

Новые внешние вызовы для России в газовой сфере и возможные ответные меры

New external challenges for Russia in the gas sector and possible response measures

Андрей КОНОПЛЯНИК
Советник генерального директора ООО
«Газпром экспорт», член научного совета
РАН по системным исследованиям
в энергетике, д. э. н., профессор
Дипломатической академии МИД РФ
e-mail: andrey@konoplyanik.ru

Andrey KONOPLYANIK
Adviser to Director General, Gazprom export
LLC, Member of Scientific Council on System
Research in Energy, Russian Academy of
Sciences, Professor of the Diplomatic Academy,
Ministry for Foreign Affairs of Russia
e-mail: andrey@konoplyanik.ru

Танкер «Залив Находка» и СПГ-танкер «Обь»

Источник: vladsv / depositphotos.com



Аннотация. Статья поднимает вопрос о направлениях использования на внутреннем рынке объемов природного газа, высвобождающихся за счет политики ЕС по сокращению импорта российских энергоресурсов. Автор предлагает один из вариантов: наращивать децентрализованную газификацию районов к востоку от Урала за счет использования малотоннажного СПГ, производимого в Ямальском кластере (и доставляемого в перегрузочные терминалы на Камчатке и в Мурманске) и/или на Сахалине, который будет доставляться в криогенных танк-контейнерах на судах по Северному морскому пути в пункты складирования в портах по трассе СМП и далее с помощью дирижаблей развозиться вглубь материка с севера и востока. А также производимого на установках мтСПГ на компрессорных станциях по трассам газопроводов «Сила Сибири 1» и «2» и далее по той же логике доставляться вглубь континента с запада и юга. И использоваться для децентрализованного энергоснабжения (электро-, тепло- и газоснабжения) на модульных установках – криоАЗС и газовых электростанциях, мощности которых соответствуют уровню потребления муниципальных образований.

Ключевые слова: Европейский союз, сокращение импорта российского газа, внутренний рынок газа РФ, малотоннажный СПГ, газификация/энергоснабжение районов к востоку от Урала, Арктическая зона, Северный морской путь, грузовые дирижабли, криогенные танк-контейнеры, модульные установки.

Abstract. The article addresses the topic of ways of use at the Russian domestic market of former export gas volumes to Europe which became available since the EU policy is to cut-off Russian gas import. The author proposes one of such ways – to increase decentralized gasification of the areas to the East of the Urals by the use of small-scale LNG (SSLNG). It should be produced at the Yamal cluster (and delivered to the reloading terminals in Murmansk and at Kamchatka) and/or at Sakhalin. It should be delivered in cryogenic tank-containers at the ships and stockpiled in the sea-ports through the Northern Sea Route. From there it should be delivered inside the inland territory from its North and East by the airships (zeppelins). SSLNG should be also produced at the locations of compressor stations on the routes of the gas pipelines “Power of Siberia” 1 & 2. And delivered following the same logic further inside the inland territory from the West and South. SSLNG should be used for decentralized (off-grid) energy supplies (electricity, heat and gas supplies) at the modular installations – cryogenic gas-fueling stations and gas-fueled power plants, which capacities to be adequate to the energy demand of corresponding municipalities.
Keywords: European union, import cut-off of Russian gas, internal Russian gas market, small-scale LNG, gasification/energy supply of the areas to the East of Urals, Arctic zone, Northern Sea Route, cargo-airships, cryogenic tank-containers, modular installations.

Внешние вызовы для России

На мой взгляд, можно выделить две основные, с лагом во времени, взаимодополняющие глобальные тенденции в развитии мировой энергетики за последние полвека. После 1973–1979 гг., когда в течение одного десятилетия произошел двадцатикратный рост цен на нефть (с 2 до 40 долл. за баррель), мировое развитие стало разворачиваться от энергорасточительной к энергоэффективной экономике. Поначалу такой разворот происходил в зависимых

от импорта нефти странах ОЭСР в условиях нарастающей глобализации мировой экономики.

После 2008 г. (Киотского) и особенно 2015 г. (Парижского соглашения по климату) стал происходить разворот от высоко-эмиссионной экономики к низко-эмиссионной (нетто-нулевой) по объемам выбросов CO₂ и других тепличных газов экономике. На уровне публичного дискурса (видимый уровень для «прогрессивной общественности» и обывательского сообщества) находилась, на первый взгляд, именно климатиче-



Рис. 1. МИД Китая изобразил карту видения Западом «международного сообщества» после начала СВО

Источник:
Lijian Zhao

ская повестка, объединившая поначалу практически все страны ООН. Но вне публичного дискурса, на невидимом поначалу широкой публике внутреннем политическом уровне промышленно развитых стран, например, в ЕС, все более четко артикулировалась повестка нарастающего противостояния с Россией. При этом климатическая повестка была лишь прикрытием, а сутью – «замещение грязных импортных молекул чистыми отечественными электронами». Речь шла фактически о технологическом переделе мира [1]. Природному газу, хоть и наиболее чистому и обильному органическому топливу, стала отводиться лишь роль «переходного энергоресурса». Ему были противопоставлены электроэнергия из возобновляемых источников (солнечная, ветровая) и возобновляемый (так называемый «зеленый», получаемый методом электролиза воды) водород.

В рамках начавшейся после мирового финансового кризиса 2008–2009 гг. деглобализации стали нарастать тенденции регионализации, перехода к протекционизму, крайними формами которого являются нелегитимные санкции и эмбарго, устанавливаемые отдельными странами (США) и/или группами стран (ЕС, «Группа семи») в одностороннем порядке вне

мандата ООН. Это явление в значительной мере отражает постепенную утрату США своего глобального экономического доминирования. Поэтому данная страна (а под ее руководством и давлением и другие страны т. н. «международного сообщества») стала все чаще прибегать к указанным нелегитимным мерам как к регулярным инструментам конкурентной борьбы для противостояния выходящим на мировые рынки новым сильным экономикам, для очередного передела мира в свою пользу.

После начала специальной военной операции (СВО) в феврале 2022 г. произошел давно подспудно вызревавший окончательный политический раскол мира ООН – страны западного так называемого «международного сообщества» (МИД Китая очень наглядно изобразил карту видения Западом «международного сообщества» после начала СВО – см. рис. 1) стали форсировать отказ от глобального сотрудничества с Россией в своей публичной политике. Энергетика стала одной из приоритетных зон санкционного разрыва отношений с нашей страной, в том числе по вопросам энергоэффективного и низкоэмиссионного развития, являющихся ключевыми для перехода мировой экономики на новый технологический уклад.

Страны ЕС нацелились на полный отказ от российских энергоресурсов, в том числе газа, опираясь на политически-мотивированные рассуждения о «надежности и безопасности» поставок, в рамках которых Россия отныне артикулируется как «политически ненадежный» поставщик. При этом внедрение в общественное сознание ЕС этой идеологемы происходило по технологии «окна Овертона» (цепочкой последовательных пошаговых сознательных искажений), начиная с транзитных российско-украинских кризисов 2006–2009 гг. (когда кризис транзитера был трансформирован в общественном сознании ЕС в ненадежность поставщика).

