежели строительство газопроводов соответствующей пропускной способности. Это обусловлено тем, что во многих населенных пунктах Севера и Арктики стоимость топлива, поставляемого в рамках северного завоза для нужд дизельных электростанций, многократно возрастает в процессе транспортировки от основных центров снабжения до конечного потребителя. В настоящее время эту нишу частично стремится занять ГК «Росатом» посредством реализации проектов наземных атомных электростанций малой мощности. Однако подобные решения характеризуются значительными капитальными и эксплуатационными затратами, а также высокими издержками, связанными с выводом установок из эксплуатации. Кроме того, даже атомные электростанции малой мощности в ряде случаев обладают избыточной установленной мощностью для малочисленных населенных пунктов, что предопределяет необходимость субсидирования тарифов на электроэнергию.

Логистические схемы поставок СПГ в танк-контейнерах из грузораспределительных хабов во многом сопоставимы с логистикой дизельного топлива, которое в настоящее время доставляется в северные и арктические регионы в рамках северного завоза и нередко поступает к конечным потребителям со значительными временными задержками, вплоть до следующего навигационного периода. Вместе с тем использование СПГ обладает существенным преимуществом, заключающимся в возможности организации добычи газа непосредственно в регионе на малых и средних месторождениях с последующим сжижением на малотоннажных СПГ-заводах и распределением топлива между потребителями. Такой подход способствует росту занятости в регионе, вовлечению местных ресурсных баз, значительному сокращению транспортного плеча и сроков поставки, что в конечном итоге приводит к снижению совокупной стоимости энергоресурса.

Следует отметить преимущества применения СПГ в Арктике:

1. Применяется энергетическое оборудование, функционирующее на метане, при этом в условиях сетевой газификации отсутствует необходимость в дополнительных капитальных вложениях и затратах на перенастройку оборудования. Использование универсальных

энергетических установок позволяет также применять дизельное топливо в качестве резервного энергоносителя.

2. Стоимость природного газа в долгосрочной перспективе характеризуется высокой степенью прогнозируемости, что создает предпосылки для эффективного планирования эксплуатационных издержек.

3. Использование природного газа обеспечивает снижение рисков, связанных с возможным введением или увеличением платежей за выбросы парниковых газов.

Наличие значительных запасов газа, территориальная удаленность от центров промышленного развития и отсутствие подключения к национальной газотранспортной системе делают СПГ одним из наиболее надежных инструментов монетизации газовых ресурсов в Арктике. В макрорегионе при этом внедряются современные отраслевые технологии производства, транспортировки и использования СПГ. Для данного вида топлива формируются перспективные рынки, обусловленные развитием соответствующей инфраструктуры, включая промышленное потребление, распределенное тепло- и энергоснабжение, использование в качестве газомоторного топлива, бункеровку судов, экспорт, а также автономную газификацию населенных пунктов.

Таким образом, актуальной задачей в Арктике является развитие производства малотоннажного СПГ, а также использование СПГ, поступающего с крупнотоннажных проектов, для газификации территорий. Кроме того, необходимо создавать инфраструктуру для хранения и распределения СПГ, формируя сеть хабов. Размещение распределительных СПГ-хабов в портах устьев рек будет способствовать развитию энергоснабжения населенных пунктов, расположенных вдоль рек, а также обеспечит возможности для бункеровки судов на СПГ-топливе.

Якутия является одним из немногих регионов Российской Федерации, где принята и успешно реализуется программа по использованию СПГ [15]. В регионе как производство СПГ, так и газовая генерация базируются на ресурсах местных газовых месторождений. В частности, функционирует крупнотоннажный СПГ-завод «Нижний Бестях» с суммарной установленной мощностью более 14 тыс. т в год. По состоянию на 2025 г., заявлено пять новых проектов с совокупной мощностью свыше 400 тыс. т в год. Якутская ГРЭС, работающая на природном газе, функционирует как теплоэлектроцентраль, вырабатывая электроэнергию и тепло, при этом реализуется проект перевода на газ Нерюнгринской ГРЭС.

