

## ВОЗОБНОВЛЯЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ ЭНЕРГИИ (ВИЭ) СЕВЕРНЫХ РЕГИОНОВ РОССИИ: СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ

С. Н. Жагина, И. Е. Тимашев

*Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова, Россия*

*Поступила в редакцию 20 мая 2015 г.*

**Аннотация:** В статье анализируются различные виды и перспективы устойчивого развития альтернативной энергетики Северных регионов России. Рассмотрена роль традиционных и нетрадиционных групп возобновляемых источников энергии.

**Ключевые слова:** альтернативная энергетика, возобновляемые традиционные и нетрадиционные источники энергии, Северные регионы России.

**Abstract:** The article is devoted to the thorough analyzes of different types and prospects of alternative energy sustainable development within northern regions of Russia. The role of conventional and unconventional groups of renewable energy sources is discussed.

**Key words:** alternative energy, renewable conventional and unconventional sources of energy, northern regions of Russia.

Развитие альтернативной энергетики и поиски новых источников энергии – главная мировая тенденция XXI тысячелетия. Ее проявлению способствуют локальные истощения природных ресурсов, возможная перспектива энергетического кризиса, негативное воздействие традиционной энергетики на окружающую среду и угроза региональных экологических катастроф.

В середине 90-х годов XX столетия широкое использование возобновляемых источников энергии (ВИЭ) замедлялось их высокой стоимостью и величиной вырабатываемой ими энергии, по сравнению с традиционными энергоустановками. На сегодняшний день во многих странах, благодаря ужесточению экологических требований и государственному содействию развитию альтернативной энергетики, произошло значительное уравнивание стоимости производимой энергии, и такая тенденция цен на возобновляемую электроэнергию сохраняется.

Обычно возобновляемые источники энергии условно разделяют на две группы.

**Традиционные.** Гидравлическая энергия их преобразуется в используемую электроэнергию преимущественно крупными ГЭС мощностью более 30 МВт. Энергия, получаемая из биомассы,

используемой для получения тепла традиционными способами: сжиганием дров, торфа и некоторых других видов печного топлива; геотермальная энергия.

**Нетрадиционные.** К ним относятся солнечная, ветровая, морских волн, течений, приливов морей и океанов, а также гидравлическая энергия, преобразуемая в используемый вид энергии малыми и микро-ГЭС; энергия биомассы, не используемая для получения тепла традиционными методами, а также низкопотенциальная тепловая энергия и другие виды возобновляемой энергии. К главным преимуществам ВИЭ над ископаемым топливом относятся их сравнительная экологичность и возобновляемость.

Несмотря на практически неограниченные ресурсы ВИЭ в России и достаточно высокий научно-технический и промышленный потенциал в данной области, страна отстает от многих государств по масштабам ее использования. Если сравнить производство первичной энергии в РФ с техническими ресурсами ВИЭ, то можно видеть, что суммарный технический ресурс российских ВИЭ, равный 24 млрд. т. у. т./год, превышает более чем в 10 раз суммарную добычу угля, нефти, природного газа, а также количество электроэнергии, выработанной на ГЭС и АЭС [1].

В электроэнергетике России доля ВИЭ (без учета ГЭС) составляет около 1 %. В 2009 году суммарная мощность 50-ти крупных ГЭС страны составила 23,3 ГВт (до аварии на Саяно-Шушенской ГЭС). К 2015 году и этот показатель может увеличиться до 2,5 %, а к 2020 году он может вырасти на 30 % и тогда его доля составит 4,5 %. Предполагается, что к 2020 году суммарная установленная мощность оборудования, использующего биомассу, составит 7850 МВт, энергию ветра – 7000 МВт, энергию приливов – 4500 МВт [9]. В России валовой и технический потенциалы энергии ветра оцениваются в 320 млрд. и 0,8 млрд. т у. т./год соответственно, экономический ресурс – в 4 млн. т у. т./год [1].