Предпочтение сегодня в ЕС отдается решениям, которые по сравнению с поставками российского трубопроводного газа являются:

- более дорогими: поставки газа из отдельных месторождений по отдельным трубопроводам против поставок из газотранспортной системы (ГТС) РФ через радиально-кольцевую систему экспортных трубопроводов РФ в ЕС;
- более эмиссионно-грязными: импортный СПГ, тем более СПГ США на основе сланцевого газа;

Таким образом, на данный не вполне определенный по перспективам период у России появляются дополнительные высвобождающиеся в Европе объемы газа для использования на внутреннем рынке

- менее надежными и устойчивыми по технико-экономическим соображениям:
 - (i) возобновляемые источники энергии (такие как солнце и ветер, основные ВИЭ для ЕС) – метеозависимы, недиспетчеризуемы, требуют наличия больших резервных мощностей, характеризуются низким коэффициентом использования установленной мощности (КИУМ);
 - (ii) возобновляемый же водород как системное решение энергетических проблем для ЕС – это

Танкер СПГ в океане

Источник: MikeMareen / depositphotos.com



Узкое место в энергетической цепочке для обеспечения устойчивого бесперебойного энергоснабжения большей части территории России к востоку от Урала – это транспортное звено

в чистом виде «водородная иллюзия» (С. Фурфари) [2].

Возникает естественный вопрос: Cui bono? Cui prodest? (Ищи, кому выгодно?). Ответ известен: единственным бенефициаром разрыва отношений Европы с Россией являются США. Не устаю повторять, что целью США является устранение России с газового рынка Европы для того, чтобы заместить поставки более дешевого российского газа своим более дорогим СПГ. И за счет этого (роста энергетической составляющей издержек производства обрабатывающих отраслей ЕС) понизить конкурентоспособность Европы на глобальном рынке, расширив тем самым (удержав от сжатия) конкурентную нишу США. Ничего личного. Только бизнес. Америка превыше всего (America First).

Строительство газопровода «Бованенково – Ухта»

Источник: gazprom.ru



Инструменты разрыва ЕС с Россией

03.03.2022 г., через 10 дней после начала СВО, был обнародован план МЭА «10 пунктов отказа ЕС от российского газа» [3], итогом реализации которого должно стать сокращение спроса на российский газ в ЕС на 50 млрд м³/год до конца 2022 г. Это эквивалентно сокращению на 1/3 импорта из РФ в годовом исчислении (155 млрд м³/год в 2021 г. по оценке МЭА).

Пункт 1 плана МЭА – замещение российского сетевого газа импортным СПГ (в первую очередь СПГ США, в рамках специальных программ сотрудничества США-ЕС). Но сам по себе СПГ является более эмиссионно грязным, как по выбросам CO₂ так и по утечкам метана, чем трубопроводный газ, а СПГ США на основе сланцевого газа – намного более грязным, чем российский трубопроводный газ, особенно если последний поставляется в ЕС по современным газопроводам «Северный поток 1» или «2» и/или «Турецкий поток» (это показали исследования Thinkster 2017 и 2020 гг. [4–5]). Более того, британское издание Financial Times отметило рост радиоактивных/самовоспламеняющихся загрязнителей в ГТС Великобритании в связи с ростом поставок СПГ после апреля 2022 г. [6]

Затем в ЕС было принято несколько основополагающих (для преодоления ру-

котворного энергетического кризиса в ЕС) документов и семь пакетов санкционных инструментов по их реализации.

Во-первых, программа «Перезагрузить ЕС!» (предварительный от 08.03.2022 [7] и обновленный от 18.05.2022 [8] варианты). Этот документ предполагает сокращение спроса на российский газ на 100 млрд м³/год в 2022 г. (2/3 импорта из РФ в 2021 г.) и полный отказ от импорта энергоресурсов из РФ к 2027 г. за счет:

(а) замещения российского сетевого газа импортным СПГ (СПГ США). Но мы уже отметили, что этот вариант замены является эмиссионно более грязной альтернативой. К тому же мировой рынок СПГ остается дефицитным. Поэтому на нем будет (особенно в преддверие и в течение зимы) возрасти конкуренция между Европой и Азией, что приведет к дальнейшему росту газовых цен;

(б) роста энергоэффективности. Она активно росла в ЕС с 1970-х гг. – ответная реакция на последствия нефтяных кризисов, и с того времени была пройдена значительная часть ее «кривой обучения» (снижение удельных расходов за счет технологических усовершенствований на основе эволюционного НТП). Поэтому ресурсы быстрого дальнейшего роста энергоэффективности в ЕС в значительной степени исчерпаны, а революционный НТП требует времени и денег. То есть движение по этому пути в ЕС – это дорого и долго. Тем более ставка в ЕС в последние годы,

в рамках «зеленой повестки», делалась не на снижение удельных расходов энергии, а на снижение удельных выбросов CO₂;

(в) возобновляемого водорода, на основе как внутреннего производства, так и импорта, но это долгий и дорогой путь с неясными перспективами.

20 июля 2022 г. в ЕС был принят документ «Экономить газ, чтобы преодолеть зиму» [9], предусматривающий добровольно-принудительное сокращение потребления газа на 15 % в период 01.08.2022–31.03.2023 гг. по сравнению со средним 5-летним уровнем. Это в итоге ведет к замещению дефицитного газа более эмиссионно-грязными невозобновляемыми энергоресурсами (уголь, дрова, мазут/дизтопливо) и/или электроэнергией АЭС, которая все еще не считается «чистой» и безопасной, а потому планы по выводу АЭС из эксплуа-

Кардинальным системным решением представляется децентрализованная и внесетевая газификация. И на ее основе – энергоснабжение домохозяйств, которые не попадают под программу газификации РФ

Бурение газовых скважин на Медвежьем месторождении

Источник: gazprom.ru



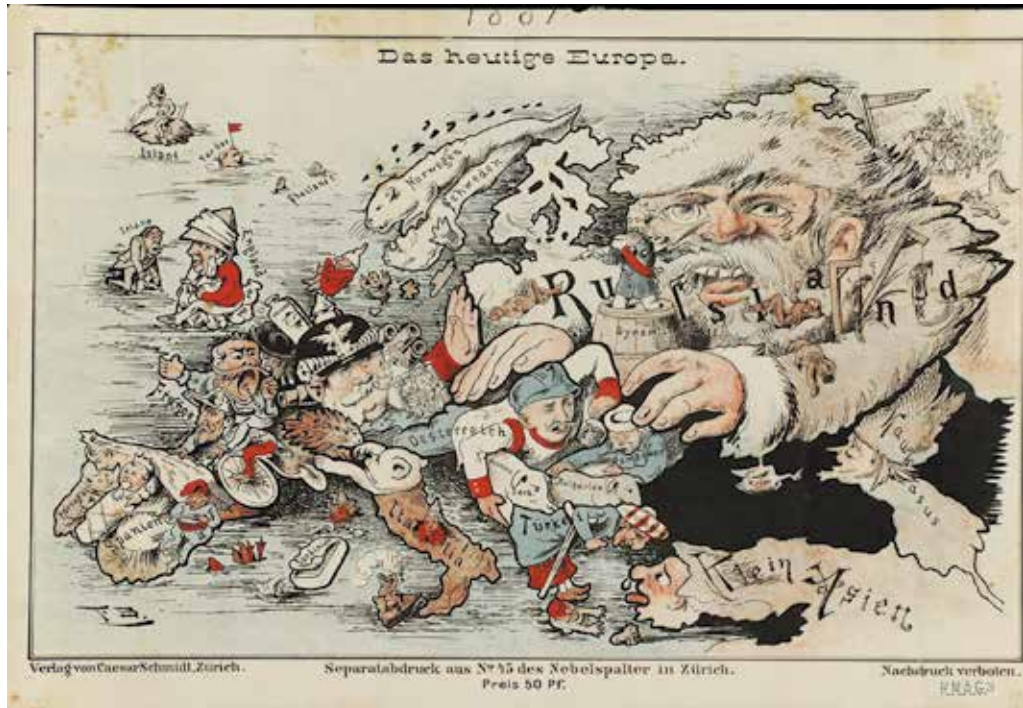


Рис. 2. Демонизация России – ничего нового... Déjà vu... (1875. «Сегодня в Европе», Цюрих)