Якутия занимает лидирующие позиции в России по количеству и установленной мощности энергетических объектов, расположенных на изолированных и труднодоступных территориях. При этом фактическая себестоимость производства одного киловатт-часа в регионе значительно превышает средний тариф на электроэнергию для населения в стране.

Для региона особенно актуально развитие интегрированных инновационных проектов, включающих поставку СПГ, его регазификацию и последующую выработку электроэнергии с применением подходов, рассмотренных в настоящей статье. По нашему мнению, такие решения представляют собой один из наиболее перспективных мировых трендов и позволяют обеспечить минимальную стоимость электроэнергии для удалённых и изолированных территорий.

Следует подчеркнуть, что утверждённый план развития инфраструктуры Северного морского пути [16] предусматривает создание и развитие объектов для применения СПГ и метанола как в акватории Северного морского пути, так и на прилегающих прибрежных территориях.

В качестве примера проекта энергоснабжения на основе СПГ в Арктике можно привести проект освоения Павловского месторождения. «Росатом» реализует проект создания горнодобывающего комплекса в Арктике на основе серебросодержащего свинцово-цинкового месторождения Павловское, расположенного на архипелаге Новая Земля. В рамках проекта планируется строительство электростанции мощностью около 40 МВт для обеспечения энергоснабжения предприятия. При этом предусмотрена эксплуатация дизельных генераторов, что является устаревшим и экологически рискованным решением. Объем резервуара для хранения дизельного топлива оценивается в 45 тыс. м^3, что превышает емкость резервуара, приведшего к экологической аварии в Норильске в 2020 г.

В 2018 г. обсуждалась перспектива применения СПГ для обеспечения энергией горно-обогатительного комбината. Однако строительство необходимой инфраструктуры требует значительных инвестиций. Одним из возможных решений является реализация интегрированного проекта топливно-энергетического обеспечения Павловского ГОКа, предусматривающего полный цикл – от производства СПГ на материке до поставки электрической и тепловой энергии конечным потребителям.

По мнению автора, в настоящее время в Арктике наблюдается несбалансированная структура взаимодействия участников, задействованных в освоении и реализации проектов, в том числе связанных с энергоснабжением на основе СПГ. Так, для разработки месторождения Кючус в Якутии планируется формирование одноименного кластера твердых полезных ископаемых, который будет получать электроэнергию от двухреакторной малой атомной станции мощностью 110 МВт, расположенной в п. Усть-Куйга Усть-Янского района. В п. Найба Булунского района планируется создание портовой инфраструктуры, предназначенной для обработки грузов и удовлетворения потребностей пользователей Кючусского кластера в генеральных грузах. Помимо морского терминала, рассчитанного на перевалку нефти и СПГ, рассматривается возможность строительства на этой территории завода по производству СПГ.

По нашему мнению, данный вопрос требует более тщательного анализа. Само наличие локальных запасов природного газа представляет собой надежный и эффективный источник энергоснабжения, позволяя, например, размещать газотурбинные электростанции. При этом решение о возведении атомной станции, учитывая значительные сопутствующие затраты, в современных условиях выглядит как мера государственной поддержки атомной отрасли, а не оптимальное техническое решение.

Аналогичная ситуация наблюдалась в 2020 г. в Чукотском автономном округе на примере энергоснабжения Баимского золотомедного месторождения в Билибинском районе. Правительством РФ был одобрен проект строительства плавучей СПГ-электростанции, предложенный компанией «НОВАТЭК». Тем не менее, несмотря на экономические преимущества этого варианта, предпочтение было отдано проекту ГК «Росатом», обусловленному высокой долей использования отечественного оборудования, так как атомные блоки планировалось производить на Балтийском заводе [17].

Одним из факторов, сдерживающих развитие СПГ-индустрии в Якутии, выступает деятельность «Газпрома». Так, в 2021 г. компания приобрела участки недр в конфигурации, ограничивающей возможность якутской компании «ЯТЭК» обеспечить ресурсную базу для крупнотоннажного СПГ-проекта на побережье Охотского моря [18]. Цели монополиста в данном случае не кажутся полностью очевидными: рынок центральной Якутии имеет ограниченные размеры, а подключение месторождений региона к магистральному газопроводу «Сила Сибири» экономически нецелесообразно, так как ресурсная база для этого недостаточна, а Амурский ГПЗ рассчитан на другой состав сырья.

