

DOI: 10.15838/esc.2020.1.67.8

УДК 330.322.16, ББК 65.04

© Потравный И.М., Яшалова Н.Н., Бороухин Д.С., Толстоухова М.П.

Использование возобновляемых источников энергии в Арктике: роль государственно-частного партнерства



**Иван Михайлович
ПОТРАВНЫЙ**

Российский экономический университет им. Г.В. Плеханова
Москва, Российская Федерация, 117997, Стремянный пер., д. 36
E-mail: ecoaudit@bk.ru
ORCID: 0000-0001-8771-6324



**Наталья Николаевна
ЯШАЛОВА**

Череповецкий государственный университет
Череповец, Вологодская обл., Российская Федерация, 162600, пр. Советский, д. 10
E-mail: atalij2005@mail.ru
ORCID: 0000-0001-7279-3140; ResearcherID: N-7529-2016



**Дмитрий Сергеевич
БОРОУХИН**

Череповецкий государственный университет
Череповец, Вологодская обл., Российская Федерация, 162600, пр. Советский, д. 10
E-mail: dsbor@mail.ru
ORCID: 0000-0001-9435-9986; ResearcherID: 3217692



**Мариясена Петровна
ТОЛСТОУХОВА**

Министерство по развитию Арктики и делам народов Севера Республики Саха (Якутия)
Якутск, Российская Федерация, 677000, ул. Чернышевского, д. 14
E-mail: mariyasenap@gmail.com
ORCID: 0000-0002-1864-9153; ResearcherID: 3220027

Для цитирования: Использование возобновляемых источников энергии в Арктике: роль государственно-частного партнерства / И.М. Потравный, Н.Н. Яшалова, Д.С. Бороухин, М.П. Толстоухова // Экономические и социальные перемены: факты, тенденции, прогноз. 2020. Т. 13. № 1. С. 144–159. DOI: 10.15838/esc.2020.1.67.8

For citation: Potravnyi I.M., Yashalova N.N., Boroukhin D.S., Tolstoukhova M.P. The Usage of Renewable Energy Sources in the Arctic: The Role of Public-Private Partnership. *Economic and Social Changes: Facts, Trends, Forecast*, 2020, vol. 13, no. 1, pp. 144–159. DOI: 10.15838/esc.2020.1.67.8

Аннотация. Устойчивое развитие арктических регионов Российской Федерации требует надежного энергообеспечения, что является возможным за счет поиска новых экологически чистых источников энергии. Российская Арктика обладает большим потенциалом возобновляемых источников энергии (ВИЭ) и имеет необходимые предпосылки для их ускоренного развития. В этих условиях переход к возобновляемым источникам энергии позволяет не только обеспечить регион требуемыми энергетическими ресурсами, дополнить и частично заместить использование дорогостоящего привозного топлива, но и минимизировать вред окружающей среде, а также сохранить природные ресурсы для будущих поколений. В статье систематизированы проблемы и представлены перспективы использования возобновляемых источников энергии в энергетической системе арктических регионов Российской Федерации, на основе контент-анализа обобщен успешный опыт их применения в Российской Арктике и обозначены задачи для их продвижения на этих территориях. Также обозначены преимущества и недостатки использования возобновляемых источников энергии в экономике арктических регионов. Выявлено, что одна из наиболее острых проблем дальнейшего освоения потенциала ВИЭ связана с привлечением финансирования в проекты по «зеленой» энергетике. Для её решения в статье предлагается активизировать взаимодействие государства и бизнеса через развитие государственно-частного партнерства. Представлена специфика государственно-частного партнерства в сфере нетрадиционной энергетики и аргументирована важность его применения для арктических регионов Российской Федерации. Научная новизна исследования состоит в развитии теоретических положений, направленных на взаимодействие органов власти, бизнес-структур и современного общества в решении энергетических вопросов в Российской Арктике с целью устойчивого развития её территорий. Практическая значимость исследования заключается в разработке направлений использования механизма государственно-частного партнерства для решения приоритетных задач использования возобновляемых источников энергии в арктическом регионе.

Ключевые слова: устойчивое развитие, региональная экономика, арктический регион, северные территории, возобновляемые источники энергии (ВИЭ), альтернативная энергетика, финансирование, государственно-частное партнерство.

Введение

Стратегия развития Российской Арктики¹ преследует решение таких приоритетных задач, как увеличение её вклада в экономическое развитие Российской Федерации в целом, ускорение экономического роста расположенных в её пределах регионов и муниципалитетов, повышение и поддержание качества жизни людей на уровне не ниже среднероссийского. Приоритетной задачей развития Арктики является также защита уязвимой природы Севера, снижение нагрузки на окружающую среду при реализации инвестиционных проектов, сохранение традиционной культуры и образа жизни коренных народов. Решение поставленных задач тесно связано с развитием энергетики, надежным обеспечением производства и населения

энергией с учетом экологических требований в контексте управления изменениями климата. В принятой ООН в 2015 г. Повестке дня в области устойчивого развития до 2030 года² одна из 17 обозначенных целей связана с обеспечением общества чистой энергией по доступной цене. Ученые разных стран активно обсуждают проблемы становления «зеленой» экономики, которая также тесно связана с вопросами использования возобновляемых источников энергии, снижением выбросов парниковых газов [1–4].

Энергетическая стратегия России (2009 г.)³ предусматривает развитие автономных систем генерации на основе возобновляемых источников энергии. Учитывая, что зоны децентрали-

¹ Стратегия развития Арктической зоны Российской Федерации и обеспечения национальной безопасности на период до 2020 года. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_142561/

² Повестка дня в области устойчивого развития. URL: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/ru/about/development-agenda/>

³ Энергетическая стратегия России на период до 2030 года: утв. Распор. Правительства РФ от 13.11.2009 № 1715-п. URL: <https://minenergo.gov.ru/node/1026>

зованного электроснабжения в стране сосредоточены на Крайнем Севере, Дальнем Востоке, Сибири, можно утверждать, что развитие объектов возобновляемой энергетики особенно актуально для этих территорий. Энергетическая система субъектов Российской Федерации в Арктической зоне⁴, площадь которой составляет около 3 млн. кв. км (18% территории страны) и на которой проживает более 2,5 млн. человек, базируется в основном на привозном топливе: нефтепродуктах, угле, сжиженном газе, а также на ядерном топливе, перерабатываемом на атомных электростанциях. С учетом климатических условий объемы требуемого топлива весьма значительны, а инфраструктура для обеспечения им ограничена по естественным причинам (удаленность, распространение вечной мерзлоты, дефицит кадров для обслуживания и т.п.). В связи с этим важной экономической и социальной задачей является надежное энергообеспечение удаленных населенных пунктов в Арктической зоне. К примеру, в арктических районах Республики Саха (Якутия) в настоящее время более 150 тыс. человек проживает в населенных пунктах, энергообеспечение которых осуществляется посредством дизельных электростанций, которые в значительной мере физически и морально устарели, электричество подается с долговременными перебоями. При этом цена такого электричества для потребителей превышает средний тариф в 15 раз. Таким образом, внедрение возобновляемых источников энергии в Российской Арктике приобретает с каждым днем все большую актуальность. Одним из перспективных механизмов финансирования инвестиционных проектов по возобновляемой энергетике является государственно-частное партнерство (ГЧП).