тации не отменены, а лишь приостановлены. Особо хочу отметить «Обращение к нации 2022 г. президента Еврокомиссии Урсулы фон дер Ляйен», с которым она выступила 14.09.2022 [10]. В самом начале ее выступления прозвучали слова: «война бушует на европейской земле»... (то есть слова «Украина – це Европа» мы слышали уже из уст высшего должностного лица исполнительной власти ЕС!), «Россия ... безжалостное лицо дьявола», «санкции [ЕС против России – А.К.] увековечены...» Все это свидетельствует о текущем пике конфронтации ЕС с РФ, о продолжающейся демонизация России, о долгой грядущей санкционной

Энергоснабжение оставшихся 17 % домохозяйств, на наш взгляд, следует вести на основе малотоннажного СПГ в криогенных танк-контейнерах в энергопроизводстве и энергопотреблении

истерии в ЕС. Правда, это уже было. Как в истории полутравековой давности (см. рис. 2), так и в истории сорокалетней давности. Тогда нечто подобное (а может оно и было взято за основу, за отправную точку мадам фон дер Ляйен?) прозвучало в речи президента Рейгана 08.03.1983 [11], что «СССР – империя зла...», является «концентрацией зла в современном мире...». Тогда это был очередной (после Карибского кризиса) пик конфронтации США – СССР, который затем сменился очередной разрядкой отношений двух стран («когда Луна становится полной, она начинает убывать...»). Правда, спустя несколько лет Советский Союз прекратил свое существование, даже мысли о чем в нынешнее время в отношении России я не допускаю, а полагаю, что ныне такая участь грозит, скорее, Евросоюзу.

Высвобождающиеся экспортные объемы на внутренний рынок

Нынешние санкции США и ЕС («Группы семи», ОЭСР) против РФ делают невозможным (полагаю, что временно) развивать любое (в т. ч. энергетическое) сотрудничество Россия – ЕС.

При отсутствии транспортной инфраструктуры, единственным средством регулярной доставки малотоннажного СПГ в криогенных танк-контейнерах могут быть современные грузовые дирижабли

целевого сокращения спроса на российский газ со стороны ЕС в соответствии с «10 пунктами» МЭА и «REPowerEU» ЕС. По мнению Ю. Шафраника, в области малотоннажного СПГ (мтСПГ) в стране имеются полностью освоенные российские технологии, кроме криогенных цистерн (завозим китайские). А. Климентьев приводит данные Федеральной таможенной службы РФ, что «по итогам 2019 г. поставки малотоннажного СПГ из России осуществлялись в 12 стран (в 2018 г. – 8). При этом флот газовозов и криогенных цистерн, использующихся для вывоза СПГ, принадлежит зарубежным компаниям» [13]. О перспективах

Производство среднетоннажного СПГ в Высоцке

Источник: rus-shipping.ru



Грузоподъемность более 20 т, низкая себестоимость доставки, экологичность, большая дальность полета, безаэродромное базирование – все это позволяет использовать дирижабли как транспорт

использования малотоннажного СПГ для газификации России и поговорим далее.

Узкое место – транспортное звено

Узкое место в энергетической цепочке для обеспечения устойчивого бесперебойного энергоснабжения большей части территории России к востоку от Урала – это транспортное звено. Именно оно в значительной степени диктует выбор схемы энергоснабжения удаленных территорий (см. рис. 3). Понятно, что любое совершенствование схемы «северного завоза» имеет лишь тактическое значение,

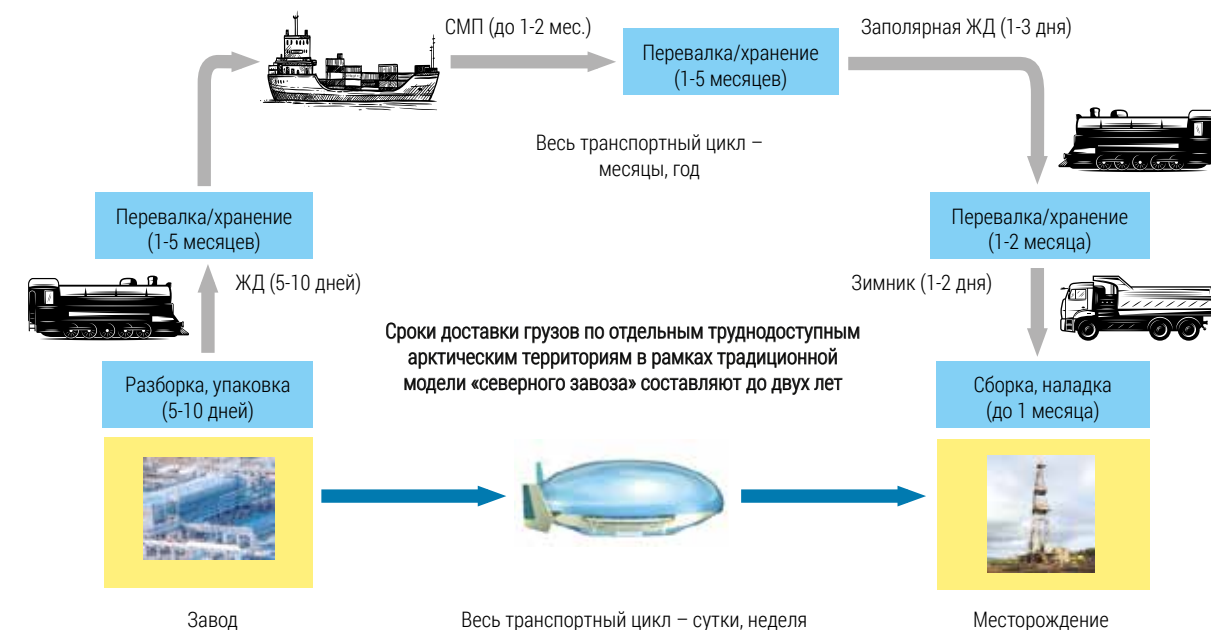
специфические индивидуализированные частные решения.

Кардинальным системным решением представляется децентрализованная и внесетевая газификация. И на ее основе – энергоснабжение тех домохозяйств, которые не попадают в рамках программы газификации России под так называемую «технически возможную газификацию», которая в перспективе должна охватить 83 % домохозяйств на основе преимущественно сетевой газификации. Энергоснабжение оставшихся 17 % домохозяйств, на наш взгляд, следует вести на основе малотоннажного СПГ в криогенных танк-контейнерах в энергопроизводстве и энергопотреблении.

