
УДК 504.03:332
DOI 10.31249/espr/2022.02.05

А.Н. Соколов*

**ЭНЕРГОПЕРЕХОД В АРКТИКЕ: ВОЗМОЖНОСТИ
И ПРОБЛЕМЫ СИНЕЙ ЭКОНОМИКИ**

Аннотация. Интенсификация процессов энергоперехода ожидаемо приводит к ужесточению полемики вокруг возможностей использования логистических и энергетических ресурсов Арктики. Углеводородные ресурсы по-прежнему остаются важным элементом экономической деятельности в Арктике целого ряда государств, но регион имеет множество возможностей для развития и решений в области альтернативной энергетики и возобновляемых источников энергии.

Ключевые слова: Арктика; синяя экономика; нефть; газ; возобновляемая энергетика; энергопереход.

Для цитирования: Соколов А.Н. Энергопереход в Арктике: возможности и проблемы синей экономики // Экономические и социальные проблемы России. – 2022. – № 2. – С. 101–116.

A.N. Sokolov

**Energy transition in the Arctic: opportunities
and prospects of the blue economy**

Abstract. Energy transition intensification expectedly leads to a tightening of the controversy around the possibilities of using Arctic resources, both logistical and energy. Hydrocarbon resources are still an important element of economic activity in the Arctic of a number of states, but the Arctic can offer a lot of opportunities for development and solutions in the field of alternative and renewable energy.

Keywords: Arctic; oil; gas; blue economy; renewables; energy transition.

For citation: Sokolov A.N. Energy transition in the Arctic: opportunities and prospects of the blue economy // Economic and Social Problems of Russia. – 2022. – N 2. – P. 101–116.

* Соколов Антон Николаевич, эксперт, Российское газовое общество. E-mail: antsok@bk.ru

Sokolov Anton, Expert, Russian Gas Society. E-mail: antsok@bk.ru

© Соколов А.Н., 2022

Введение

Определение границ Арктического региона может оказаться довольно сложной задачей, поскольку существует по крайней мере три основных подхода к этому вопросу.

Первый довольно прямолинеен и базируется на географической линии Северного полярного круга, расположенного на $66^{\circ}33'44''$ к северу от экватора. В рамках этого подхода выделяются так называемые циркумполярные страны, т.е. страны, пересекаемые этой параллелью: Россия, Норвегия, Финляндия, Швеция, Дания (за счет Гренландии, являющейся ее административной единицей), Канада и США (семь из восьми государств – членов Арктического совета).

Иной подход предполагает отнесение к Арктике всех территорий, находящихся к северу от изотермы июля 10°C . Данный метод позволяет, с одной стороны, расширить границы Арктики за счет Исландии, Гренландии и Северной Атлантики в целом, а также канадских регионов, прилегающих к Гудзонову заливу, и Берингова моря, но с другой, вычеркивает из списка арктических территории Фенноскандию¹ и большую часть российского Европейского Севера.

Последняя и наиболее широкая парадигма предполагает, что Арктический регион включает в себя все территории, которые циркумполярные страны считают арктическими. Такая методология расширяет географические границы Арктики далеко к югу от Полярного круга и даже вышеупомянутой изотермы, объединяя их по культурным, историческим и политическим основаниям.

В рамках настоящей статьи мы будем рассматривать проблемы энергообеспеченности территорий, входящих в «большую Арктику», т.е. с учетом тех границ, которые используются внутри циркумполярных стран для определения зоны своих интересов в арктическом и субарктическом регионах.

В связи с наблюдаемым потеплением в Арктике внимание к этому региону в последние годы повышается. Разные страны начинают разрабатывать стратегии освоения территорий, становящихся более доступными. Изучению зарубежных арктических стратегий (особенно политических) посвящены как отдельные статьи, так и более масштабные работы. Одной из наиболее глубоких среди них может считаться первый том серии арктических исследований «Арктические стратегии: энергетика, безопасность, экология и климат» (2020) Энергоцентра Московской школы управления «Сколково». Проведенный в этой работе анализ заявленных в стратегических документах (страновые стратегии, программы развития) приоритетов позволил выделить ряд повторяющихся (общих) элементов для Рос-

¹ Фенноскандия – обширная физико-географическая область на севере Европы, объединяющая Скандинавию, Кольский полуостров, Финляндию и Карелию [Зеленый пояс Фенноскандии ... , б/г].

сии, США, Норвегии, Канады, Исландии, Дании, Финляндии и Швеции. К их числу можно отнести следующие (в порядке убывания числа стран, их разделяющих):

- охрана окружающей среды;
- развитие научно-исследовательской и высокотехнологичной деятельности в регионе;
- улучшение качества жизни коренного населения;
- совершенствование системы управления регионом;
- развитие инфраструктуры, развитие единого информационного пространства в регионе;
- формирование стратегической ресурсной базы и эффективное освоение ресурсов;
- обоснование внешней границы Арктической зоны;
- достижение и удержание лидирующих позиций в регионе;
- обеспечение и развитие международного судоходства;
- рост инвестиционной привлекательности региона [Арктические стратегии ... , 2020, с. 13].