Рассмотрим другие примеры использования природного газа в Арктике.

Выработка электроэнергии для майнинга. Правительство Якутии рассматривает возможность размещения мощностей по майнингу криптовалют на Улугурском и Эргеджейском газовых месторождениях, где работает совместное предприятие (СП) «АЛРОСА» и республиканской компании «Сахатранснефтегаз» – «Улугурнефтегаз» (доля «АЛРОСА» – 75%) [19]. Ранее основным вариантом монетизации запасов газа этих месторождений было подключение к газопроводу «Сила Сибири». Теперь газ планируется использовать для энергоснабжения объектов «АЛРОСА», одновременно рассматривается и возможность организации майнинга. В Якутии обсуждается реализация еще ряда проектов по майнингу на нефтегазовых месторождениях, например, на Отраднинском газоконденсатном месторождении, которое разрабатывает дочерняя компания «Сахатранснефтегаза» «ГДК Ленскгаз».

Локальная энергетика на твердоксидных топливных элементах (ТОТЭ). Технология в данном случае схожа с решением, реализованным на практике американской компанией Bloom Energy (см. выше) с тем отличием, что крупных проектов в России пока нет. Решение основано на применении активных химических источников тока, которые обеспечивают прямое преобразование химической энергии топлива – смеси природного газа и кислорода – в электрическую энергию. Электростанции этого типа характеризуются электрическим КПД на уровне 60–70%, что примерно вдвое превышает показатели традиционных электростанций с паровыми или газовыми турбинами, оказывая положительное влияние на стоимость производимой электроэнергии. Для сравнения: российская серийная газовая турбина большой мощности ГТД-110М, которая с 2024 года эксплуатируется на ТЭС «Ударная» в Краснодарском крае, имеет КПД около 36% [20]. Эта турбина выпускается предприятием ОДК-Сатурн в Рыбинске и была разработана в 2014–2019 гг. с целью замены зарубежных аналогов производства Siemens.

Использование электростанций на ТОТЭ открывает новые возможности использования СПГ. Например, на берегу может быть построен регазификационный терминал или хранилище, куда поставляется СПГ (рис. 2).

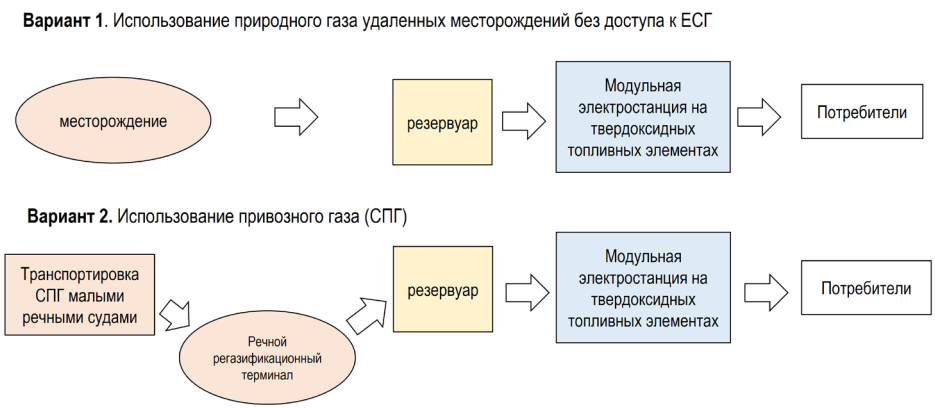

Рис. 2. Общая схема энергоснабжения потребителей за счет локальных источников газа на основе ТОТЭ

Fig. 2. General scheme of energy supply to consumers through local gas sources based on SOFC

СПГ подвергается регазификации с последующей подачей природного газа на электростанцию на базе ТОТЭ. Организация такой цепочки в удаленных северных и арктических

районах позволяет отказаться от дорогостоящего северного завоза угля и дизельного топлива. Применение электроэнергии, вырабатываемой на ТОТЭ, создает возможности для размещения энергоемких производств в труднодоступных территориях.