В условиях отсутствия транспортной инфраструктуры, единственным средством регулярной, всесезонной доставки малотоннажного СПГ в криогенных танк-контейнерах до потребителя могут быть современные грузовые дирижабли. Возможность поднимать груз много более 20 т (что является пределом грузоподъемности для крупнейшего вертолета Ми-26), низкая себестоимость доставки, экологичность (двигатели используют СПГ в качестве моторного топлива), большая дальность полета (1000–2000 км), безаэродромное базирование, всесезонность –

Рис. 3. Революционные возможности по доставке крупногабаритных и тяжелых грузов на территории со слаборазвитой или отсутствующей инфраструктурой

Источники:
А. Конопляник, В. Ворошилов



Завод малотоннажного СПГ

Источник: gazprom.ru

это те необходимые качества, которые позволяют использовать дирижабли как транспортное средство, применимое для реализации задачи газификации удаленных территорий на постоянной основе. Помимо собственно газификации удаленных муниципальных образований и производственных объектов, с помощью грузовых дирижаблей можно решать широкий комплекс задач по всей энергетической цепочке, так и вне ее в рамках народнохозяйственных потребностей.

В общем виде, предлагаемая нами схема энергоснабжения построена на комбинации нескольких элементов. В ее основе поставки малотоннажного СПГ как источника подведенной энергии для децентрализованного энергоснабжения населенных пунктов и производственных объектов различной крупности (уровня энергопотребления).

Использовать малотоннажный СПГ предлагается на основе модульного ряда газовых электростанций (конденсационного типа, там где речь идет об электроснабжении) и/или теплофикационного типа (там где речь идет об электро- и теплоснабжении) для децентрализованного электро- и теплоснабжения, а также газоснабжения, в рамках внутрипоселковых, создаваемых

в конкретных муниципальных образованиях, распределительных сетей, запитываемых от локальных же крио-АЗС на основе сменных криогенных цистерн в танк-контейнерах.

Эти крио-АЗС могут использоваться для заправки СПГ как грузового автотранспорта (для коммерческого, промышленного сектора), так и частного легкового для локальных пассажирских перевозок внутри и вокруг населенных пунктов.

Три ключевых вопроса в этой связи: где взять малотоннажный СПГ, как его доставить потребителю, как его использовать?

Из-за низкой плотности населения и больших расстояний энергоснабжение большинства территорий к востоку от Урала, в том числе в Арктике, может быть только децентрализованным и локализованным

Модели энергоснабжения для Восточной Сибири

Для большинства территорий и населенных пунктов к востоку от Урала, в том числе в Арктической зоне, энергоснабжение может быть только децентрализованным, локализованным, ибо централизованное сетевое хозяйство в Сибири за пределами крупных городов невозможно по экономике (низкая плотность населения при резком увеличении дальности транспортировки по сравнению с европейской частью). А в условиях вечной мерзлоты – и по технологии... Каковы в таком случае варианты децентрализованного электроснабжения?

Варианты с мини-АЭС (плавучая АЭС «Ломоносов» и подобные) могут подойти для крупных городов и производственных объектов на крупных реках (доставить и поставить на причал). Проблемой для использования мини-АЭС является прохождение ночного провала в графике нагрузки (их низкая маневренность), поэтому они должны работать в энергосистеме с промышленными потребителями с непрерывным производственным циклом. Поэтому они не подходят для энергоснабжения городов (тем более малых) с разуплотненным графиком нагрузки. Или должны работать в связке с накопителями энергии, по аналогии с ГАЭС.

ВИЭ, а сегодня это преимущественно ветровая и солнечная энергия, обеспечивают только электропотребление, так как производят только электроэнергию. При этом они метеозависимы, у них «рванный» цикл производства электроэнергии (когда есть солнце и ветер), поэтому для них нужны резервные (балансирующие) мощности. В нынешних условиях это либо мазут,

Децентрализованная газификация на базе малотоннажного СПГ – это иная экономическая логика. Это индивидуализация и подстройка производства под индивидуальные особенности потребителей



Плавучая АЭС им. Ломоносова на Чукотке
Источник: *merphi.ru*

либо уголь. Значит, возникает проблема транспорта и экологии. Альтернативой для решения проблемы экологии может быть газ. Откуда его взять и как и в каком виде его доставить (решение проблемы транспорта) – об этом ниже.

Вариант с мини-гидростанциями на основе прямоточных турбин без строительства плотин (ГЭС плотинного типа, с большим объемом земляных и бетонных работ – не для условий вечной мерзлоты) возможен как частное локальное решение малой и микромощности. При этом он подходит лишь для сезонного использования в Сибири, где реки имеют обыкновение замерзать не только зимой, но с осени по весну. Остальные ВИЭ (волновая, приливная, геотермальная и т. п.) пока экзотика и не могут стать системным решением.

Угольные, мазутные электростанции (конденсационные и/или теплофикационные) и/или котельные (как основной или как резервный источник энергоснабжения) – это вопросы экологии, логистики доставки топлива (Северный завоз – 2 года), низкой калорийности угля (7 тыс. ккал/кг против 10–11 у нефти/газа), увеличения выбросов CO₂.

Значит, остается природный газ. Сетевой не проходит – разоримся на инфраструктуре. Сжатый или сжиженный? Сжиженный, так как в 600 раз меньший объем при той же калорийности.

Итак, СПГ – как безальтернативная (если идти «от противного») опция для энергоснабжения Восточной Сибири и Арктической зоны. Децентрализованная газификация на базе малотоннажного СПГ –

это не опора на эффект масштаба. Это иная экономическая логика. Это индивидуализация. Это подстройка производства под индивидуальные особенности конкретных потребителей (групп потребителей), живущих на конкретных территориях, с учетом особенностей этих территорий (среди основных: нет постоянных дорог и есть вечная мерзлота). То есть это принципиально иная технико-экономическая модель газификации и энергоснабжения на ее основе.

Причем эта модель – энергоснабжение на основе малотоннажного СПГ – может работать в связке с моделью децентрализованного производства электроэнергии на основе ВИЭ. Большая часть территории России непригодна для централизованного энергоснабжения. Значительные территории пригодны лишь для автономного энергоснабжения, а многие – до сих пор не электрифицированы. ВИЭ могут и должны решить – частично – проблему электрификации неэлектрифицированных пока очаговых территорий. Но в одиночку они эту проблему решить не смогут в силу своей метеозависимости, неприменимости многих доступных сегодня технологических решений электрификации на основе ВИЭ для некрупных муниципальных образований и производств (крупные ГЭС, солнечные электростанции – СЭС). Остается преимущественно ветровая энергия – ветровые электростанции (ВЭС). Но у них, по определению, низкий КИУМ и системное несоответствие графику электрической нагрузки. Значит, в отсутствие промышленных накопителей энергии (эта проблема еще долго не будет решена), нужны резервные генерирующие установки.