Валовой (теоретический) потенциал ВИЭ – годовой объем энергии, содержащийся в данном виде ВИЭ при полном ее превращении в полезную используемую энергию; технический ресурс (потенциал) ВИЭ – часть валового потенциала, преобразование которого в полезную энергию возможно при существующем уровне развития технических средств и соблюдении экологических требований; экономический потенциал ВИЭ – часть технического потенциала, преобразование которого в полезную используемую энергию экономически целесообразно при данном уровне цен на ископаемое топливо, тепловую и электрическую энергию, оборудование, материалы, транспортные услуги, оплату труда и многие другие показатели. Экономический потенциал может составлять до десятков процентов технического потенциала, при этом, в зависимости от мировой конъюнктуры, он может изменяться как в сторону уменьшения, так и в сторону увеличения. Однако в последние несколько лет мировая тенденция развития ВИЭ позволяет сказать, что их экономический потенциал стабильно растет (для невозобновляемых источников энергии данный показатель стабильно уменьшается). По данным Европейской ветроэнергетической ассоциации (EWEA), по состоянию на начало 2009 года в России суммарные мощности ветроэнергетических установок (ВЭУ) составили примерно 11 МВт.

Использование нетрадиционных возобновляемых источников энергии наиболее перспективно в районах, располагающих их повышенным потенциалом и испытывающих недостаток в обычных традиционных топливных ресурсах. На европейском Севере России к числу таких регионов относится Мурманская область, энергетика которой в значительной мере базируется на привозном топливе: ядерном, угле, нефтепродуктах, сжиженном газе.

Развитие энергетики в Мурманской области многие годы проходило за счет последовательного освоения гидроэнергетических ресурсов, использования привозного топлива на ТЭЦ и в котельных, а также ядерного горючего на Кольской АЭС. Дальнейшая перспектива развития энергетики здесь связана с сооружением Кольской АЭС-2 и подачей природного газа из Штокмановского<sup>1</sup> месторождения в Баренцевом море.

В то же время Мурманская область располагает широким набором нетрадиционных и возобновляемых источников энергии (энергия солнца, ветра, малых рек, морских приливов, волн и др.), которые в определенных условиях либо могут составить конкуренцию традиционным энергетическим источникам, либо будут выгодно их дополнять, принося ощутимый экономический эффект.

В Мурманской области потребляется около 16 млрд. кВт·ч энергии в год. Согласно данным Мурманского центра энергоэффективности, 37 % приходится на долю атомной энергии, 57 % вырабатывается гидроэлектростанциями и 6 % – тепловыми электростанциями. Официальные данные по энергобалансу Мурманской области несколько отличаются: 50-60 % приходится на долю атомной энергии, 42 % – гидроэнергия, 19 % – ТЭЦ [9]. Возобновляемая энергетика в регионе совершенно не развита, несмотря на наличие огромного ресурсного потенциала. В последние годы здесь наблюдался избыток вырабатываемой энергии, однако вывод из строя Кольской АЭС приведет к энергетическому дефициту в том случае, если не будет найдена энергетическая альтернатива.

Наиболее важной проблемой Кольского полуострова, требующей принятия неотложных мер для ее решения, является состояние двух наиболее старых реакторов Кольской атомной электростанции, сроки службы которых истекли еще в 2003 и 2004 годах соответственно. Возраст этих реакторов превышает 30 лет. Они могут быть заменены возобновляемыми источниками.

Проведенное в 2006 году Кольским научным центром РАН исследование потенциала нетрадиционных возобновляемых энергетических источников на полуострове [2] показало, что наибольшие перспективы связаны с развитием ветроэнергетики. Потенциал ветров в прибрежных районах Кольского полуострова является одним из самых высоких в европейской части России. Комплексное использование здесь всех доступных возобнов-

<sup>1</sup> Освоение Штокмановского месторождения приостановлено на неопределенное время (*Прим. гл. редактора*).

ляемых источников энергии может вполне удовлетворить нынешний уровень потребности региона в электричестве или найти свое применение при замене устаревших ядерных реакторов [2].