Энергопереход, представляющий собой глобальную трансформацию энергосистем с замещением природного топлива возобновляемыми источниками энергии (ВИЭ), непосредственно затрагивает перспективы развития Арктики. Проблематика его процессов пересекается с несколькими векторами арктических стратегий как России, так и зарубежных стран: это и формирование ресурсной базы, и эффективное использование сырьевых, энергетических и минеральных ресурсов, и развитие наукоемких и высокотехнологичных решений для охраны окружающей среды, и повышение качества жизни коренного населения. Опосредовано энергопереход затрагивает также векторы достижения лидирующих позиций в регионе и повышения его инвестиционной привлекательности. Совпадение целей энергоперехода и синей экономики позволяет рассматривать его как одно из направлений развития последней.

Потенциал традиционной углеводородной энергетики в Арктике

Ресурсный потенциал Арктики с точки зрения традиционной энергетики, т.е. нефти, природного газа и, в меньшей степени, угля, широко известен. Согласно оценке, выполненной Геологической службой США (USGS), объемы добытого углеводородного сырья (УВС) и остаточных доказанных запасов (в отечественной классификации соответствует категориям А+В+С¹) на более чем четырех сотнях месторождений, расположенных к северу от Полярного круга, составляли на 01.01.2008 порядка

¹ В соответствии с принятой в России классификацией запасов полезных ископаемых, выделяются следующие их категории: А (разрабатываемые, разбуренные), В1 (разрабатываемые, неразбуренные, разведанные), В2 (разрабатываемые, неразбуренные, оцененные), С1 (разведанные) и С2 (оцененные).

30 млрд т нефтяного эквивалента (т.н.э.). При этом общий объем неразведанных запасов УВС был оценен в районе 60 млрд т.н.э., в том числе нефть – 13 млрд т, природный газ – 47,2 трлн м³, конденсат – 6 млрд т [Circum-Arctic resource ... , 2008].

Данная оценка несколько раз дополнялась и уточнялась. Например, в 2012 г. были пересмотрены запасы традиционных углеводородов циркумполярных стран, расположенные к северу от 66 параллели [Schenk, 2012]. На рис. 1 представлена копия карты из указанной работы с разбивкой по регионам.

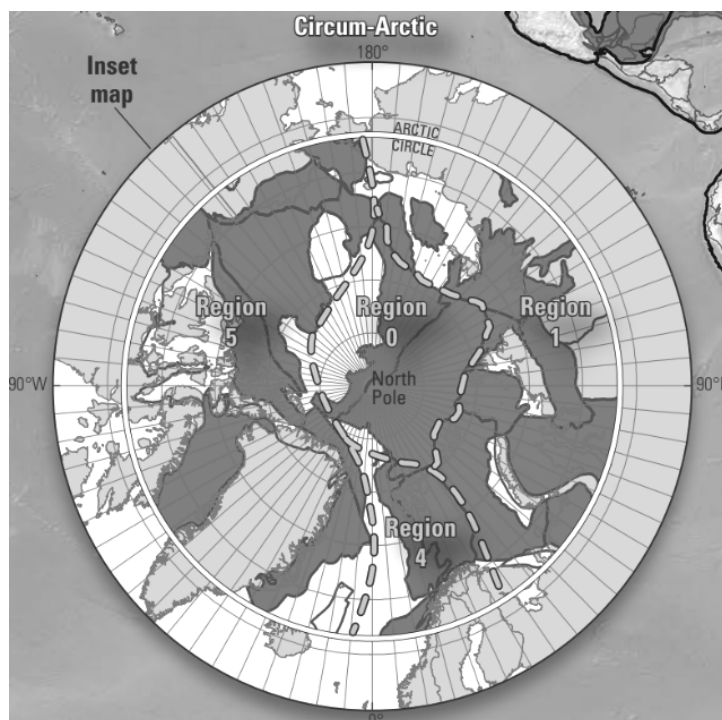


Рис. 1. Районирование арктических зон Геологической службой США
Источник: [Schenk, 2012]

Под регионом 0 подразумевается акватория Северного Ледовитого океана, под 1 – современная Россия и страны бывшего СССР¹, под 4 – страны Западной Европы, под 5 – страны Северной Америки.

¹ Поскольку Геологическая служба США занимается районированием скоплений углеводородов не только в Арктике, но и в прочих регионах земного шара, не стоит удивляться кажущемуся странным, на первый взгляд, наименованию данного района. Разумеется, к числу циркумполярных стран бывшего СССР относится только Российская Федерация.

Согласно данной оценке, объемы неразведанных запасов нефти и природного газа составляют порядка 50 млрд т.н.э. (без учета конденсата) – табл. 1.