Установки по производству малотоннажного СПГ
Источник: *sdelanounas.ru*



В районах Арктической зоны, Крайнего Севера никогда не будет постоянной традиционной транспортной инфраструктуры, которая эффективно связывала бы эти территории по земле и воде

Причем не исторически традиционные для этих мест угольные котельные или дизельные электрогенераторы, а современные экологичные установки. Значит это будут газовые (парогазовые) установки/турбины: теплофикационные (для выработки тепла и электроэнергии) или конденсационные (для выработки электроэнергии). Таким образом мтСПГ будет востребован как самостоятельный источник децентрализованного энергоснабжения удаленных районов, так и источник резервного энергоснабжения, работающий в паре с ВЭС.

Энергопотребление: модульный подход

Для эффективного решения проблемы надежного и устойчивого энергоснабжения на основе малотоннажного СПГ необходим модульный подход. То есть стандартизация и унификация отдельных блоков технических решений, чтобы на основе типовых модулей можно было собирать (пакетировать) генерирующие установки заданной мощности, то есть соответствующей тому объему спроса на электроэнергию и тепло, который задает соответствующее муниципальное образование (населенный пункт и его производственные, коммерческие и коммунальные объекты). В основе блока генерации – газовая конденсационная (производство электроэнергии) или теплофикационная (производство электроэнергии и тепла) установка. Необходим дискретный ряд генерирующих мощностей для малых населенных пунктов разной крупности, чтобы компенсировать за счет модульности и стандартизации отсутствующий при децентрализованном энергоснабжении эффект масштаба.



20-футовые
(вариант складирования)



40-футовые

Рис. 4. Типовые танк-контейнеры для перевозки СПГ и варианты их складирования

Источник:
В. Ворошилов

Это же относится и к необходимости разработки дискретного ряда модульных установок по производству малотоннажного СПГ и его расфасовки на выходе с установки по сжижению в стандартные 20-футовые или 40-футовые криогенные танк-контейнеры. На основе сборок из таких танк-контейнеров должны формироваться заправочные комплексы, которые будут обслуживать как локальные мощности децентрализованной газовой генерации, так и локальный автотранспорт, работающий на СПГ для пассажирских (внутри муниципальных образований) и грузовых локальных же перевозок (см. рис. 4).

Решение проблемы транспортной доставки

В районах Арктической зоны, Крайнего Севера, Сибири или на отнесенных к ним сухопутных территориях, на мой взгляд, никогда не будет постоянной традиционной транспортной инфраструктуры, которая эффективно связывала бы эти территории по земле, по воде, или существующими средствами воздушной доставки (люди, грузы) в круглогодичном режиме. Поэтому ни один вид традиционного транспорта не сможет обеспечить регулярной, всесезонной, устойчивой, надежной, бесперебойной доставки танк-контейнеров с криоцистернами и с малотоннажным СПГ от мест его производства в места назначения (см. рис. 5).

Железные и автодороги. Всеобъемлющей дорожной инфраструктуры в этих районах нет и не будет, не в последнюю

очередь из-за вечной мерзлоты (сезонное оттаивание, вспучивание грунтов, ведущее к регулярным деформациям дорожного полотна) и отсутствия потребности в высокой провозной способности магистралей. Поэтому возможны только отдельные новые линии к новым крупным промышленным объектам (типа расширения углевозных магистралей для якутского угля). Указанные проблемы будут либо делать очень дорогим строительство диверсифицированной дорожной транспортной инфраструктуры (низкая провозная способность дорог при очень высоких затратах на их строительство и эксплуатацию). Либо окажется просто технически невозможно охватить такой инфраструктурой все населенные пункты для работы в круглогодичном режиме. Значит, какие-то муниципальные образования все равно окажутся вне круглогодичного доступа. Но если основные пассажирские перевозки можно переложить на плечи большой и малой авиации, то регулярные грузоперевозки в том числе малотоннаж-

Морской транспорт может доставить малотоннажный СПГ в криогенных танк-контейнерах в прибрежные порты круглогодично по трассе Севморпути. Но как его доставить вглубь континента?

Освоение отдельных газовых месторождений внутри Арктического региона должно быть нацелено на сжижение газа на месте, «расфасовку» в криоцистерны и использование для нужд газификации

ного СПГ для энергоснабжения всех, в том числе удаленных и малонаселенных муниципальных образований – нет. Поэтому строительство авто- и железнодорожной инфраструктуры – это точечная задача для связывания между собой лишь некоторых центров концентрации населения или промышленных предприятий, обладающих достаточным объемом существующей или перспективной грузовой базы.

Трубопроводы. Мы уже пояснили, что ведем речь о территориях за пределами 83 % газифицированных домохозяйств, где сетевая газификация (то есть использование магистрального трубопроводного транспорта) технически невозможна, либо совершенно разорительна по определению. Речь, однако, не идет об отказе от формирования локальных распределительных сетей внутри населенных пунктов при децентра-

лизованном их газоснабжении на основе малотоннажного СПГ.

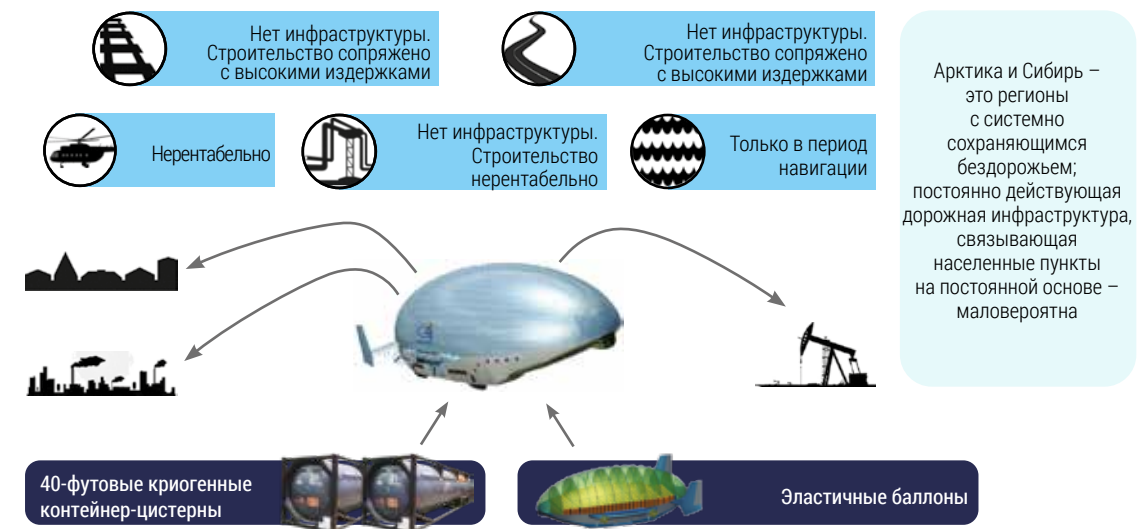
Морской транспорт может обеспечить доставку малотоннажного СПГ в криогенных танк-контейнерах в прибрежные порты по трассе Севморпути в круглогодичном режиме (контейнеровозами ледового класса либо обычного класса с ледокольным сопровождением). Но как его оттуда доставить вглубь континента? Речной транспорт (грузовые баржи) может работать только в период короткого погодного окна для навигации. Конечно, проблема энергоснабжения (электроэнергия и тепло) стоящих на реках крупных городов или крупных промышленных объектов с приданной им социальной инфраструктурой может быть решена на основе малых плавучих атомных электростанций, поставленных на причал (типа «Академик Ломоносов»). Но это – счастливый удел только крупных жилых и/или промышленных объектов.