*Энергия ветра.* Ресурс ветров на Кольском полуострове огромен и оценивается в 360 млрд. кВт.ч. наибольшие скорости ветров наблюдаются в прибрежных районах Баренцева и Белого морей. На северном побережье полуострова они достигают 7-9 метров в секунду. Такие среднегодовые скорости ветров здесь выше, чем в прибрежных районах, например, Дании, Германии и Голландии, где ветровая энергетика экономически выгодна и преобладает над другими способами получения энергии. Причем максимум скоростей ветра на полуострове приходится на холодное время года и совпадает с сезонным пиком потребления тепловой и электрической энергии [5].

Основными направлениями использования ветровой энергии на Кольском полуострове выглядят следующим образом: 1) энергоснабжение удаленных и изолированных потребителей; 2) участие ветряных установок в теплоснабжении потребителей; 3) массовое применение ветряных установок (в качестве ветровых парков) в составе энергосистем.

К числу положительных эффектов использования ветровой энергии относятся: низкая стоимость получаемой энергии; неистощаемость; отсутствие дополнительной эмиссии углекислого газа; минимизация вредных выбросов; сохранение теплового баланса планеты; доступность использования; возможность одновременного использования земли для иных хозяйственных и энергетических целей; сохранение водных ресурсов.

Отрицательными сторонами здесь можно считать существенную зависимость от погодных условий, шумовой эффект и необходимость отвода обширных земельных площадей для технических конструкций и другие.

Высокий ветровой потенциал на Кольском полуострове, соответствие между интенсивностью ветра и максимальным спросом на энергию в зимний период, а также наличие 17 гидроэлектростанций с водохранилищами для опустошения их в период ветрового затишья, создадут условия широкомасштабного и системного использования в этом регионе ветровой энергии. Кольский полуостров особенно подходит для возведения «ветропарков», поскольку господствующие ветры, обладающие наивысшей концентрацией энергии, позволяют располагать ветровые установки компактно.

Наиболее подходящие районы для создания ветропарков находятся в окрестностях поселков Дальние Зеленцы и Териберка, возле Серебрянских и Териберских гидроэлектростанций, связанных с Кольской энергетической системой и пригодных для обеспечения крупномасштабного использования ветровой энергии в регионе. В селе Пялица (Терский район) запланирована установка дизель-ветрогенератора, устройство светодиодного уличного освещения в Кандалакшском районе, Коле, Никеле и Оленегорске. Системы, в которых ветропарки связаны с гидроэлектростанциями, обладают наибольшей экономической эффективностью [8].

Существует также ряд благоприятных условий для использования энергии ветра с целью обеспечения электричеством и теплом удаленных децентрализованных населенных пунктов, метеорологических станций, маяков, пограничных постов, объектов Северного морского флота, получающих электричество от автономных дизельных установок. Из-за удаленности и плохих транспортных связей затраты на топливо возрастают в прибрежных районах Кольского полуострова на 30-70 %, а в труднодоступных районах материковой части – на 150-200 % и более. В этих условиях применение ВЭУ может способствовать экономии дорогостоящего дизельного топлива. При благоприятных ветровых условиях ВЭУ может вытеснить до 30-50 %, а в наиболее ветреных районах и до 60-70 % дефицитное органическое топливо. В периоды длительного затишья могут быть использованы специальные аккумуляторы ветровой энергии или вспомогательные тепловые системы. Применение ветроэнергетических установок для целей теплоснабжения потребителей позволит использовать ветер в качестве источника энергии, обеспечивающего в холодные ветреные периоды поступление энергии на нужды отопления.

На Кольском полуострове вблизи Мурманска в рамках сотрудничества с Норвегией построена опытная демонстрационная ветроустановка мощностью 250 кВт. Вырабатываемая ею энергия используется для нужд гостиницы «Огни Мурманска». В развитии ветроэнергетики региона огромное важнейшее значение имеет создание ветропарка мощностью 6-20 тыс. кВт в районе пос. Териберка на побережье Баренцева моря [4].