Производство сопутствующих продуктов. Важной особенностью с точки зрения устойчивости бизнеса компании «НОВАТЭК» – лидера по производству СПГ в России – является то, что компания активно использует в текущей деятельности взаимозамену двух основных типов продуктов – «природный газ» – «жидкие углеводороды» (нефть и конденсат), а СПГ при этом занимает промежуточное положение, при этом его доля в выручке снижается (рис. 3.).

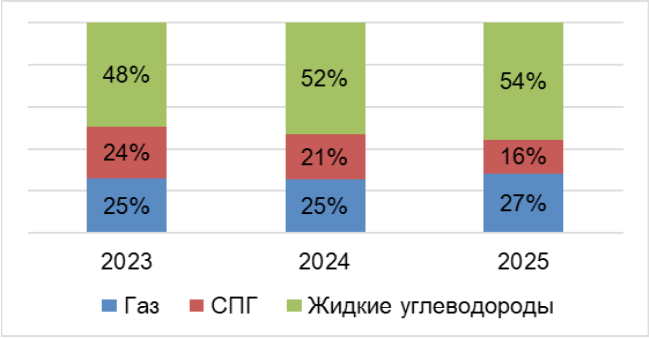

Рис. 3. Доля основных продуктов в выручке «НОВАТЭКа», %
Fig. 3. Share of key products in NOVATEK's revenue, %

Источник: годовые отчеты и пресс-релизы компании

Также в качестве примера можно привести производство аммиака, который составляет часть глобальной продовольственной безопасности и в этом смысле не подвержен влиянию санкций. Из аммиака может производиться карбамид, представляющий собой сыпучий груз, который можно транспортировать по Северному морскому пути. Кроме того, из аммиака может быть получен водород (и, таким образом, аммиак представляет собой одну из форм транспортировки водорода).

В 2024 г. был утвержден законопроект, по которому обнуляется налог на добычу полезных ископаемых на природный газ для производства аммиака и водорода во всей арктической зоне (ранее такая льгота была только для месторождений на Ямале и Гыдане). Вероятно, эта льгота была введена по предложению «НОВАТЭКа», который в условиях санкционного давления вынужден был пересмотреть планы по Обскому газохимическому комплексу. Комплекс должен был стать следующим после «Арктик СПГ-2» проектом компании, и рассматривалась возможность его перепрофилирования под производство аммиака и карбамида.

Заключение

Итак, роль природного газа в мире меняется. В основном это связано с локализацией энергетики – результатом технологических изменений последних десятилетий стали возможности экономически обоснованного выстраивания цепочек «от добычи до потребления сырья» без значительного удаления от мест добычи. Это открывает новые возможности для российского газового субсектора, который характеризуется преобладанием изолированных запасов газа – прежде всего, на Севере и в Арктике. В этих условиях возможность сжижения газа представляется ключевым направлением «миниатюризации» энергетики в удаленных и труднодоступных регионах. СПГ в российских условиях представляет собой эффективный способ монетизации (и локализации потребления).

Несмотря на прогнозы снижения потребления природного газа рост спроса на это сырье будет расти. В российской Арктике это может существенным образом изменить логистику газовых потоков – отпадает необходимость строительства протяженных трубопроводов, повышается потенциал использования газа в качестве топлива на месте, что особенно важно для труднодоступных районов. Газовые теплоэлектростанции на основе СПГ способны выполнять функции как базовой, так и балансирующей генерации. Замещение либо резервирование действующих дизельных электростанций такими установками приобретает особую актуальность в современных условиях, что обусловлено рядом факторов, в том числе ценовыми преимуществами (стоимость СПГ в расчёте на единицу вырабатываемой энергии примерно в два раза ниже) и экологическими характеристиками (углеродный след СПГ в 5-10 раз ниже по сравнению с дизельным топливом).

Эти процессы получили дополнительный импульс в виде возможности сжижения и транспортировки газа внутри страны, а также в рамках миниатюризации энергетических решений для труднодоступных районов – малые центры, твердоксидные топливные элементы и прочее. В обозримом будущем не следует ожидать восстановления экспорта газа в прежних объемах, а значит поиск направлений монетизации газа в локальном сегменте и комбинирование его использования с ВИЭ в Арктике будут продолжены.