Традиционный авиатранспорт (вертолеты и самолеты) для целей регулярного энергоснабжения (регулярная челночная доставка криогенных цистерн в танк-контейнерах – туда заполненные, обратно пустые) непригоден. Самый большой вертолет в мире Ми-26 имеет грузоподъемность в грузовой кабине или на внешней подвеске – 20 т, что почти вдвое меньше веса 40-футового танк-контейнера с СПГ криоцистерной (36 т).

Таким образом, никакой из видов традиционного транспорта, ни их совокуп-

Рис. 5. СПГ и транспортные решения по его доставке потребителям в Сибири и Арктической зоне

Источники:
А. Конопляник, В. Ворошилов





Грузоподъемность: 68 т
Дальность: 2000 км
Объем гелия: 90000 куб. м

Скорость: 150-180 км/час
Потребление топлива: 850 л/час (керосин/СПГ)

Рис. 6. Грузовые дирижабли «Атлант» Источник: В. Ворошилов

Рис. 7. Внешний контур для децентрализованного газоснабжения районов к востоку от Урала и Арктической зоны => для размещения заводов мтСПГ и мест базирования грузовых дирижаблей со складскими площадками криогенных танк-контейнеров Источник: А. Конопляник (источник карты: ПАО «Газпром»)



★ Заводы ктСПГ: 1 – «Сахалин-2» 2 – «Ямал СПГ» 3 – «Арктик СПГ»

★ Перегрузочные терминалы СПГ: 4 - Камчатка 5 – Мурманск

→ Северное и восточное морское полукольцо

→ Западное и южное трубопроводное полукольцо

→ Поставки танк-контейнеров с криоцистернами мтСПГ и/или модулей с оборудованием ГТЭС/ГТЭЦ дирижаблями с заводов мтСПГ/баз хранения



СПГ-завод проекта «Сахалин-2» Источник: gazprom.ru

ность, не могут создать разветвленную транспортную сеть, которая могла бы покрыть всю территорию Арктической зоны и/или Крайнего Севера и приравненных к нему местностей, чтобы обеспечить круглогодичную внесезонную доставку экологичного топлива (природный газ в виде малотоннажного СПГ) в целях энергоснабжения и газификации муниципальных образований и производственных объектов этих территорий. Но эту задачу легко решают грузовые дирижабли «Атлант» грузоподъемностью 68 т и дальностью полета 2000 км (см. рис. 6).

Где брать малотоннажный СПГ и логистика доставки

Я вижу в Арктической зоне и восточных районах России три существующих или потенциальных центра производства малотоннажного СПГ, которые мы рассматриваем в качестве возможных источников энергоснабжения территорий, не охваченных сегодня централизованным электро-снабжением и/или «технически возможной» газификацией. На этих проектах могут быть выделены технологические линии по заполнению криогенных танк-контейнеров сжиженным газом.

Во-первых, это проекты «Сахалин-2», Ямал СПГ и Арктик СПГ. Плюс к этому наличные объемы СПГ будут доступны

на двух перегрузочных терминалах СПГ – на Камчатке и в Мурманске (см. рис. 7).

Поэтому при создании технологической линии в рамках проекта «Сахалин-2» или в Ямальском кластере производства СПГ по его «расфасовке» там же в криогенные танк-контейнеры, этот уже малотоннажный (в отличие от крупнотоннажного, который танкерами-метановозами ледового класса идет на восток или запад на перегрузочные терминалы) оттуда может поставляться контейнеровозами ледового класса, или обычного класса с ледокольным сопровождением, по трассе Севморпути (СМП) также в восточном и западном направлении, но с иным предназначением. Цель – порты населенных пунктов по трассе СМП (см. рис. 8), где эти танк-контейнеры будут

Грузоподъемность дирижабля зависит от расстояния перевозки. Поэтому логистика покрытия Сибири и Арктики предполагает как более разреженную, так и более плотную сетку «кругов покрытия»



Рис. 8. Основные порты по трассе Севморпути
Источник: Е. Краснова (<https://rusvst.ru/index.php?newsid=2388>)

Дирижабли также могут обеспечить внутренний рынок сбыта для гелия и предотвратить возможный обвал мирового рынка этого газа после выхода Амурского ГПЗ на проектные показатели

разгружаться как для нужд энергоснабжения данного населенного пункта, так и для складирования на специально оборудованных площадках (рис. 4) для последующей транспортировки грузовыми дирижаблями вглубь континента (рис. 7).

Логистика размещения площадок складирования танк-контейнеров с криогенными цистернами по трассе СМП (и баз обслуживания дирижаблей) обосновывается, исходя из оптимизации стандартной транспортной задачи: необходимо оптимизировать зоны охвата территории с разных площадок базирования, чтобы минимизировать транспортную работу в рамках заданных ее объемов по конкретным

населенным пунктам территории. Понятно, что такая работа требует системного специализированного оператора, а не набора индивидуальных частных решений. Контейнеровозы идут с Ямала на восток и запад с заполненными танк-контейнерами, разгружая их по трассе следования. Одновременно – или на обратном пути – они забирают на борт с площадок хранения пустые цистерны, которые доставляются на эти площадки возвратными рейсами грузовых дирижаблей с соответствующих населенных пунктов в глубине территории. Таким образом ни контейнеровозы, ни грузовые дирижабли не совершают холостых пробегов и порожних рейсов. Туда – с газом в танк-контейнерах, обратно – с возвратной тарой.

На востоке, с перегрузочного терминала на Камчатке либо с завода СПГ в Пригородном (проект «Сахалин-2»), при создании технологической линии по расфасовке СПГ в криогенные цистерны – танк-контейнеры, можно покрыть поставками малотоннажного СПГ всю прибрежную зону Охотского, Японского и Берингова морей. Как для энергоснабжения прибрежных населенных пунктов, так и для создания в некоторых из них баз складирования танк-контейнеров с криоцистернами для последующей доставки дирижаблями вглубь континента

с восточного направления. Понятно, что эффективное плечо дальней доставки с побережья вглубь территории будет определяться именно дирижаблями.