Таблица 1

**Объемы неразведанных запасов нефти и природного газа
в арктических зонах циркумполярных стран**

№ пп	Регион	Нефть, млрд т	Газ, трлн м ³
1	Акватория Северного Ледовитого океана	4	26,5
2	Россия		
3	Страны Западной Европы	0,7	1,6
4	Страны Северной Америки	8,7	12,9

Источник: [Schenk, 2012].

Как видно из таблицы, изменения, по сравнению с оценкой 2008 г., не очень существенные: +3% по запасам нефти, –13% по запасам газа. Однако следует учитывать, что представленные USGS оценки необходимо воспринимать как некую аппроксимацию, условность, которая может не на 100% корректно отражать действительность. Так, по данным Всероссийского научно-исследовательского геологического института им. А.П. Карпинского, на начало 2021 г. на государственном балансе полезных ископаемых (ГБЗ ПИ) числились геологические и извлекаемые запасы месторождений углеводородного сырья, расположенных за Северным полярным кругом, в объеме 16 млрд т нефти и около 38 трлн м³ газа (без газового конденсата) – табл. 2.

Таблица 2

**Балансовые запасы и добыча нефти, природного газа и конденсата
русских месторождений углеводородного сырья
севернее 66 параллели на 01.01.2021**

Вид УВС	Геологические запасы, А+В1+С1	Технически извлекаемые запасы, А+В1+С1	Доля от общих запасов по РФ, %	Добыча за 2019 г.	Доля от общей добычи по РФ, %
Нефть, млрд т	16	3,9	21	0,069	13,2
Газ свободный (в т.ч. газ газовой шапки), трлн м ³	–	37,4	76,3	0,6	87,4
Газ растворенный, трлн м ³	–	0,39	25,2	0,009	1,3
Конденсат, млрд т	–	1,3	58	0,02	71,4

Источник: [Справка ..., 2021].

Несмотря на значительный объем арктических углеводородных ресурсов, их добыча связана с серьезными сложностями географического, инфраструктурного и экологического характера. Среди множества осложняющих факторов можно выделить ряд наиболее очевидных:

- необходимость проведения «винтеризации» оборудования, т.е. дополнительной подготовки к эксплуатации в условиях низких температур и сильных ветров;
- опасность растепления мерзлых грунтов при разработке месторождений УВС, расположенных в материковых границах, которое может привести к разрушению зданий и сооружений;
- логистические сложности, приводящие к увеличению сроков и стоимости поставок, а также расширению перечня необходимых запасных частей, инструментов и принадлежностей, которые используются при эксплуатации любой техники (помимо утвержденной в ГОСТе), необходимости увеличения запаса прочности используемого оборудования;
- общая хрупкость арктического биом¹, с которым неразрывно связаны образ жизни, культура и традиции коренных малочисленных народов Севера (КМНС).

Перед началом эксплуатации буровых установок в сухопутном или морском исполнении, а также морских платформ требуется их специальная подготовка (винтеризация): оборудование ветрозащитного кожуха для буровой вышки; внедрение системы обогрева жилых и производственных помещений; организация защиты открытых площадок, мостиков, сходней и оборудования от обледенения; контроль температуры и утечек тепла в помещениях; перепроектирование конструкций и систем с учетом арктических условий. Дополнительно плавучие буровые установки и платформы, предназначенные для работы в Арктике, оборудуются ледозащитными поясами и / или ледоразрушающими наделками, предотвращающими их повреждение в результате контакта со льдами и айсбергами.

Инфраструктурные, логистические факторы также значительно усложняют реализацию арктических нефтегазовых проектов. Известно, что ни одна морская платформа не сможет нормально функционировать без флота обслуживающих судов. Например, единственная на сегодняшний день работающая на российском шельфе морская ледостойкая стационарная платформа (МЛСП) «Приразломная» встроена в сложную транспортно-логистическую систему (ТЛС), включающую в себя различные виды транспорта (челночные танкеры «Михаил Ульянов» и «Кирилл Лавров», многофункциональные ледокольные суда «Владислав Стрижов» и «Юрий Топчев», вертолеты), а также плавучее нефтехранилище «Умба» и наземную обеспечивающую инфраструктуру.

Несмотря на значительный объем углеводородных ресурсов, арктические условия усложняют их добычу до такой степени, что сегодня

¹ Биом – совокупность экосистем одной природно-климатической зоны [Биом, б/г].

арктические месторождения разрабатываются лишь тремя государствами: Россией, Норвегией и США.

Заметим, что добыча нефти в Арктике всегда встречала и продолжает встречать серьезное сопротивление различных природоохранных и общественных организаций, с этим сталкиваются добывающие компании во всех перечисленных странах. Так, перспектива нефтедобычи на Аляске является предметом ожесточенной внутренней полемики на протяжении нескольких последних десятилетий. Позиция государства при этом меняется в зависимости от политических пристрастий администрации, занимающей в конкретный момент времени Белый дом, – республиканцы традиционно поддерживают нефтегазовый сектор экономики, демократы склонны демонстрировать поддержку возобновляемой энергетики.