К сожалению, стратегические документы развития энергетического сектора (например, Энергетическая стратегии страны на период до 2050 года) предполагают преимущественно экспортную направленность потоков СПГ. По мнению автора, заданные ориентиры требуют корректировки в сторону увеличения потребления СПГ внутри страны и прежде всего – в регионах Азиатской России, располагающих не только значительными запасами газа в труднодоступных районах, но и возможностями развития новых производств и активностей на обширной территории.

Литература

1. Государственный доклад «О состоянии и использовании минерально-сырьевых ресурсов Российской Федерации в 2023 году». URL: https://www.mnr.gov.ru/upload/iblock/42a/4xr9hgcas9sdixfirkes8pkrv9f3xmqv/%D0%9A%D0%BD%D0%B8%D0%B3%D0%B0_%D0%93%D0%94-2023_26.02.2025.pdf (дата обращения: 20.08.2025).

2. Лебедев Д.О., Лиман И.А. Поиск эффективных способов монетизации добываемого в России природного газа. *Вестник Томского государственного университета. Экономика.* 2024;66:297-310. DOI: 10.17223/19988648/66/19.

3. Громов А.И. Среднесрочные перспективы российской газовой отрасли. *Бурение и нефть*. 2025;6:6-9. DOI: 10.62994/2072-4799.2025.95.93.001.

4. Konoplyanik A.A. Challenges and potential solutions for Russia during global gas transformation and «Green Revolution». *Energy Policy*. 2022;164. DOI: 10.1016/j.enpol.2022.112870.

5. «Газпром» отметил рост мирового потребления газа в 2025 году на 25 млрд куб. м [Электронный ресурс]. *ТАСС*. 2025. URL: https://tass.ru/ekonomika/25999239 (дата обращения: 15.01.2026).

6. Electricity 2026 – Analysis and forecast to 2030 [Электронный ресурс]. International Energy Agency. 2026. URL: https://iea.blob.core.windows.net/assets/f0aa3b77-5379-4c86-9869-1ff5786bc3b6/Electricity_2026.pdf (дата обращения: 01.02.2026).

7. Kern M. Where the Algo Meets the Asphalt [Электронный ресурс]. *OilPrice.com*. 2025. URL: https://oilprice.com/Energy/Energy-General/Dont-Buy-the-AI-Boom-Buy-the-Power-Plant-Next-Door.html (дата обращения: 17.01.2026).

8. В 2025 году инвестиции в дата-центры впервые превзойдут вложения в нефть. *РБК*. 2025. URL: https://www.rbc.ru/business/12/11/2025/69147d169a7947f90979953a (дата обращения: 05.02.2026).

9. World Energy Outlook 2025. *International Energy Agency*. 2025. URL: https://iea.blob.core.windows.net/assets/81980a53-9716-47f1-904e-b92a2c4d2ea4/WorldEnergyOutlook2025.pdf (дата обращения: 23.12.2025).

10. Сосунов О.Г. Будущее электроэнергетики за ТОТЭ. *Совет директоров*. 2024. URL: https://sovetdirectorov.info/2024/06/03/budushhee-elektroenergetiki-za-tote/ (дата обращения: 17.11.2025).

11. US House passes bill to fast-track natural gas pipeline permitting. *Reuters*. 2025. URL: https://www.reuters.com/legal/litigation/us-house-passes-bill-fast-track-natural-gas-pipeline-permitting-2025-12-12 (дата обращения: 20.01.2026).

12. Две вещи, которые каждый инвестор в Bloom Energy должен знать. *ProFinansy*. 2025. URL: https://lenta.profinansy.ru/news/4790235 (дата обращения: 10.12.2025).

13. Стратегия развития Арктической зоны Российской Федерации и обеспечения национальной безопасности на период до 2035 года. Утв. Указом Президента РФ от 26 октября 2020 г. № 645.

14. СПГ карта 2025. *Экономическая лаборатория Александра Климентьева*. URL: https://xn----7sbbe6bh.xn--p1ai/lngmap (дата обращения: 30.08.2025).

15. Об утверждении программы потребления сжиженного природного газа в Республике Саха (Якутия) до 2030 года. Утв. распоряжением Правительства Республики Саха (Якутия) от 30 июня 2021 г. № 602-р.