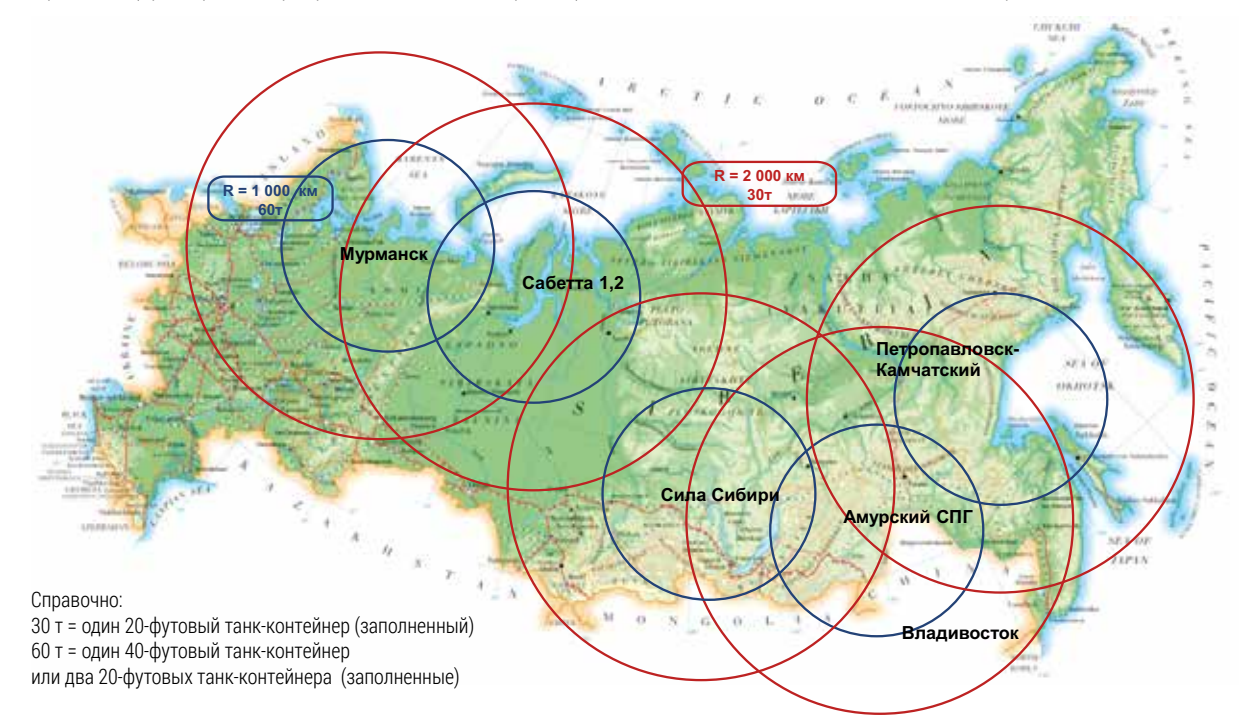
За исключением тех частных (точечных) случаев, когда в наличии имеются постоянно действующие авто- или железные дороги. Или морской транспорт, как в случае с запускаемым «Газпромом» на Сахалине проектом газоснабжения островов Курильской гряды на основе поставки малотоннажного СПГ, производимого в рамках проекта «Сахалин-2», по предлагаемой нами логике: в сменных криогенных танк-контейнерах.

Такая же схема может быть применена и при доставке малотоннажного СПГ с площадок складирования танк-контейнеров с криоцистернами на Мурманском перегрузочном узле. Правда, в этой части России площадь территорий, неохваченных централизованным электроснабжением и/или газификацией, а также дорожной инфраструктурой, меньше, чем на востоке страны. Поэтому основное применение грузовых дирижаблей мы увидим, скорее, для районов к востоку от Урала. Сказанное относилось к доставке сжиженного газа вглубь континента с севера и/или востока Арктической зоны/районов Крайнего Севера и приравненных к ним.

Никакой из видов традиционного транспорта не может создать разветвленную инфраструктурную сеть, которая могла бы круглогодично покрывать всю территорию Арктической зоны и Крайнего Севера

Во-вторых, это газопроводы «Сила Сибири-1» и «Сила Сибири-2», трассы которых проходят по южной и западной границам рассматриваемых районов. Некоторые компрессорные станции на этих газопроводах могут стать местами размещения заводов малотоннажного СПГ и площадок складирования танк-контейнеров с криоцистернами. Конкретные места их расположения – также предмет для решения логистической транспортной задачи. Отсюда танк-контейнеры с криоцистернами с малотоннажным СПГ могут доставляться грузовыми дирижаблями, в режиме отсутствия холостых пробегов, в населенные пункты в глубине территории Восточной Сибири и Дальнего Востока (рис. 7).

Рис. 9. Эффективная грузоподъемность дирижабля в зависимости от расстояния перевозки (пример более разреженной сетки покрытия)
Источники: В. Ворошилов, А. Конопляник



Справочно:
30 т = один 20-футовый танк-контейнер (заполненный)
60 т = один 40-футовый танк-контейнер
или два 20-футовых танк-контейнера (заполненные)

В-третьих, освоение отдельных газовых месторождений внутри обширного Арктического региона (например, в Якутии), должно быть нацелено на его сжижение на месте, «расфасовку» в криоцистерны в танк-контейнерах и использование для нужд газификации этого региона, где средство доставки – те же грузовые дирижабли. Освоение многочисленных мелких и средних месторождений газа в Восточной Сибири (за рамками освоения гигантов для трубопроводного транспорта) может вестись на основе модульных схем. Грузовые дирижабли будут использоваться в этом случае как средство доставки модулей с оборудованием для освоения месторождений и производства малотоннажного СПГ, «фасуемого» в танк-контейнеры, и для доставки этих танк-контейнеров на место назначения или на логистические площадки, откуда они могут уже другим видом транспорта доставляться конечным потребителям.

Небольшой срок разработки отдельных мелких месторождений «на истощение» подразумевает необходимость регулярного монтажа-демонтажа оборудования и доставки его на новые месторождения по мере вырабатывания действующих (старых). Дирижабли дают возможность не только обеспечить такую доставку с объекта на объект в условиях бездорожья, но и возможность производства и комплектации оборудования в крупнотоннажных модулях, чтобы сократить сроки, затраты и повысить надежность монтажа-демонтажа на объектах добычи и сжижения газа. Избытки произведенного малотоннажного СПГ (сверх потребностей газификации внутренних потребителей

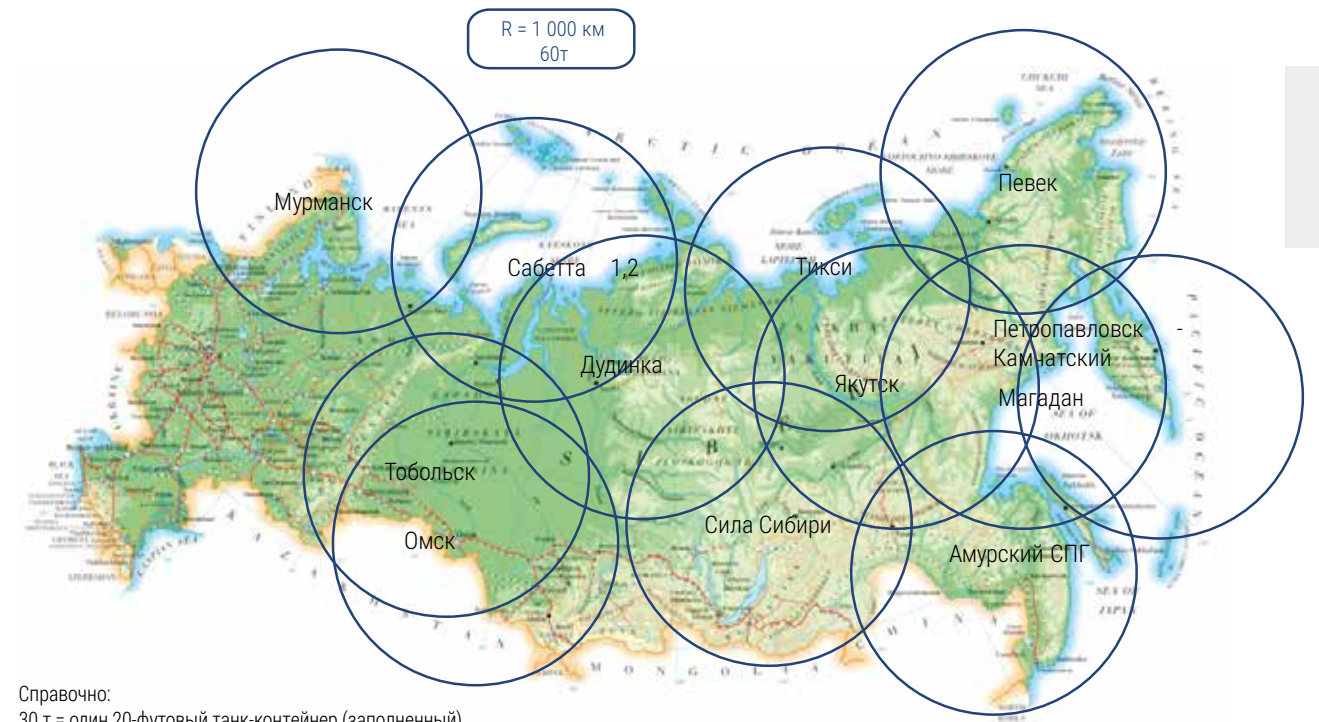
региона) можно направлять через существующую транспортную несетевую инфраструктуру на экспорт.