Цель настоящей статьи — обоснование возможности применения инструментария государственно-частного партнерства для освоения потенциала возобновляемых источников энергии в энергетических системах арктических регионов. Иными словами, мы анализируем две взаимосвязанные проблемы — удовлетворение энергетических потребностей социально-эко-

номических систем Арктической зоны РФ и экологизацию энергетики. При этом акцент делается на использовании энергетических ресурсов самой зоны, что выступит триггером ее рационального освоения и развития. Научная новизна работы связана, во-первых, с обобщением разрозненной информации относительно фактического использования ВИЭ в Арктической зоне РФ, что дает ценное свидетельство в пользу эффективности возобновляемых энергетических ресурсов для обеспечения нужд населения и экономики данной части страны, а во-вторых, с концептуализацией использования механизмов ГЧП для устойчивого развития энергетических систем арктических регионов с использованием ВИЭ, в рамках экологизации хозяйственных систем и с учетом интересов коренного населения.

Возобновляемые источники энергии в арктических регионах: теоретический обзор

Мировой и отечественный опыт свидетельствует о том, что продвижение «зеленой» энергетики является одним из приоритетов современной экономики. При этом стоит разделить понятия «зеленая энергетика» и «возобновляемая энергетика», хотя они в значительной мере пересекаются. Первое понятие относится ко всем видам деятельности, связанной с производством, передачей, распределением и потреблением энергии, которые используют те или иные инструменты экологизации. Второе понятие является более узким и относится к использованию возобновляемых источников энергии. В научной литературе последних лет тема возобновляемой энергетики становится все более актуальной. Так, Б.В. Лукутин, О.А. Суржикова, Е.Б. Шандарова [5] предлагают решать проблемы энергообеспечения на основе развития возобновляемой энергетики, особое внимание уделяя локальной электроэнергетике с использованием ВИЭ. Заслуживает внимания монография под редакцией В.В. Елистратова, Н.В. Кобышевой, Г.И. Сидоренко [6], в которой ученые, помимо изучения технологий возобновляемой энергетики, оценивают климатический ресурсный потенциал ВИЭ в различных районах Российской Федерации. Энергетические, экономические и экологические характеристики различных ВИЭ обобщены А.Б. Алхасовым [7].

⁴ О сухопутных территориях Арктической зоны Российской Федерации: Указ Президента Российской Федерации от 02.05.2014 г. № 296. URL: <http://static.kremlin.ru/media/events/files/41d4d8e8206d56fc949d.pdf>

Ввиду того, что большой потенциал возобновляемых энергоресурсов (связанные с действием солнечной радиации, ветра, геотермальных полей и т.п.) в Российской Федерации сосредоточен в Арктике, большинство ученых, занимающихся тематикой ВИЭ, в своих научных трудах делают серьёзный акцент на изучении этой территории. В настоящее время традиционные энергетические системы Российской Арктики используют в своем производственном процессе добытые ресурсы угля, нефти, природного газа, водные ресурсы и атомную энергию [8].

В частности, О.С. Попель и др. в работе [9] дают характеристику Арктической зоны Российской Федерации с точки зрения энергопотребления и обосновывают применение солнечной энергии в этом регионе.

Энергетическую безопасность децентрализованных территорий с изолированной генерацией подробно изучает В.Р. Киушкина [10] на примере территорий арктических регионов и рекомендует для снижения рисков экономического, экологического и социального характера формировать автономные системы электроснабжения на этих территориях с использованием возобновляемых источников энергии. В работе А.Л. Элякова приводится объективное обоснование использования ВИЭ в энергетической системе арктических регионов и утверждается, что влияние энергетической системы на окружающую среду и её потребителей в большей мере зависит от вида используемых энергетических ресурсов [11].

Высокие расходы традиционной энергетики в рассматриваемой части страны, финансируемые из федерального бюджета в виде бюджетных дотаций и субсидий на северный завоз топлива в арктические регионы, тепловые станции, работающие на привозном мазуте и угле с устаревшими технологиями производства электроэнергии и тепла, ухудшающие экологическую обстановку и здоровье населения, повышают привлекательность энергии, вырабатываемой ВИЭ, и обеспечивают замещение углеводородного топлива (в виде дизельного и газоконденсатного топлива, нефти, природного и сжиженного газа, а также каменного угля) другими видами энергии.

Проведенные Кольским научным центром Российской академии наук исследования по-

казали, что использование ВИЭ в настоящее время очень актуально для арктических регионов. Так, например, в работе А.А. Гасниковой отмечается, что для арктических регионов развитие нетрадиционной энергетики имеет особенное значение. Это обусловлено такими причинами, как: наличие множества малых децентрализованных потребителей энергии; низкая транспортная доступность и связанная с ней проблема топливоснабжения; большая продолжительность отопительного периода [12]. Автор отмечает, что нетрадиционная энергетика в регионах Севера основана на использовании местных ресурсов (энергии ветров, энергии малых рек, солнечной энергии), поэтому их вовлечение в региональную энергетическую систему позволит решить проблемы завоза топлива в населенные пункты арктических регионов и повысит энергетическую безопасность арктических территорий. Технические аспекты использования ВИЭ в арктических регионах подробно отражены в исследованиях Центра физико-технических проблем энергетики Севера Кольского научного центра РАН [13, 14].

По мнению О.Б. Дубинского, изучающего перспективы использования возобновляемых источников энергии в Арктической зоне Российской Федерации [15], предложения для оптимизации развития ВИЭ в этих регионах страны должны включать в себя принятые на законодательном уровне инициативы: установление фиксированного тарифа для генерирующих объектов на основе ВИЭ на период их окупаемости; предоставление налоговых льгот для энергоустановок ВИЭ на период окупаемости; разработку и реализацию программ по государственному софинансированию проектов развития ВИЭ.

Возможности применения ВИЭ на арктических территориях обсуждают не только российские, но и зарубежные ученые. В частности, ученые из Университета штата Аляски в Фербенксе (*University of Alaska Fairbanks*) Э. Уитни, У.Э. Шнабель, С. Аггарвал и др. [16], изучая условия для жизни человека в изолированных общинах в арктических и субарктических регионах Аляски, предлагают механизм для оценки влияния производства ВИЭ на продовольственную, энергетическую и водную безопасность этих территорий.

Группа исследователей из Китая под руководством Г. Чжо [17] в ходе решения проблемы непрерывного энергоснабжения беспилотных и автоматических систем наблюдения в полярных регионах попутно пришла к выводу, что энергетическая система на основе возобновляемых источников энергии является идеальным решением для достижения экологически чистого и надежного энергоснабжения в полярных регионах.

В совместном комплексном исследовании группы китайских и пакистанских ученых под руководством С.Ф. Рафика [18] трансконтинентальное объединение энергосистем и развитие чистой энергетики для обеспечения устойчивости являются основными задачами, которые необходимо решать с помощью платформы глобального энергетического объединения. Исследователи обеспокоены истощением запасов ископаемого топлива и изучают возможности возобновляемой энергетики в арктической и экваториальной зонах, а также способы производства и доставки чистой энергии по всему миру в пределах имеющихся генерирующих мощностей.