16. План развития инфраструктуры Северного морского пути до 2035 г. Утв. распоряжением Правительства РФ от 1 августа 2022 г. № 2115-р.

17. Проект «Росатома» по электроснабжению Баимки получил одобрение Путина. *Бизнес-портал NEDRADV*. 2021. URL: https://nedradv.ru/nedradv/ru/page_news?obj=32157dc993ed0cd15aa8f9b98d4882d6 (дата обращения: 25.09.2025).

18. Газпром отхватил у ЯТЭКа 3 из 5 лицензионных газовых участка. *Neftegaz.RU*. 2021. URL: https://neftegaz.ru/news/gas/713929-gazprom-otkhvatil-u-yateka-3-iz-5-litsenzionnykh-gazovykh-uchastka-v-yakutii/ (дата обращения: 20.09.2025).

19. Власти Якутии рассматривают организацию майнинга на газовых участках «Алросы». *Big Power Electric*. 2025. URL: https://www.bigpowernews.ru/news/document122952.phtml (дата обращения: 17.01.2026).

20. Вторая серийная российская 110-мегаваттная газовая турбина поставлена заказчику. *Техносфера Россия*. 2025. URL: https://tehnoomsk.ru/archives/20531?fbclid=IwY2xjawMvlkRleHRuA2FlbQIxMABicmlkETFpNEpsNDVmR3N6OUlQZDdSAR47yQr2I3DO7YiCL9artsHklCXCgInwLTV5WiHGnyBBAFRrgJOUw20WqHs_pA_aem_WJPtyQYiMuU1ciPeARwkMQ (дата обращения: 10.09.2025).

References

1. State report “On the state and use of mineral resources of the Russian Federation in 2023”. Available at: https://www.mnr.gov.ru/upload/iblock/42a/4xr9hgcas9sdixfirkes8pkrv9f3xmqv/%D0%9A%D0%BD%D0%B8%D0%B3%D0%B0_%D0%93%D0%94-2023_26.02.2025.pdf (accessed: 20 August 2025) (in Russian).

2. Lebedev D.O., Liman I.A. Finding effective ways to monetize natural gas produced in Russia. *Tomsk State University Journal of Economics*. 2024;66:297–310 (in Russian). DOI: 10.17223/19988648/66/19.

3. Gromov A.I. Medium-term prospects for the Russian gas industry. *Drilling and oil*. 2025;6:6–9 (in Russian). DOI: 10.62994/2072-4799.2025.95.93.001.

4. Konoplyanik A.A. Challenges and potential solutions for Russia during global gas transformation and “Green Revolution”. *Energy Policy*. 2022:164. DOI: 10.1016/j.enpol.2022.112870.

5. Gazprom noted an increase in global gas consumption by 25 billion cubic meters in 2025. TASS. 2025. Available at: https://tass.ru/ekonomika/25999239 (accessed: 15 January 2026) (in Russian).

6. Electricity 2026 – Analysis and forecast to 2030. International Energy Agency. 2026. Available at: https://iea.blob.core.windows.net/assets/f0aa3b77-5379-4c86-9869-1ff5786bc3b6/Electricity_2026.pdf (accessed: 01 February 2026).

7. Kern M. Where the Algo Meets the Asphalt. OilPrice.com. 2025. Available at: https://oilprice.com/Energy/Energy-General/Dont-Buy-the-AI-Boom-Buy-the-Power-Plant-Next-Door.html (accessed: 17 January 2026).

8. In 2025, investment in data centers will surpass investment in oil for the first time. RBK. 2025. Available at: https://www.rbc.ru/business/12/11/2025/69147d169a7947f90979953a (accessed: 05 February 2026) (in Russian).

9. World Energy Outlook 2025. International Energy Agency. 2025. Available at: https://iea.blob.core.windows.net/assets/81980a53-9716-47f1-904e-b92a2c4d2ea4/WorldEnergyOutlook2025.pdf (accessed: 23 December 2025).

10. Sosunov O.G. The future of electric power lies in solid fuel cells. Sovet direktorov. 2024. Available at: https://sovetdirectorov.info/2024/06/03/budushhee-elektroenergetiki-za-tote/ (accessed: 17 November 2025) (in Russian).