Помимо внутривластных факторов, другим ограничителем служит метод разработки месторождений северного склона шельфа Аляски. Добыча нефти осуществляется с берега или искусственных островов, а не с платформ, что, безусловно, сокращает возможности разработки удаленных от берега запасов. Хотя уже сейчас существуют и успешно применяются технические решения для бурения скважин с увеличенным радиусом охвата (за счет длины по стволу порядка 15 км).

Сравнивая природно-климатические условия отечественного и, например, норвежского арктического шельфа, стоит отметить значительную разницу в ледовой обстановке в районах размещения норвежских и российской добывающих платформ. Условия, в которых функционирует МЛСП «Приразломная», гораздо ближе к условиям канадского сектора моря Бофорта, где в 1970–1980-х годах неоднократно предпринимались ограничено успешные попытки наладить устойчивую добычу углеводородного сырья. Ограничено успешными их можно назвать в том числе и из-за сложной ледовой обстановки, негативно влияющей на возможности добычи. Норвежский шельф при этом характеризуется менее сложными ледовыми условиями, а значительная его часть остается безледной в течение всего года.

Однако даже наличие технико-технологических решений для обозначенных вызовов вместе с продуманной системой подготовки, найма и удержания персонала, не являются гарантией успешной реализации проектов на арктическом шельфе. Показателен пример Гренландии, не так давно объявившей о прекращении выдачи лицензий на разведку и добычу нефти и газа на своем шельфе по соображениям экологической безопасности. Согласно уже упомянутой оценке Геологической службы США на шельфе Гренландии в пределах Восточно-Гренландского приразломного и Западно-Гренландского бассейнов сосредоточены значительные потенциальные (на эту характеристику стоит обратить особое внимание) запасы углеводородного сырья в объеме 2,3 млрд т нефти и около 40 млрд м³ природного газа. При этом интенсивные геологоразведочные и буровые работы на гренландском шельфе в начале 2010-х годов не привели не

только к открытию месторождений, но даже к получению притоков пластовых флюидов¹.

Направления развития альтернативной и возобновляемой энергетики в Арктике

Помимо природно-климатических рисков добыча нефти и газа в Арктике в перспективе будет осложняться постоянно нарастающими рисками политического характера. Традиционная энергетика – углеводородная, атомная и тем более угольная – испытывает на себе давление уже не только природоохранных и псевдоприродоохранных неправительственных организаций и фондов, но и государственных и надгосударственных акторов.

Так, опубликованная в конце 2021 г. обновленная арктическая стратегия Европейского Союза (ЕС) предполагает более широкое включение общеевропейских органов управления в формирование и реализацию общемировой арктической повестки². Законодательные предложения в рамках Европейского зеленого курса (European Green Deal, EGD) будут в центре арктического взаимодействия ЕС, наряду с новым подходом ЕС к устойчивой синей экономике, поддерживаемой наукой, инновациями и региональными инвестициями. Хотя ЕС признает, что основную ответственность за решение проблем на своих территориях несут члены Арктического совета, многие проблемы выходят за рамки национальных границ и границ региона и могут быть более эффективно решены в рамках регионального или многостороннего сотрудничества. С этой точки зрения ЕС как законодатель для части европейской Арктики может сыграть позитивную роль. Хотя повышенный интерес к арктическим ресурсам и транспортным маршрутам может превратить регион в источник региональной и геополитической конкуренции и напряженности, угрожающий интересам ЕС [A stronger EU ... , 2021, p. 1]. В целом документ провозглашает следование ЕС «зеленому курсу» в отношении Арктики и его соответствие концепции синей экономики международных организаций. Реализация данной стратегии предполагает введение новых, более жестких, норм природоохранного законодательства и координацию действий международных организаций, арктических стран и коренных народов, направленную

¹ Пластовые флюиды – нефть, газ, вода, размещающиеся в пустотах породы, порах и трещинах. Распределяются они в соответствии с их плотностями: газ располагается в верхней части пласта, нефть – в средней и пластовая вода – в нижней. В чисто нефтяном месторождении чаще всего отсутствует газовая шапка, а в чисто газовом – нефтеносная зона [Пластовые флюиды, б/г].

² ЕС до сих пор не получил статуса постоянного наблюдателя в Арктическом совете (АС), хотя ему разрешено участвовать в работе АС.

на сохранение многолетней мерзлоты, а также устойчивое снижение углеродного следа от хозяйственной деятельности в регионе.

Декарбонизация и деконтаминация (очистка) сектора производства энергии, морского транспорта и портов, предотвращение образования отходов (особенно пластиковых), сохранение и защита биоразнообразия, продвижение решений, основанных на природных механизмах, для обеспечения устойчивости прибрежных районов, устойчивое рыболовство и улучшение знаний об океанах составляют основную часть поставленных задач.

Одним из главных инструментов достижения этих целей может стать инициатива Еврокомиссии по выработке и внедрению международных правовых обязательств, призванных обеспечить не только прекращение добычи углеводородного сырья в Арктике и субарктических регионах (то, насколько широким может быть это понятие, было представлено во введении к настоящей работе), но и покупки добытых здесь углеводородов [Joint Communication ... , 2021].