Группа ученых из Дании, Нидерландов, Канады под руководством Л. Мортенсен [19] рассматривает возможности перехода от ископаемого топлива к возобновляемым источникам энергии в четырех арктических районах: Аляска, Канадская Арктика, Гренландия и Российская Арктика. Эти исследователи обозначили проблемы, связанные с доступом к ископаемому топливу и его поставками в арктические поселения, подчеркнули важность глобальной повестки дня по борьбе с изменениями климата и предложили сконцентрировать усилия по стимулированию внедрения ВИЭ на таких ключевых факторах, как экономика и технологическая инфраструктура.

Таким образом, в ходе исследований по изучению перспектив применения ВИЭ в арктических зонах большинство ученых приходят к выводу, что строительство новых энергетических объектов требует существенных капитальных вложений, экономическая эффективность которых весьма сомнительна. К тому же на некоторых территориях возведение традиционной энергетической инфраструктуры является невозможным ввиду их природных особенностей (прежде всего,

сложность строительства в условиях вечной мерзлоты). В связи с этим наиболее эффективным решением для обеспечения потребителей энергоресурсами могут стать возобновляемые источники энергии.

Все изученные работы позволяют также сделать вывод, что главными достоинствами возобновляемых источников энергии по сравнению с невозобновляемыми, активно используемыми в традиционной энергетике, являются их сравнительная экологичность и неограниченность во времени. К числу недостатков можно отнести неперманентность присутствия (например, ветровой ресурс будет доступен для эксплуатации только при действии ветра определенной силы и направления) и дороговизну технологического освоения (требуются значительные инвестиции в разработку инструментов извлечения энергии из этого источника). В этой связи применение экологически чистых источников энергии наиболее перспективно в районах, располагающих их повышенным потенциалом и в то же время испытывающих недостаток в обычных традиционных топливных ресурсах.

Анализ применения возобновляемых источников энергии в Российской Арктике

В современной ситуации энергетика выступает основой для экономического роста государства, т.к. способствует развитию отраслей народного хозяйства. Состояние энергетического сектора экономики определяет характер и темпы развития научно-технической революции. В глобальной энергетике происходят существенные сдвиги в сторону развития возобновляемых источников энергии и технологий их использования. Именно в этой сфере наблюдается опережающий технологический прогресс в развитых странах мира. Возобновляемая энергетика включает в себя широкий перечень первичных источников энергии, имеющих свою специфику и особенности. Классификация основных видов ВИЭ представлена в *таблице 1*.

Следует отметить, что в Российской Федерации в 90-е гг. XX столетия широкого использования ВИЭ на северных территориях страны не наблюдалось ввиду высокой стоимости производимой таким путем электро- и тепловой энергии. В современный период развития российской экономики, когда ужесточается экологическое законодательство, реализуется

Таблица 1. Классификация возобновляемых источников энергии

Источники возобновляемой энергии	Примеры
Традиционные	Гидравлическая энергия, преобразуемая в используемую электрическую энергию (большой частью крупными гидроэлектростанциями мощностью 30 МВт) Энергия, получаемая из биомассы, используемая для получения тепловой энергии традиционными способами (сжигание древесины, торфа и других видов топлива) Геотермальная энергия
Возобновляемые	Солнечная энергия Ветровая энергия Энергия морских волн Энергия течений Энергия приливов морей и океанов Гидравлическая энергия, преобразуемая в электрическую энергию малыми и микро-гидроэлектростанциями Энергия биомассы, не используемая для получения тепловой энергии традиционными методами Низкопотенциальная тепловая энергия

государственная поддержка развития альтернативной энергетики, происходит процесс существенного уравнивания стоимости производимой электро- и тепловой энергии и постепенно формируются предпосылки к тому, что эта тенденция ценообразования на рынке ВИЭ сохранится и в будущем. Основными причинами использования ВИЭ на арктических территориях следует считать истощение природных ресурсов, возможную перспективу кризисных явлений в региональной энергетической системе, отрицательное влияние систем традиционной энергетики на окружающую среду, риски воз-

никновения экологической катастрофы. Характеристика традиционной и возобновляемой энергетики представлена в *таблице 2*, с помощью которой можно получить представление о достоинствах и недостатках этих видов энергетики.

Развитие системы энергетики арктических регионов многие десятилетия происходило за счет освоения гидроэнергетических ресурсов, использования привозного топлива (мазут, уголь, дизельное топливо и др.). При этом следует отметить, что доставка подобного топлива в арктические районы, как правило, зависит от

Таблица 2. Основные отличия традиционной и возобновляемой энергетики

Характеристика	Традиционная энергетика	Возобновляемая энергетика
Исчерпаемость используемых энергоресурсов	Используемые ресурсы являются исчерпаемыми и невозобновляемыми	Используемые ресурсы являются неисчерпаемыми и восстанавливаемыми
Ограниченность использования	Используется в зависимости от условий территории	Используется в зависимости от наличия ВИЭ и проявления соответствующего феномена в конкретном локусе и в конкретное время
Себестоимость производства энергии	Относительно высокая	Относительно низкая
Транспортная составляющая в структуре расходов на производство энергии	Высокая	Низкая
Способность бесперебойного обеспечения энергией населенных пунктов арктических регионов	Низкая	Высокая
Влияние энергетических объектов на окружающую среду	Относительно высокое	Относительно низкое
Потенциальная мощность производимой энергии	Очень высокая	Низкая
Зависимость от климатических условий	Низкая	Высокая
Надежность объектов энергосистемы	Высокая	Средняя
Нормативно-правовое регулирование деятельности энергосистем	Полное	Частичное
Возможность государственно-частного партнерства при реализации проектов	Ограниченная	Высокая
Источник: составлено авторами.		

навигационного периода на протяжении Северного морского пути, возможности речного сообщения, а также наличия дорог-зимников, что отражается на себестоимости получаемой электрической и тепловой энергии.

Как отмечается в проекте Стратегии социально-экономического развития Арктической зоны Республики Саха (Якутия) до 2030 года⁵, климатические особенности этой территории требуют повышенной надежности и работоспособности инженерных систем для жизнедеятельности населенных пунктов. Сложность организации жизнеобеспечения населения обусловлена обширностью территории, удаленностью населенных пунктов, низкой плотностью населения. В среднем отопительный период в Российской Арктике продолжается свыше 9 месяцев в году, а в отдельных населенных пунктах – круглогодично.

Следует отметить, что арктические районы относятся к зоне децентрализованного электроснабжения на базе источников электроэнергии

малой мощности, преимущественно дизельных электростанций (95% в структуре выработки электрической энергии), что значительно повышает стоимость кВт·ч электроэнергии. В настоящее время, к примеру, в арктических районах Якутии функционируют 170 дизельных и 16 солнечных электростанций с суммарной мощностью 308 МВт. Суммарный объем отпуска электроэнергии составляет 334 млн. кВт·ч в год или 80% от всего объема в целом по АО «Сахаэнерго» (табл. 3). При этом электроснабжение п. Черский Нижнеколымского района и ряда населенных пунктов Оймяконского района осуществляется Чукотской и Магаданской энергосистемами соответственно.