Эффективная грузоподъемность дирижабля зависит от расстояния перевозки. Поэтому логистика покрытия территории Сибири и Арктической зоны транспортной сетью грузовых дирижаблей предполагает как более разреженную (см. рис. 9), так и более плотную (см. рис. 10) сетку в виде «кругов покрытия».

Выводы

Грузовым дирижаблям может принадлежать ключевая роль в программе автономной (децентрализованной, несетевой) газификации удаленных районов и населенных пунктов, лишенных регулярного транспортного сообщения, так как газификация имеет смысл только при регулярной доставке СПГ. Этой регулярности и доступности не может обеспечить ни один иной вид транспорта (авто, ж/д, речной, авиа – в силу различных ограничений). Системное бездорожье, являющееся непреодолимой проблемой для всех других видов транспорта, – это основной конкурентный плюс для грузовых дирижаблей. На основе малотоннажного СПГ, доставляемого грузовыми дирижаблями в сменяемых (сменных) криогенных танк-контейнерах (что предопределяет отсутствие порожних рейсов и существенно улучшает экономику) может осуществляться:

- автономная газификация (теплоснабжение), поскольку даже локальное сетевое теплоснабжение может быть нецелесообразно в зоне вечной мерзлоты;



Справочно:
30 т = один 20-футовый танк-контейнер (заполненный)
60 т = один 40-футовый танк-контейнер или два 20-футовых танк-контейнера (заполненные)

Рис. 10. Повышение эффективности перевозки СПГ с опорой на существующую инфраструктуру или местный завод СПГ (более плотная сетка покрытия)

Источники:
В. Ворошилов,
А. Конопляник

- автономная электрификация на основе связки малотоннажного СПГ плюс конденсационные или теплофикационные установки малой мощности. При этом модульные установки дают возможность подобрать оптимальный размер генерирующих установок для разных населенных пунктов с разным уровнем спроса на электроэнергию и тепло;
- криогенные АЗС (модульные крио-АЗС разной мощности) для локаль-

ного перевода на газомоторное топливо автотранспорта внутри и вокруг даже изолированных от больших автодорог населенных пунктов.

Важным дополнением является и тот факт, что дирижабли обеспечивают внутренний рынок сбыта для гелия, в том числе предотвращают обвал мирового рынка гелия после выхода Амурского газоперерабатывающего завода на проектные показатели.

Использованные источники

1. Конопляник А. Борьба за сохранение климата превращается в инструмент конкурентной борьбы. Член научного совета РАН по системным исследованиям энергетики об иллюзиях энергоперехода // «Ведомости». Рекламно-информационное издание к ПМЭФ-2021 «Зеленые технологии: умный переход». №4 (77). 03.06.2021. С. 3.
2. Samuel Furfari. The hydrogen Illusion. Amazon Fulfillment, Poland, Wroclaw, 2020, 182 pp.
3. A 10-Point Plan to Reduce the European Union's Reliance on Russian Natural Gas. // IEA, 3 March 2022. – URL: <https://iea.blob.core.windows.net/assets/1af70a5f-9059-47b4-a2dd-1b479918f3cb/A10-PointPlanToReducetheEuropeanUnionsRelianceonRussianNaturalGas.pdf>
4. GHG Intensity of Natural Gas Transport. Comparison of Additional Natural Gas Imports to Europe by Nord Stream 2

- Pipeline and LNG Import Alternatives. Final Report. // Thinkstep, 24.03.2017.
- Lifecycle Emissions of Natural Gas Transported via TurkStream. Final report. // Thinkstep a Sphera company, 01.10.2020.
- Energy crisis: Energy companies urge UK to detoxify gas exports to EU. Businesses say «hazardous» contaminants could force shutdown of subsea pipelines as supply crisis intensifies. // «Financial Times», 08.08.2022. – URL: https://www.ft.com/content/6e39c9ab-6545-417e-9940-ccdb18ed867c?access_token=zWAAAYJ94LEHkc9uOcmrZUVBftOZQMzbGO2GfA.MEQCIEmJNd488d9tDuKTtVfJvNUXH7X5UyH22vW6iyfW2gFAiAdr0s7g0ofdOXWzM_HJJVNu1ah4z9mduKK7BDaw3f3VQ&sharetype=gif&token=71ec1415-dde5-4b14-bc21-a71503815f8c
- Communication from the Commission to the European Parliament, the European Council, the Council, the European

- Economic and Social Committee and the Committee of the Regions. REPowerEU: Joint European Action for more affordable, secure and sustainable energy // Strasbourg, 8.3.2022, COM (2022) 108 final. – URL: https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:71767319-9f0a-11ec-83e1-01aa75ed71a1.0001.02/DOC_1&format=PDF
- Communication from the Commission to the European Parliament, the European Council, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions. REPowerEU Plan. {SWD (2022) 230 final} // Brussels, 18.5.2022, COM (2022) 230 final. – URL: https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:fc930f14-d7ae-11ec-a95f-01aa75ed71a1.0001.02/DOC_1&format=PDF
- Save Gas for a Safe Winter: Commission proposes gas demand reduction plan to prepare EU for supply cuts. Press-release.

- 20 July 2022, – URL: https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/ip_22_4608
- State of the Union address 2022 by Ursula von der Leyen, President of the European Commission. European Commission, 14.09.2022. – URL: https://state-of-the-union.ec.europa.eu/index_en
- President Reagan's Speech before the National Association of Evangelicals, 08.03.1983 // The Reagan Information Page. – URL: <http://www.presidentreagan.info/speeches/empire.cfm>
- Шафраник Ю. ТЭК России: новый вызов // «Эксперт», 22.08.2022. – URL: <https://expert.ru/expert/2022/34/tek-rossii-noviy-vyzov/>
- Климентьев А. Итоги экспорта малотоннажного СПГ из Российской Федерации в 2019 году, 20.02.2020. – URL: <https://lngnews.ru/2020/02/1263/itogi-eksporta-malotonnazhnogo-spg-iz/>