Согласно этой логике, в среднесрочной перспективе торговля на европейских сырьевых рынках нефтью и природным газом, добытыми в ЯНАО и ХМАО, может оказаться под запретом. Данные регионы являются на сегодняшний день основными центрами добычи УВС в России – их совокупная доля превышает 60% от общей добычи в стране [ТЭК России 2020 : ... , 2021]. Подобные запреты укладываются в магистральную логику интенсивной модели энергоперехода, отказ от которой маловероятен, даже несмотря на текущие энергетические кризисы в США и странах Европы (колебания цен на газ и заполняемость подземных хранилищ по-прежнему не нормализовались). Форсирование энергоперехода в западных странах неизбежно приведет к дальнейшему сокращению финансирования проектов в области традиционной энергетики, особенно тех, что находятся на ранней стадии (поиск и разведка). В долгосрочной перспективе хроническое недофинансирование геологоразведочных работ, в свою очередь, станет причиной ухудшения качества ресурсной базы зарубежных добывающих компаний, роста себестоимости добычи и сокращения предложения на рынке.

Компенсировать выпадающие объемы неминуемо будут пытаться за счет роста инвестиций в возобновляемую энергетику. Однако возобновляемые источники энергии (ВИЭ) на горизонте 25–30 лет не смогут решить проблему роста энергопотребления в глобальном масштабе. Хотя им вполне «по силам» стать частью этого решения, направленной на обеспечение энергетической безопасности посредством внедрения устойчивых энергетических систем на отдаленных, изолированных от магистральных энергосистем территориях, в том числе и в Арктике.

Вопреки расхожим представлениям арктический мегарегион обладает значительным потенциалом для развития решений на основе ВИЭ, в частности для создания систем малой и распределенной энергетики

в районах, не охваченных централизованным электроснабжением. Поскольку электрогенерация невозможна без потребителей, желательно крупных, основной фокус внимания при развитии централизованной магистральной системы электроснабжения направлен либо на густонаселенные территории (например, Северо-Запад, центральная и южная части России), либо на регионы присутствия крупных промышленных потребителей (юг Урала и Сибири). Несмотря на создание изолированных энергосистем в отдельных регионах России (в частности, в Якутии и на Дальнем Востоке), а также отдельных децентрализованных систем в очагах освоения Арктической зоны РФ, часть территории страны остается неэлектрифицированной. Причем ее доля (с учетом огромных незаселенных пространств) составляет более чем 60% территории России [Дубинкин, 2020]. Появление централизованного электроснабжения во многих этих районах маловероятно, так как несмотря на их колоссальную совокупную площадь, плотность населения остается крайне низкой. В этом случае ВИЭ следует рассматривать не просто как решение проблемы энергообеспеченности, но и в более широком контексте – как повышение общего качества жизни в Арктике.

Говоря об использовании ВИЭ в Арктике и в целом о формировании устойчивой модели развития этого региона, стоит учитывать как политический аспект энергоперехода, так и технологический, и поведенческий.

Безусловно, политический аспект имеет сегодня решающее значение даже в тех вопросах, которые кажутся сугубо прикладными, например при определении состава «зеленых» технологий. Сравнение отечественных и зарубежных классификационных подходов к отнесению тех или иных технологий к «зеленым» или «низкоуглеродным» показывает их существенные различия. На этом, в частности, основываются заявления ряда официальных лиц о том, что экономика России на сегодняшний день характеризуется значительно меньшим углеродным следом по сравнению, например, с Германией, где доля ВИЭ в выработке электроэнергии составила в 2021 г. 45,7% [Сидорович, 2022].

Расположенные на европейской территории России теплоэлектростанции работают, преимущественно, на природном газе (в отличие от ТЭС Сибири и Дальнего Востока), углеродный след которого кратно ниже мазута и тем более угля, которые продолжают использоваться в Европе. При этом, согласно официальной позиции ЕС, природный газ не может считаться устойчивым энергоносителем, а является лишь «переходным топливом» («transition fuel»). Он будет незамедлительно выведен из оборота по достижении запланированной мощности электролизеров для выработки так называемого «зеленого» водорода, т.е. водорода, полученного путем электролиза воды с использованием электроэнергии, выработанной с помощью ВИЭ.

Значительное место в отечественном энергобалансе занимает гидроэнергетика, на которую приходится практически пятая часть всей выра-

ботки электроэнергии (совокупная установленная мощность российских ГЭС превышает 50 ГВт) [Возобновляемая энергия ... , 2018, с. 4]). При этом общего согласованного понимания того, можно ли относить «большую» гидроэнергетику (которая развита в России) к числу ВИЭ, на сегодняшний день нет. Анализ публикаций последних 5–7 лет позволяет выявить неутешительную тенденцию – относить к числу низкоуглеродных исключительно решения на основе только мини- и микроГЭС.