Износ дизельных генераторов в энергохозяйствах данных улусов (районов) колеблется от 43% в Анабарском до 85% в Момском. Износ зданий составляет от 20% в Эвено-Бытантайском улусе до 76% в Среднеколымском. Более 60% себестоимости электроэнергии, вырабатываемой в арктических районах Республики Саха

Таблица 3. Состояние локальной энергетики в арктической зоне Республики Саха (Якутия), 2019 г.

Арктические районы	Количество ДЭС	Количество СЭС	Электрическая мощность, кВт	В т.ч. СЭС	Полезный отпуск энергии, тыс. кВт·ч
Итого:	170	16	308 128	1 240	334 000
Анабарская группа	5	1	9 855	40	18 200
Анабарский	2	0	4 295	0	8 800
Оленекский	3	1	5 560	40	9 400
Приленская группа	13	0	34 930	0	41 400
Булунский	9	0	26 325	0	29 000
Жиганский	4	0	8 605	0	12 400
Янская группа	32	6	48 835	0	53 700
Усть-Янский	9	0	24 750	0	21 400
Верхоянский	20	5	20 460	1 110	28 200
Эвено-Бытантайский	3	1	3 625	10	4 100
Индибирская группа	16	1	22 623	20	28 000
Аллайховский	5	0	9 387	0	8 900
Абыйский	7	1	7 471	20	9 300
Момский	4	0	5 765	0	9 800
Колымская группа	19	0	37 821	0	50 250
Нижнеколымский	4	0	12 052	0	14 200
Среднеколымский	10	0	11 244	0	17 000
Верхнеколымский	5	0	14 525	0	19 050

Примечание: ДЭС – дизельные электростанции, СЭС – солнечные электростанции.
Источник: Программа оптимизации локальной энергетики Республики Саха (Якутия) на 2016–2025 годы.

⁵ Стратегия социально-экономического развития Арктической зоны Республики Саха (Якутия) до 2030 года (проект) / Центр стратегических исследований при главе Республики Саха (Якутия). URL: <http://src-sakha.ru/previews/strategiya-sotsialno-ekonomicheskogo-razvitiya-arkticheskoy-zonyi-respubliki-saha-yakutiya-do-2030-goda/>

(Якутия), приходится на топливо, доставляемое водным и автомобильным транспортом. Срок доставки составляет в среднем до 2 лет, количество перевалок на различные виды транспорта достигает 5–6 раз. Экономия от использования солнечных электростанций составляет порядка 450 т дизельного топлива в год. Значительная часть данного объёма дизельного топлива образовалась за счёт выхода на полную мощность самой крупной на Дальнем Востоке солнечной электростанции мощностью 1 МВт в п. Батагай Верхоянского района.

В 2018 г. в п. Тикси введен в эксплуатацию ветропарк, представляющий собой технологический комплекс, где объединены ветроэнергетические установки, дизель-генераторы и система аккумулирования электроэнергии. В составе ветропарка 3 ветроустановки суммарной мощностью 900 кВт. Экономия дизельного топлива составит почти 500 т в год. Для развития и эксплуатации возобновляемых источников энергии предлагается использовать поселок Тикси как испытательный полигон (технопарк) в области возобновляемых источников энергии, энергоресурсосбережения, в т.ч. для исследования совместной работы ветровых установок, солнечных электростанций и мини-ГЭС для тепло- и электроснабжения Арктической зоны РФ⁶.

В настоящее время на рассматриваемой территории реализуются проекты по строительству ветровых, солнечных, геотермальных электростанций, а также котельных установок с применением биотоплива. В *таблице 4* на основе анализа новостных Интернет-ресурсов представлены проекты по возобновляемой энергетике в арктических регионах страны.

Среди других направлений развития возобновляемой энергетики можно назвать проект по производству пеллет и переводу котельных на биотопливо. Организация таких производств по выпуску биотоплива (пеллеты, брикеты) и модернизации котельных для частичного их перевода на биотопливо в арктических районах будет способствовать защите природной среды и благоустройству населенных пунктов путем переработки древесных отходов (плавняк, щепа, строительный мусор), оптимизации за-

трат на потребление дорогостоящего привозного топлива. Кроме того, реализация проектов по производству биотоплива – пеллет – будет способствовать развитию малого и среднего предпринимательства и замещению части невозможных топливно-энергетических ресурсов местными источниками энергии.

Таким образом, регионы Арктической зоны РФ уже используют энергетические установки, направленные на эксплуатацию местных возобновляемых энергоресурсов, что способствует снижению остроты ежегодной проблемы «северного завоза» топлива, уменьшению стоимости выработки электроэнергии, повышению надежности энергоснабжения местных потребителей и улучшению качества жизни населения. Использование ВИЭ в арктических регионах страны вовсе не означает, что на их территории можно целиком отказаться от традиционных мощностей. Наоборот, мощности возобновляемой энергетики необходимо дублировать мощностями традиционной энергетики, чтобы в эпизоде падения (прекращения) выработки энергии от возобновляемого источника можно было мгновенно переключиться на энергоснабжение от резервного источника [12].

Исходя из этого, можно сформулировать ряд задач по развитию возобновляемой энергетики в Арктической зоне Российской Федерации, среди которых отражение в региональных программах мероприятий по вовлечению возобновляемых источников энергии в энергобаланс этих территорий, увеличение доли возобновляемых источников энергии в энергетическом балансе региона, экономия дорогостоящего дизельного топлива.

Преимущества и недостатки использования нетрадиционной возобновляемой энергетики в арктических регионах

Очевидно, что на внедрение возобновляемых источников энергии в арктических условиях влияют различные условия. Во-первых, это климатический фактор, к которому следует отнести сезонную и погодную зависимость эффективности ВИЭ. К климатическому исполнению оборудования должны предъявляться строгие требования, чтобы, к примеру, не происходило налипание снежного покрова на солнечные панели. Также необходимо учитывать наличие вечной мерзлоты и её таяния из-за