11. US House passes bill to fast-track natural gas pipeline permitting. Reuters. 2025. Available at: https://www.reuters.com/legal/litigation/us-house-passes-bill-fast-track-natural-gas-pipeline-permitting-2025-12-12 (accessed: 20 January 2026).

12. Two Things Every Bloom Energy Investor Should Know. ProFinansy. 2025. Available at: https://lenta.profinansy.ru/news/4790235 (accessed: 10 December 2025) (in Russian).

13. Strategy for the Development of the Arctic Zone of the Russian Federation and Ensuring National Security through 2035. Approved by Decree of the President of the Russian Federation of October 26, 2020, No. 645.

14. LNG Map 2025. Alexander Klimentyev's Economic Laboratory. 2025. Available at: https://xn----7sbbe6bh.xn--p1ai/lngmap (accessed: 30 August 2025) (in Russian).

15. On approval of the program for the consumption of liquefied natural gas in the Republic of Sakha (Yakutia) until 2030. Approved by order of the Government of the Republic of Sakha (Yakutia) dated June 30, 2021 No. 602-r.

16. Northern Sea Route Infrastructure Development Plan until 2035. Approved by RF Government Order No. 2115-r of August 1, 2022.

17. Rosatom's project to supply electricity to Baimka received Putin's approval. NEDRADV. 2021. Available at: https://nedradv.ru/nedradv/ru/page_news?obj=32157dc993ed0cd15aa8f9b98d4882d6 (accessed: 25 September 2025) (in Russian).

18. Gazprom has acquired three of five licensed gas fields from YATEK. Neftegaz.RU. 2021. Available at: https://neftegaz.ru/news/gas/713929-gazprom-otkhvatil-u-yateka-3-iz-5-litsenzionnykh-gazovykh-uchastka-v-yakutii/ (accessed: 20 September 2025) (in Russian).

19. Yakutia authorities are considering setting up mining operations at Alrosa's gas fields. BigPower Electric. 2025. Available at: https://www.bigpowernews.ru/news/document122952.phtml (accessed: 17 January 2026) (in Russian).

20. The second serial Russian 110-megawatt gas turbine has been delivered to the customer. *Technosphere Russia*. 2025. Available at: https://tehnoomsk.ru/archives/20531?fbclid=IwY2xjawMvlkRleHRuA2FlbQIxMABicmlkETFpNEpsNDVmR3N6OUlQZDdSAR47yQr2I3DO7YiCL9artsHklCXCgInwLTV5WiHGnyBBAFRrgJOUw20WqHs_pA_aem_WJPtyQYiMuU1ciPeARwkMQ (accessed: 10 September 2025) (in Russian).

Об авторе

КРЮКОВ Яков Валерьевич – кандидат экономических наук, старший научный сотрудник Института экономики и организации промышленного производства СО РАН, г. Новосибирск, Российская Федерация; ведущий научный сотрудник Научно-исследовательского института региональной экономики Севера, ФГАОУ ВО «Северо-Восточный федеральный университет имени М.К. Аммосова», г. Якутск, Российская Федерация, ORCID: 0000-0001-5891-2588, ResearcherID: T-2098-2018, Scopus Author ID: 57320847300, SPIN: 2728-8933, e-mail: kryukovyv@ieie.nsc.ru.

About the author

KRYUKOV Yakov Valerievich – Cand. Sci. (Economy), Senior researcher, Institute of Economics and Industrial Engineering, SB RAS, Novosibirsk, Russian Federation; Leading researcher, Institute of Regional Economy of the North, M.K. Ammosov North-Eastern Federal University, Yakutsk, Russian Federation, ORCID: 0000-0001-5891-2588, ResearcherID: T-2098-2018, Scopus Author ID: 57320847300, SPIN: 2728-8933, e-mail: kryukovyv@ieie.nsc.ru.

Конфликт интересов

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interests

The author declares no conflict of interest.

Поступила в редакцию / Submitted 20.01.2026
Поступила после рецензирования / Revised 26.02.2026
Принята к публикации / Accepted 26.03.2026