При этом с технологической точки зрения использование ВИЭ в их западном понимании (солнечные и ветряные электростанции) в России вполне реально и не только в южных регионах, но и в Арктической зоне. Есть и запрос на возобновляемую энергетику. Показателен пример Якутии, где на основе солнечных электростанций (СЭС) формируются изолированные локальные энергосистемы. Менее чем за 10 лет там ввели в эксплуатацию СЭС совокупной мощностью около полутора мегаватт. Благодаря этому уже сейчас экономия для бюджета составляет порядка 35 млн руб. ежегодно (или около 450 т топлива, получаемого посредством северного завоза). В совокупности с ветропарком Тикси, введенным в эксплуатацию в 2018 г., общая экономия топлива достигает почти одной тысячи тонн [Возобновляемая энергия ... , 2018, с. 151]. Разумеется, с появлением новых локальных энергосистем экономия будет только увеличиваться. Хотя цифры пока не потрясают воображение, это отправная точка, от которой можно оттолкнуться при масштабировании якутского опыта на другие регионы, несмотря даже на то, что в Арктике полгода приходится на полярную ночь. Привлекательным для региона это направление делает постоянное снижение себестоимости получения солнечной энергии в мировой практике. При этом потребуются разработка нового типа оборудования, учитывающего специфику суровых условий на всех уровнях – от материалов и механизмов до решения задач сохранения и передачи энергии [Ампилов, 2022].

По потенциалу ветровой энергии арктический регион объективно является самым привлекательным на планете. Однако разработанные для теплой Европы и тропических стран промышленные серии ветровых генераторов не подходят для климатических условий Арктики. Даже в Европе они дали серьезный сбой в относительно холодную зиму 2020–2021 гг. В мире уже развито серийное производство ветрогенераторов разной мощности – от 1,98 до 13 МВт. Ветровые парки создаются как на побережьях, так и в море. Их большим преимуществом являются широкие рамки выбора мощности, от одного ветряка до сотен и более. В то же время под них требуются большие площади, что критично для Европы, но не имеет особого значения для российского Севера. Правда, у России есть другая проблема – кадровая. Имеющиеся в российском Заполярье ветроустановки (ВЭС) некому обслуживать из-за сложностей с привлечением квалифицированных кадров в эти районы и отсутствия серийного сервиса.

В целом стратегия развития возобновляемой энергетики в России на первом этапе должна включать создание децентрализованных энергосистем на основе ВИЭ на отдаленных труднодоступных территориях, не имеющих возможности подключения к федеральной или изолированным энергосистемам [Ампилов, 2022].

Поведенческий аспект энергоперехода сегодня практически не принято обсуждать. Однако успешность его реализации требует значительных изменений в человеческом поведении и привычках (изменение привычной диеты, отказ или значительное сокращение использования привычных видов транспорта и транспортных маршрутов и т.д.). Разумеется, современный горожанин (а именно от его действий во многом зависит успех энергоперехода) готов к совершению целого ряда социально одобряемых и в некоторых случаях геймифицированных¹ действий: разделять бытовой мусор, придерживаться принципов так называемой шеринговой экономики, выступать с поддержкой или защитой различных экоинициатив в социальных сетях. При этом необходимость отказа от привычного уровня потребления или его снижение даже в незначительном объеме способно вызывать острую негативную реакцию. Заметим также, что вопрос влияния энергоперехода на коренные народы Севера на сегодняшний день остается недостаточно проработанным как в России, так и за рубежом.

Огромное влияние на перспективы развития децентрализованной энергетики на приарктических и арктических территориях помимо климатических факторов оказывают факторы инфраструктурные. Невозможность непрерывной работы СЭС и ВЭС – известный их недостаток, – но в условиях полярной ночи он обретает особое значение. Очевидно, что использование ВИЭ вне комплексных решений, включающих в том числе решения из области традиционной энергетики (например, использующей природный газ, который значительно экологичнее нефти и нефтепродуктов) и малой атомной энергетики, не сможет обеспечить энергетическую безопасность высокоширотных территорий.

Несмотря на последовательное формирование в обществе отрицательного отношения к атомной энергетике и постоянные попытки вывести ее из числа «зеленых» технологий, можно с уверенностью говорить о ее перспективах в части обеспечения процессов декарбонизации. Положительные результаты опытных работ по внедрению закрытого ядерного топливного цикла, проводимые в России, позволяют снять наиболее серьезную претензию к атомной отрасли – значительные нагрузки на окружающую среду, связанные с добычей урана и утилизацией отработавшего ядерного топлива.

Кроме того, в России накоплен колоссальный опыт строительства и эксплуатации АЭС с несколькими энергоблоками в условиях Заполярья

¹ Геймификация – это внедрение игровых форм в неигровой контекст: работу, учебу и повседневную жизнь.