⁶ <http://www.rushydro.ru/press/news/107013.html>

Таблица 4. Примеры действующих и создаваемых ВИЭ в Российской Арктике

Вид ВИЭ	Пилотные проекты	Мощность	Регион
	Страусиная ферма «Северное сияние» (с 2011 г.) – до 50% электроэнергии из ВИЭ	5 кВт	Мурманская область
	Предприятие «Green House» по изготовлению деревянных окон и дверей (с 2015 г.) – до 20% электроэнергии из ВИЭ	500 кВт	
	Освещение рыболовно-туристического комплекса о. Мудьюг (с 2014 г.)	1,5 кВт	Архангельская область
	Пилотный проект «Полярис», реализуемый по международной программе <i>Kolarctic</i> , с 4-мя ветроэлектрическими установками (с 2016 г.)	200 кВт	Ненецкий автономный округ
	Анадырская ветряная электростанция на мысе Обсервации Анадырского района, включающая 10 ветрогенераторов (с 2002 г.)	2,5 МВт	Чукотский автономный округ
	Экспериментальная ветроэнергетическая станция в г. Лабитнанги (с 2014 г.)	250 кВт	Ямало-Ненецкий автономный округ
	Ветроэлектрический парк «Заполярный», состоящий из 6 ветрогенераторов (с 1993 по 2014 г.)	1,5 МВт	Республика Коми
	Установка ветрогенератора на железнодорожной станции «Центральная» (с 2013 г.)	6 кВт	
	Строительство экспериментальной ветроэнергетической станции «Быков мыс» в п. Тикси	1,9 МВт	Республика Саха (Якутия)
Энергия солнца	Страусиная ферма «Северное сияние» – проект поликристаллической солнечной панели с повышенной эффективностью (с 2013 г.)	Н/д	Мурманская область
	Проект ветросолнечной установки для электроснабжения офиса молодежной экологической организации «Этас» (с 2015 г.)	1,6 кВт	Архангельская область
	Ветросолнечная установка для электроснабжения жилого дома на мысе Желания в национальном парке «Русская Арктика» (с 2015 г.)	8 кВт	
	Установка солнечных фотоэлектрических панелей для энергоснабжения маяков: в проливе Югорский Шар и на побережье Карского моря (мысы Хабарова, Белый Югорский, Яраселя, Соколий и др.), на о. Вайгач (мыс Гомсасала)	Н/д	Ненецкий автономный округ
	Ветросолнечные генераторы на газовых промыслах, эксплуатируемых компанией «Газпром добыча Ямбург». Установлено более 200 систем управления на 15 месторождениях и продуктопроводах в районе Нового Уренгоя, Уренгоя, Надыма, Тарко-Сале и в других местах (с 2004 г.)	Н/д	Ямало-Ненецкий автономный округ
	Солнечные электростанции в п. Батамай (с 2011 г.), с. Дулгалах и с. Куду-Кюэль (с 2013 г.), с. Куберганя, с. Эйик, п. Джаргалах, с. Тойон-Ары (с 2014 г.), п. Батагай, п. Бетенкес, с. Юнкюр, с. Столбы, с. Улуу, с. Верхняя Амга, с. Дельгей, с. Иннях (с 2015 г.)	Суммарно около 1,4 МВт	
Энергия биоресурсов	Котельные, работающие на биотопливе (древесных отходах): п. Куропта (с 1969 г.); с. Лувеньга (с 2012 г.)	1,75–3 Гкал/ч	Мурманская область
	Проект Архангельского ЦБК по эксплуатации 3 биотопливных паровых котлов; проект компании ЗАО «Лесозавод 25» по эксплуатации ТЭЦ, работающих на древесных отходах	Суммарно около 210 МВт	Архангельская область
	ПАО «Бионет» запустило в г. Онега завод по производству торрефицированных топливных гранул из гидролизного лигнина (с 2015 г.)	Н/д	
	404 котельные, работающие на биотопливе	Суммарно около 930 МВт	
	Проект по установке котлов на Сыктывкарской ТЭЦ, работающих на отходах древесного производства Сыктывкарского лесопильного завода (с 2020 г.)	240 МВт	Республика Коми
Энергия малых и средних рек	Эксплуатация 60 колхозных и совхозных малых ГЭС (с 50-х гг. XX в.)	6,5–107 кВт	Архангельская область
	Проекты АО «Норд Гидро» по строительству и реконструкции малых ГЭС на базе водных источников энергии: малая ГЭС «Ляскеля», малая ГЭС «Рюмякоски», малая ГЭС «Калпиокоски» (с 2011 г.)	0,63–4,8 МВт	Республика Карелия
	Проект АО «Норд Гидро», финансируемый банком «БРИКС», по строительству Белопорожских ГЭС (ГЭС-1 и ГЭС-2) на р. Кемь в Республике Карелия	49,8 МВт	

Источник: составлено авторами.

возможного потепления климата в Арктической зоне, что, соответственно, потребует строительства дорогостоящего фундамента и привлечения для его возведения специальной техники. Во-вторых, логистический фактор, который включает в себя сезонную зависимость доставки оборудования, площадь территории, наличие строительной спецтехники. В-третьих, немаловажным условием активного продвижения ВИЭ в Российской Арктике является наличие высококвалифицированных проектировщиков ВИЭ и персонала, обученного для эксплуатации соответствующего оборудования. Это потребует подготовки соответствующих кадров в российских вузах. Успешный опыт такой подготовки в отдельных университетах имеется.

Современный период развития в стране возобновляемой энергетики характеризуется её слабой развитостью в арктических регионах. Однако значимость ВИЭ в Арктике возрастает именно в настоящее время, когда сырьевая модель экономики обеспечивает дополнительную нагрузку на окружающую среду. Очевидно, что, для того чтобы число проектов в сфере ВИЭ в Арктической зоне Российской Федерации с каждым годом возрастало, необходимы благоприятный инвестиционный климат, эффективная нормативно-правовая база, а также высокий уровень государственной поддержки. Характеристика современного состояния «зеленой» энергетики на основе анализа её преимуществ и недостатков (табл. 5) позволяет наметить определенные действия для увеличе-

ния доли возобновляемой энергетики в энергобалансе арктических субъектов Российской Федерации.

Представленный анализ позволяет создать основу для дальнейшего развития возобновляемой энергетики в Российской Арктике и определить базовый комплекс действий по применению «зеленых» технологий в её регионах. Особо важно обратить внимание на следующее обстоятельство. Формирование «зеленой» энергетики, в т.ч. основанной на использовании ВИЭ, является не только попыткой диверсификации энергоресурсов, но и инструментом экологизации энергетической отрасли на данной территории. Однако подобные меры не смогут препятствовать масштабным природным изменениям в Арктике, вызываемым глобальными изменениями климата, которые, в свою очередь, являются следствием особенностей функционирования международной хозяйственной системы. Если так, то попытки экологизации деятельности человека в Арктической зоне РФ обязательно натолкнутся на важное препятствие в виде трансформации природной среды. Последнее означает качественное изменение ресурсов ВИЭ. В частности, сокращение ледникового покрова в Северном Ледовитом океане повысит ширину «открытого моря» и длительность сезона, в течение которого можно использовать соответствующие ресурсы (например, действие волн). Однако при этом потребуются перестройка технологий, которые используются для выработки такого рода

Таблица 5. Преимущества и недостатки применения возобновляемых источников энергии в Российской Арктике

Преимущества	Недостатки
<ul style="list-style-type: none"> – Относительная неисчерпаемость энергоресурсов. – Отсутствие зависимости от транспортных издержек на завоз топлива в населенные пункты арктических регионов. – Относительно низкая себестоимость производимой электро- и тепловой энергии. – Снижение негативного влияния на окружающую среду. – Использование совместно с традиционными источниками энергии. – Уменьшение тарифов на электро- и тепловую энергию. – Привлекательность использования для малых потребителей (в небольших населенных пунктах, малых хозяйствах). 	<ul style="list-style-type: none"> – Зависимость от природных, климатических и погодных условий конкретной местности. – Относительно малая потенциальная мощность производимой энергии. – Высокие первоначальные затраты на строительство и монтаж энергообъектов и период окупаемости проекта. – Отсутствие отечественного оборудования и зависимость от импортных комплектующих. – Невозможность поддержки бесперебойной работы энергообъектов без наличия резервных источников энергоснабжения. – «Пробелы» в нормативно-правовом регулировании деятельности объектов энергетики, отсутствие налоговых преференций и льгот участникам рынка нетрадиционной энергетики.
<p>Источник: составлено авторами.</p>	

энергии. Под вопросом оказывается использование ветра, т.к. при трансформации климата скорость и направление преобладающих ветров также могут измениться. Подобного рода риски обязательно должны учитываться инициативами по региональному и локальному развитию возобновляемой энергетики. Иными словами, стоит осознавать, что ее развитие ставит население и хозяйственные системы Арктической зоны РФ в еще большую зависимость от действия глобального экологического фактора.

Развитие возобновляемой энергетики в Арктической зоне Российской Федерации должно осуществляться постепенно и планомерно. В настоящее время нормативно-правовая база в сфере ВИЭ постоянно обновляется, практически ежегодно издаются новые законы, принимаются новые постановления, ориентированные на меры поддержки возобновляемых источников энергии.

Государственно-частное партнерство в реализации проектов возобновляемой энергетики в Российской Арктике

В настоящее время одним из основных инструментов для привлечения инвестиционных ресурсов в инфраструктурные проекты является государственно-частное партнерство. Однако, как отмечалось на заседании Совета по Арктике и Антарктике при Совете Федерации Федерального Собрания Российской Федерации (Якутск, 2019 г.)⁷, общий объем привлекаемых частных инвестиций пока невелик – всего 1%, в то время как во многих развитых странах мира этот показатель доходит до 20%. В этих условиях следует стимулировать частные вложения в инфраструктуру, в объекты, связанные с использованием возобновляемых источников энергии, развивать механизм частного и государственного взаимодействия в Арктике.

Для правового и экономического регулирования в данной сфере необходимо разработать и принять изменения в законодательстве, направленные на развитие новых форм государственно-частного партнерства (ГЧП), например инфраструктурной ипотеки⁸, что позволит государству приобретать построенные инве-

сторами объекты за счет частных кредитов, которые будут погашаться частями в процессе эксплуатации объекта из бюджетов различных уровней. В настоящее время обсуждается возможность реализации по схеме инфраструктурной ипотеки таких арктических проектов, как строительство Северного широтного хода и развитие Мурманского транспортного узла. Такой подход, безусловно, следует распространить на строительство объектов энергетической инфраструктуры по производству и использованию возобновляемых источников энергии.

Следует отметить, что начиная с 2015 г. применяются специальные инвестиционные контракты (СПИК)⁹, которые стимулируют привлечение инвестиций в создание, модернизацию производства, гарантируя предоставление инвесторам отраслевых льгот и преференций, а также создание стабильных условий ведения бизнеса. На наш взгляд, целесообразно распространить механизм СПИК не только на создание промышленных производств, но и на строительство энергетической инфраструктуры. Для этих целей следует использовать и механизмы проектного управления [20].

Важным направлением поддержки создания новых технологий, которые нужны для работы в Арктике, в том числе на основе использования возобновляемых источников энергии, является создание Фонда развития арктических технологий. Данный фонд будет целевым образом поддерживать необходимые для Арктики технологические, инфраструктурные, энергетические проекты, в том числе на начальном этапе – в стадии НИОКР.

Проведенный нами анализ наличия потенциала возобновляемых источников энергии и опыта их использования в энергетических системах Арктической зоны Российской Федерации показал, что в большинстве субъектов ресурсы возобновляемых источников энергии имеются в достаточном количестве и их использование является условием для экономного и эффективного расходования энергоресурсов и минимизации вредного воздействия объектов на окружающую среду.

⁷ <https://www.sakhatimes.ru/gov/news/il-tumen/v-yakutske-sostoyalos-zasedanie-soveta-po-arktike-i-antarktike-pri-sovete-federatsii-rf/>

⁸ <https://porarctic.ru/blog/2019/04/08/arktiku-pomozhet-razvivat-infrastrukturnaya-ipoteka/>

⁹ Специальные инвестиционные контракты (СПИК). Фонд развития промышленности. URL: <https://frprf.ru/gospodderzhka/o-spetsialnykh-investitsionnykh-kontraktakh-dlya-otdelnykh-otrasley-promyshlennosti/>

В то же время в большей части регионов Российской Арктики в настоящее время реализовано относительно малое количество проектов в сфере возобновляемых источников энергии, несмотря на их значительный потенциал. Одной из основных причин этого, по нашему мнению, является отсутствие свободных источников финансирования у субъектов хозяйствования. Поэтому для реализации проектов по строительству и эксплуатации возобновляемых источников энергии в Арктической зоне страны целесообразно использовать механизм государственно-частного партнерства, который предполагает юридически оформленное соглашение между органами государственной власти и бизнесом о строительстве и эксплуатации данных объектов.

Особенностью такого механизма в сфере возобновляемых источников энергии, на наш взгляд, является тот факт, что соглашение между государственными органами власти арктического региона и бизнесом предполагает:

- объединение частных и государственных источников финансирования проекта;
- распределение рисков при реализации проекта;
- привлечение в экономику дополнительных частных инвестиций;
- обеспечение доступности для потребителей и повышение качества предоставляемых услуг по производству и передаче электрической и тепловой энергии объектами возобновляемой энергетики;
- создание новых рабочих мест за счет строительства и эксплуатации объектов нетрадиционной энергетики;
- взаимовыгодное сотрудничество органов государственной власти и бизнеса в процессе реализации проектов по строительству и использованию объектов возобновляемой энергетики в Российской Арктике;
- использование бизнесом инновационных методов, инициируемых и применяемых государственным сектором, в процессе реализации инвестиционных проектов по развитию возобновляемых источников энергии в арктическом регионе;
- совместную реализацию проектов строительства и эксплуатации объектов возобновляемой энергетики, необходимых арктическому региону.

Еще одним важным преимуществом ГЧП является сам факт государственного внимания к данному проекту. С одной стороны, это подчеркивает значимость последнего (ведь одно из препятствий для широкого использования ВИЭ – узость видения представителей бизнеса, считающих соответствующие проекты маргинальными). С другой стороны, ГЧП выступает в качестве своего рода гарантии для бизнеса, что также важно для обеспечения готовности последнего участвовать в реализации технологически и экологически инновационных проектов. Более того, участие государства обеспечит внимание и поддержку как муниципальных органов, так и местного населения.