(Кольская и Билибинская АЭС). Вполне вероятен и стратегически оправдан переход в Арктике к децентрализованной, распределенной атомной энергетике. Для построения подобных энергосистем могут использоваться плавучие атомные теплоэлектростанции (ПАТЭС), а также атомные станции малой, до 300 МВт, мощности (АСММ). В перспективе в совокупности с ВИЭ и традиционной энергетикой они позволят полностью преодолеть ограничения, которые накладывает зависимость арктических территорий от завоза топлива (в настоящее время – нефтепродуктов).

Первый наземный отечественный проект АСММ будет реализован к 2028 г. на территории Якутии как раз с целью преодоления зависимости от «северного завоза». Технологии АСММ активно развиваются и в других арктических странах, прежде всего США. В отличие от России, где интерес к технологиям реакторов малой мощности проявляют главным образом нефтегазодобывающие и горнопромышленные компании, в США основным заказчиком подобных систем является Министерство обороны. На сегодняшний день в США реализуются две дорожные карты, предусматривающие разработку, строительство и последующую эксплуатацию АСММ на объектах тыловой инфраструктуры и на базах передового развертывания. Первый реактор такого типа (мощностью до 5 МВт) будет введен в эксплуатацию до 2027 г. на авиабазе Эйельсон, расположенной на Аляске [Ellis, 2021]. Сейчас ядром энергосистемы этой базы является угольная электростанция мощностью 14 МВт, потребляющая порядка 800 т угля ежедневно и требующая поддержания его трехмесячного запаса [Conca, 2021]. Согласно дорожной карте, подготовленной американским Институтом атомной энергетике (Nuclear Energy Institute, NEI), для обеспечения теплоэлектроснабжения большей части объектов Министерства обороны в пределах континентальной территории США достаточно одного (в отдельных случаях нескольких) микрореакторов мощностью от 2 до 10 МВт.

Заключение

ВИЭ во многом еще остаются terra incognita для значительной части бизнеса, органов государственной власти и местного самоуправления и локальных сообществ, несмотря на отдельные успехи и громкие проекты. Считаем, что для более эффективного развития ВИЭ в Арктической зоне РФ необходим поиск решений в трех направлениях:

- Технологии. Прежде всего, нужны решения по снижению материалоемкости ветрогенераторов и солнечных панелей, что также позволит повысить их удельную энергоемкость. На сегодняшний день по этим параметрам СЭС и ВЭС проигрывают не только традиционным газовым теплоэлектростанциям, но и АЭС. Не менее важными направлениями должны стать оптимизация и модернизация распределительных сетей

макрорегиона, разработка решений для накопления энергии, поиск возможностей повышения эффективности ВИЭ.

- Регуляторные требования. Для развития региональных энергосистем на основе ВИЭ, а в особенности решений в области распределенной энергетики, потребуется соответствующее нормативно-правовое обеспечение, которое на сегодняшний день практически отсутствует как на региональном, так и федеральном уровнях.

- Государственная поддержка. Опыт стран, успешно интегрировавших ВИЭ в энергобаланс, наглядно показывает, что без государственной поддержки и субсидирования на начальном этапе внедрения ВИЭ эти системы просто нежизнеспособны. Применительно к решениям по энергообеспечению арктических регионов это абсолютно необходимо.

Стремление сохранить долю России на европейских энергетических рынках вполне понятно. Однако не стоит забывать, что политическая конъюнктура все чаще одерживает верх над экономическими соображениями. Пока продолжаются внутриевропейские энергоспоры о «зелености» тех или иных технологий, Россия остается догоняющей, реактивной стороной.

Уникальность текущего момента энергоперехода в том, что, несмотря на агрессивное лоббирование «нового зеленого курса» со стороны ряда стран Европы и США, неприсоединившиеся к нему страны, а также не разделяющие западного радикализма, имеют возможность сформулировать собственную повестку и сформировать набор подходящих инструментов для снижения углеродного следа как с точки зрения технологий (производство водорода, улавливание и подземное хранение углекислого газа), так и с точки зрения регуляторных решений (углеродные квоты, механизмы определения поглощающей способности лесов и водоемов, «зеленые» сертификаты и бонды и т.д.).

Россия обладает огромным потенциалом для использования ВИЭ даже в арктической зоне. Расширение их применения в энергетике не только снижает нагрузку на окружающую среду, но и значительно повышает комфортность проживания в сложных условиях Арктики, что отвечает принципам синей экономики.

Список литературы

1. Ампиров Ю. Энергетическое развитие Российской Арктики в эпоху энергоперехода // Энергетическая политика. – 2022. – 21.01. – URL: <https://energypolicy.ru/energeticheskoe-razvitie-rossijskoj-arktiki-v-epohu-energoperehoda/gaz/2022/16/21/> (дата обращения: 05.02.2022).
2. Арктические стратегии : энергетика, безопасность, экология и климат. – Москва : Сколково, 2020. – Т. 1. – 283 с. – URL: https://energy.skolkovo.ru/downloads/documents/SEneC/Research/SKOLKOVO_EneC_RU_Arctic_Vol1.pdf (дата обращения: 05.03.2022).