По данным Аналитического центра «Росинфра» (платформа поддержки инфраструктурных проектов), механизм ГЧП в форме концессионного соглашения будет использоваться для реализации проекта реконструкции Анадырского ветропарка в Чукотском автономном округе. На реализацию данного проекта будут привлечены 143,3 млн. руб. частных средств, возврат инвестиций частного партнера будет осуществляться за счет платы потребителей за пользование объектом, сроки реализации проекта – 20 лет (до 2039 г.). Участниками данного проекта являются Чукотский автономный округ и ООО «Стройинвестэнергия»¹⁰. Обязательства публичного партнера являются обеспечение концессионера необходимыми условиями для проведения работ по реконструкции объекта концессионного соглашения и сроки их выполнения, содействие в разработке проектной документации в соответствии с требованиями законодательства Российской Федерации. Таким образом, будут обеспечены реконструкция и эксплуатация ветроэлектростанции мощностью 2,5 МВт.

Источниками софинансирования проектов в сфере возобновляемой энергетики в рамках ГЧП могут выступать средства федерального бюджета, средства бюджетов субъектов Российской Федерации, средства местных бюджетов и средства частных инвесторов. При этом использование такого механизма в сфере исполь-

¹⁰ Платформа поддержки инфраструктурных проектов. URL: <https://rosinfra.ru/project/short-view/rekonstrukcia-vetroelektrostantsii-s-dispetcerskim-punktom-v-anadyrskom-rajone-na-myse-observacii-v-cukotskom-avtonomnom-okruge>

зования возобновляемых источников энергии позволит успешно реализовать инвестиционные проекты по строительству и эксплуатации объектов возобновляемой энергетики, повысит качество услуг, предоставляемых в сфере энергетики для потребителей региона, увеличит бюджетные потоки в бюджеты различных уровней (через бюджетно-налоговый механизм), обеспечит занятость населения, улучшит экологическую ситуацию на территории региона, снизит издержки на транспортировку топлива в населенные пункты Российской Арктики. Поэтому механизм привлечения частных средств с федеральной поддержкой в виде субсидирования тарифов позволит осуществить модернизацию применяемых дизельных электростанций с частичным замещением дизельной генерации на солнечную, ветровую энергетику.

Наряду с ГЧП для финансовой поддержки малого и среднего бизнеса, поддержки проектов локации, которые призваны увеличивать производимую в Арктике добавленную стоимость, предлагается льготное финансирование таких проектов, а также использование механизма субсидирования процентных ставок по кредитам, который позволит привлекать средства по ставке не более 5% годовых.

Новым направлением ГЧП и привлечения инвестиций на реализацию экологически и социально значимых проектов является заключение соглашений о социально-экономическом развитии территорий между органами государственного управления, добывающей компанией и коренными малочисленными народами Севера при реализации проектов промышленного освоения Арктики. Такой подход базируется на проведении этнологической экспертизы проектов в Республике Саха (Якутия) и применяется с 2011 г. Его суть состоит в том, что потенциальные убытки коренным малочисленным народам Севера от воздействия хозяйственной и иной деятельности на традиционные промыслы определяются в рамках подобной этнологической экспертизы и компенсируются добывающей компанией [21, 22]. В Республике Саха (Якутия) созданы необходимые правовые условия для проведения этнологической экспертизы и компенсации убытков коренным народам при реализации проектов по добыче и разведке полезных ископаемых [23]. Формой таких компенсаций могут быть как прямые выплаты мест-

ным жителям в зоне влияния проекта по добыче полезных ископаемых, так и финансовая поддержка мероприятий по развитию социальной, транспортной, энергетической инфраструктуры. К примеру, в Булунском улусе Республики Саха (Якутия) рассматривается проект по газификации угля за счет привлечения части средств в рамках компенсационных соглашений [24]. Такой подход является по сути реализацией концепции получения и использования выгод в Арктике и взаимодействия заинтересованных сторон при развитии территории [25].

Заключение

В последнее десятилетие возобновляемая энергетика в арктических регионах демонстрирует постепенный рост мощности, в Арктической зоне Российской Федерации разрабатываются специальные программы и меры государственной поддержки с целью ускоренного освоения экологически «чистых» источников энергии. Развитие арктических территорий должно происходить с учетом экологических требований и интересов защиты среды обитания и традиционного уклада жизни коренных малочисленных народов Севера.

В условиях ограниченности бюджетного финансирования одним из источников привлечения средств на реализацию инвестиционных проектов по использованию возобновляемых источников энергии в энергетических системах арктических регионов предлагается создать механизм государственно-частного партнерства, включающий в себя: применение методов проектного финансирования, использование специальных инвестиционных контрактов (СПИК) для объектов энергетической инфраструктуры, которые будут стимулировать привлечение инвестиций в создание и модернизацию производства, гарантировать предоставление инвесторам льгот и преференций, создавать стабильные условия ведения бизнеса.

В качестве одного из новых источников финансирования инвестиционных проектов по использованию возобновляемых источников энергии в энергетических системах арктических регионов предлагается задействовать часть средств, выплачиваемых добывающими компаниями коренным малочисленным народам Севера в рамках проведения этнологической экспертизы проектов на территориях традиционного природопользования.

Литература

1. Daly H. Some overlaps between the first and second thirty years of ecological economics. *Ecological Economics*, 2019, vol. 162, pp. 108–120.
2. Nogueira C. Contradictions in the concept of sustainable development: An analysis in social, economic, and political contexts. *Environmental Development*, 2019, vol. 30, pp. 129–135.
3. Mauerhofer V. Legal Institutions and Ecological Economics: Their Common Contribution for Achieving a Sustainable Development. *Ecological Economics*, 2019, vol. 156, pp. 350–359.
4. Бобылев С.Н. Устойчивое развитие: парадигма для будущего // *Мировая экономика и международные отношения*. 2017. Т. 61. № 3. С. 107–113.
5. Лукутин Б.В., Суржикова О.А., Шандарова Е.Б. Возобновляемая энергетика в децентрализованном электроснабжении: монография. М.: Энергоатомиздат, 2008. 231 с.
6. Климатические факторы возобновляемых источников энергии: монография / В.В. Елистратов, Е.М. Акентьева, Н.В. Кобышева Г.И. Сидоренко, В.В. Стадник; под ред. В.В. Елистратова, Н.В. Кобышевой, Г.И. Сидоренко. СПб., 2010. URL:<http://elib.spbstu.ru/dl/2/3472.pdf>
7. Алхасов А.Б. Возобновляемая энергетика: монография. М.: Физматлит, 2012. 256 с.
8. Велькин В.И. Методология расчета комплексных систем ВИЭ для использования на автономных объектах: монография. Екатеринбург: УрФУ, 2015. 226 с.
9. Использование возобновляемых источников энергии для энергоснабжения потребителей в Арктической зоне Российской Федерации / О.С. Попель, С.В. Киселева, М.О. Моргунова, Т.С. Габдерахманова, А.Б. Тарасенко // *Арктика: экология и экономика*. 2015. № 1. С. 64–69.
10. Киушкина В.Р. Эффекты вовлечения ВИЭ в мониторинг состояния энергетической безопасности северных и арктических зон РФ // *Энергетическая политика*. 2018. № 4. С. 109–117.
11. Эляков А.Л. Перспективы развития возобновляемых источников энергии для сохранения экосистемы Арктической зоны России // *Экономика и предпринимательство*. 2017. № 5-2 (82). С. 1061–1064.
12. Гасникова А.А. Роль традиционной и альтернативной энергетики в регионах Севера // *Экономические и социальные перемены: факты, тенденции, прогноз*. 2013. № 5. С. 77–88.
13. Минин В.А. Оценка перспектив использования энергии ветра для теплоснабжения потребителей Севера // *Теплоэнергетика*. 2009. № 11. С. 34–40.
14. Бежан А.В., Минин В.А. Оценка эффективности системы теплоснабжения на основе котельной и ветроустановки в условиях Севера // *Теплоэнергетика*. 2017. № 3. С. 51–59.
15. Дубинский О.Б. Перспективы развития возобновляемых источников энергии в Арктической зоне России // *Экономика природопользования*. 2018. № 3. С. 38–45.
16. Whitney E., Schnabel WE., Aggarwal S. et al. MicroFEWs: A Food–Energy–Water Systems Approach to Renewable Energy Decisions in Islanded Microgrid Communities in Rural Alaska. *Environmental Engineering Science*, 2019, vol. 36 (7), pp. 843–849.
17. Zuo G., Dou Y., Chang X., Chen Y. Design and Application of a Standalone Hybrid Wind-Solar System for Automatic Observation Systems Used in the Polar Region. *Applied Sciences-Basel*, 2018, vol. 8 (12), p. 2376.
18. Rafique S.F., Shen P., Wang Z. et al. Global power grid interconnection for sustainable growth: concept, project and research direction. *IET Generation, Transmission & Distribution*, 2018, vol. 12 (13), pp. 3114–3123.
19. Mortensen L., Hansen A.M., Shestakov A. How three key factors are driving and challenging implementation of renewable energy systems in remote Arctic communities. *Polar Geography*, 2017, vol. 40 (3), pp. 163–185.
20. Проектный подход в управлении экологически ориентированным развитием экономики / И.М. Потравный, Н.Н. Яшалова, В.В. Гассий, К.Й. Чавез Феррейра // *Экономика региона*. 2019. Т. 15. № 3. С. 806–821.
21. Gassiy V., Potravny I. The Compensation for Losses to Indigenous Peoples Due to the Arctic Industrial Development in Benefit Sharing Paradigm. *Resources*, 2019, no. 8(2), p. 71.
22. Nosov S.I., Bondarev B.E., Gladkov A.A., Gassiy V. Land Resources Evaluation for Damage Compensation to Indigenous Peoples in the Arctic (Case-Study of Anabar Region in Yakutia). *Resources*, 2019, no. 8 (3), p. 143.
23. Slepsov A., Petrova A. Ethnological Expertise in Yakutia: The Local Experience of Assessing the Impact of Industrial Activities on the Northern Indigenous Peoples. *Resources*, 2019, no. 8 (3), p. 123.

24. Обоснование и механизм реализации проекта газификации угля в российской Арктике / Н. Даваахуу, И.М. Потравный, В.Г. Милославский, И.И. Уткин // Уголь. 2019. № 9. С. 88–93.
25. Petrov A.N., Tysiachniouk M.S. Benefit Sharing in the Arctic: A Systematic View. *Resources*, 2019, no. 8 (3), p. 155.

Сведения об авторах

Иван Михайлович Потравный – доктор экономических наук, профессор, профессор базовой кафедры, Российский экономический университет им. Г.В. Плеханова (117997, Российская Федерация, г. Москва, Стремянный пер., д. 36; e-mail: esocaudit@bk.ru)

Наталья Николаевна Яшалова – доктор экономических наук, доцент, заведующий кафедрой, Череповецкий государственный университет (162600, Российская Федерация, г. Череповец, пр. Советский, д. 10; e-mail: atalij2005@mail.ru)

Дмитрий Сергеевич Бороухин – кандидат экономических наук, доцент кафедры, Череповецкий государственный университет (162600, Российская Федерация, г. Череповец, пр. Советский, д. 10; e-mail: dsbor@mail.ru)

Мариясена Петровна Толстоухова – ведущий специалист Департамента стратегического планирования и проектного управления, Министерство по развитию Арктики и делам народов Севера Республики Саха (Якутия) (677000, Российская Федерация, г. Якутск, ул. Чернышевского, д. 14; e-mail: mariyasenap@gmail.com)

Potravnij I.M., Yashalova N.N., Boroukhin D.S., Tolstoukhova M.P.

The Usage of Renewable Energy Sources in the Arctic: The Role of Public-Private Partnership

Abstract. Sustainable development of the Arctic regions of the Russian Federation requires reliable energy supply, which is possible to achieve through searching for new environmentally clean energy sources. The Russian part of the Arctic possesses a great potential of renewable energy sources (RES), and it has required prerequisites for their accelerated development. In these conditions, the transition to renewable energy sources allows not only the provision of required energy resources to the region, supplement and partial substitution of the usage of expensive imported fuel, but the minimization of environmental damage and the preservation of natural resources for future generations. In this article, problems and prospects of the renewable energy usage in the energy system of the Arctic regions of the Russian Federation are systemized and presented. On the basis of the content analysis, the successful experience of their application in the Russian part of the Arctic is summarized, and the tasks of their promotion on these territories are shown. Besides, pros and cons of the renewable energy sources usage in the economy of the Arctic regions are defined. It is revealed that one of the most acute problems of the further development of the RES potential is related to the attraction of funding for “green” energy projects. To solve this problem, we propose the activation of cooperation between the state and business through the development of public-private partnership. We present the specifics of public-private partnership in the field of non-traditional energy and justify the importance of its application for the Arctic regions of the Russian Federation. The scientific novelty of the research is the development of theoretical provisions aimed at the cooperation between government authorities, business structures, and modern society in solving energy issues of the Russian Arctic with the goal of the sustainable development of its territories. The practical relevance of the study is the development of conditions for applying the public-private partnership mechanism to the solution of the priority objectives related to the usage of renewable energy sources in the Arctic region.

Key words: sustainable development, regional economy, the Arctic region, Northern territories, renewable energy sources (RES), alternative energy, funding, public-private partnership.

Information about the Authors

Ivan Mikhailovich Potravnyi – Doctor of Sciences (Economics), Professor, Professor of Basic Department, Plekhanov Russian University of Economics (36, Stremyanny Lane, Moscow, 117997, Russia; e-mail: ecoaudit@bk.ru)

Natal'ya Nikolaevna Yashalova – Doctor of Sciences (Economics), Associate Professor, Head of Department, Cherepovets State University (10, Sovetskii Ave., Cherepovets, the Vologda Oblast, 162600, the Russian Federation; e-mail: atalij2005@mail.ru)

Dmitrii Sergeevich Boroukhin – Candidate of Sciences (Economics), Associate Professor of Department, Cherepovets State University (10, Sovetskii Ave., Cherepovets, the Vologda Oblast, 162600, the Russian Federation; e-mail: dsbor@mail.ru)

Mariyasena Petrovna Tolstoukhova – Chief Specialist of Department of Strategic Planning and Project Management, The Ministry of the Arctic Development and Northern People' Affairs of the Republic of Sakha (Yakutia) (14, Chernyshevskogo Street, Yakutsk, 677000, the Russian Federation; e-mail: mariyasenap@gmail.com)

Статья поступила 19.11.2019.