3. Биом // Википедия. – Б/г. – URL: [https://www.eprussia.ru/epr/397/9339050.htm](https://www.google.ru/search?q=%D0%B1%D0%B8%D0%BE%D0%BC+%D1%8D%D1%82%D0%BE&newwindow=1&ei=A3pSYu_DPJ7-7_UPj7SduAs&ved=0ahUKEwiv0b3y74j3AhUe_7sIHQ9aB7cQ4dUDCA0&uact=5&oq=%D0%B1%D0%B8%D0%BE%D0%BC+%D1%8D%D1%82%D0%BE&gs_lcp=Cgnd3 Mtd2 l6 EAMyBggAEAcQHjIECAAQZiGCAAQBxAcMgYIABANEH4 yBggAEAcQHjIGCAAQ VxAcMgYIABANEH4 yBggAEAcQHjIGCAAQBxAcMgYIABANEH46 BwgAEAcQsAM6 BwgAELADEEM6 CggAEQCELAADGAE6 EggUEMcBEKMCeMgDELADEEMYAjoWC C4 QxwEQ0 QMqYAMQsAMQChABEEMYAjoSCC4 QxwEQrweQyAMQsAMQQxgCOg cIABCxAXBDSgQIRgASgQIRhgBUJ8 GWMATYJ0 oaAFwAXgAgAGAAogB6 QSSAQ UwLjMuMZgBAKABAcgBEsABAdoBBggBEAEYCdoBBggCEAEYCA&scient=gws-wiz (дата обращения: 02.03.2022).4. Возобновляемая энергия. Гидроэлектростанции России : справочник / под общей ред. В.В. Берлина. – Санкт-Петербург : Изд-во Политехн. ун-та, 2018. – 224 с.5. Дубинкин Е. Отдаленная рентабельность // Энергетика и промышленность России. – 2020. – № 17. – URL: <a href=) (дата обращения: 03.03.2022).
6. Использование возобновляемых источников энергии в Арктике : роль государственно-частного партнерства / Потравный И.М., Яналова Н.Н., Бороухин Д.С., Толстоухова М.П. // Экономика природопользования. – 2020. – Т. 13, № 1. – С. 144–159.
7. Пластовые флюиды // Большая энциклопедия нефти и газа. – Б/г. – URL: <https://www.ngpedia.ru/id564015p1.html/> (дата обращения: 03.03.2022).
8. Сидорович В. Доля ВИЭ в производстве электроэнергии в ФРГ составила 45,7% в 2021 году // RenE. – 2022. – 04.01. – URL: <https://renen.ru/dolya-vie-v-proizvodstve-elektroenergii-v-frg-sostavila-45-7-v-2021-godu/> (дата обращения: 15.01.2022).
9. Справка о состоянии и перспективах использования МСБ АЗ РФ на 15.03.2021 г. / ФГБУ Всероссийский научно-исследовательский геологический институт им. В.Г. Карпинского. – 2021. – URL: <https://www.rosnedra.gov.ru/data/Fast/Files/202104/45bb8bcc7b844220954744c0149a86f4.pdf> (дата обращения: 01.11.2021).
10. ТЭК России 2020 : функционирование и развитие / Минэнерго России. – 2021. – 150 с. – URL: <https://minenergo.gov.ru/system/download-pdf/20322/154189> (дата обращения: 30.09.2021).
11. Фенноскандия / Фонд «Охрана природного наследия». – Б/г. – URL: <http://www.nhpfund.ru/nominations/fennoscandia.html> (дата обращения: 14.02.2022).
12. Circum-Arctic resource appraisal : estimates of undiscovered oil and gas north of the Arctic Circle : U.S. Geological Survey Fact Sheet 2008 / USGS. – 2008. – 4 p. – URL: <https://pubs.usgs.gov/fs/2008/3049/> (дата обращения: 03.03.2022).
13. Conca J. U.S. air force base to be first to deploy new nuclear ‘Microreactor’ – soon every town could have one // Forbes. – 2021. – URL: <https://www.forbes.com/sites/jamesconca/2021/11/01/us-picks-eielson-air-force-base-for-the-air-forces-first-nuclear-microreactor/?sh=12db13b03983> (дата обращения: 03.03.2022).
14. Ellis T.E. Air force base may have a small nuclear power plant by 2027 // КТОО. – 2021 – URL: <https://www.ktoo.org/2021/11/05/eielson-air-force-base-may-have-a-small-nuclear-power-plant-by-2027/> (дата обращения: 03.03.2022).

15. Joint Communication to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions. A stronger EU engagement for a peaceful, sustainable and prosperous Arctic / Brussels : European Commission. – 2021. – 13.10. – 16 p. – URL: https://www.eeas.europa.eu/sites/default/files/2_en_act_part1_v7.pdf (дата обращения: 14.02.2022).
16. Schenk C.J. An estimate of undiscovered conventional oil and gas resources of the world / USGS. – 2012. – 6 p.

Статья получена: 28.02.2022

Одобрена к публикации: 18.04.2022