*Энергия малых рек.* Для Мурманской области значительные перспективы имеет освоение гидроэнергии малых рек. Их технические гидроэнергоресурсы оцениваются в 2,85 млрд. кВт.ч при среднегодовой мощности 334 МВт. В эту оценку вклю-

чены около 40 малых и средних рек региона. Еще в послевоенные годы в области было построено несколько сельских малых ГЭС мощностью от 10 до 100 кВт. Позднее, в 60-е годы, эти ГЭС были вытеснены более дешевыми дизельными установками. В настоящее время в, связи с ростом цен на органическое топливо, интерес к использованию энергии малых рек возрос. Однако определенным препятствием на пути сооружения таких ГЭС является рыбохозяйственная значимость большинства рек Кольского полуострова [3].

Прорабатываются проекты строительства демонстрационных малых ГЭС, например, на р. Пиренга (6 МВт), впадающей в оз. Имандра вблизи рыбозавода на р. Аваньга (1250 кВт); на юго-востоке Кольского полуострова и центре полуострова на р. Ельрек и другие. Возможная выработка этих ГЭС на 30-50 % выше выработки дизельных электростанций, действующих в здешних селах. Появление дополнительной энергии может расширить перспективы хозяйственного и социально-бытового развития этих селений.

*Энергия солнца.* К положительной стороне использования солнечной энергии относится следующее: энергия общедоступна и неисчерпаема; она безопасна для окружающей среды, и по своему количеству тысячратно превосходит энергию других источников, доступных человечеству; возможность использования земель, не приспособленных для хозяйственных целей; этой энергии свойственно отсутствие дополнительной эмиссии углекислого газа; вредных выбросов и потребности в воде.

К числу отрицательных сторон использования солнечной энергии относятся: зависимость от погодных условий; зависимость от смены дня и ночи; создавать условия аккумулировать энергию; дороговизна сооружения; фотопанели и зеркала (для тепломашинных электростанций) нужно очищать от пыли и иного загрязнения; атмосфера над электростанциями довольно сильно нагревается; цена солнечных фотоэлементов достаточно высока; требуется много металла для коллекторов.

В условиях Севера использование солнечной энергии затруднено тем, что в зимние месяцы, когда потребности в энергии максимальны, ее поступление минимально. Колебания в силе солнечной активности в течение года очень значительны: от нулевой в декабре до 200-300 часов в июне и июле. Так как пик ветровых и солнечных ресурсов приходится на разные сезоны, что делает возможным замену одного ресурса другим при их совместном использовании.

Наиболее перспективным направлением использования солнечной энергии является энергообеспечение удаленных населенных пунктов, снабжение которых топливом дорого и затруднительно, а также южных районов области с высоким техническим потенциалом. В последние годы был успешно реализован Российско-Норвежский проект по замене радиоактивных стронциевых батарей на маяках, расположенных на северном побережье Кольского полуострова, солнечными панелями. В селе Пялица устанавливается комбинированная солнечно-ветровая дизельная электростанция. В северных широтах потенциал использования солнечной энергии не высок и может рассматриваться только в качестве дополнительного источника [6].

*Энергия прилива.* Кольский полуостров обладает значительными ресурсами приливной энергии. Имеется богатый опыт эксплуатации Кислогубской приливной электростанции мощностью 400 кВт. Однако ввиду сравнительно небольшой величины прилива на побережье полуострова (в среднем 2-3 м) и ограниченного числа акваторий, которые можно отсечь плотиной, сооружение приливных электростанций (ПЭС) возможно далеко не повсеместно. Например, в Лумбовском заливе Белого моря (высота прилива 4,2 м, возможная для отсечения акватория залива 70-90 кв. м) приливная энергия может иметь мощность от 320 до 670 МВт с годовой выработкой энергии до 2,0 млрд. кВт·ч. На мысе Абрамова-Михайловского (высота прилива 10 м) проектируется Мезенская ПЭС со строительством гидроаккумулирующей станции в районе полуострова Рыбачий. При наличии высоковольтной ЛЭП до Мезенской ПЭС мощность может составить до 3 млн. кВт (50 млрд. кВт/год). На губе Долгая проектируется опытный проект Кольской ПЭС [7].

Отрицательная сторона использования приливных установок: большая стоимость проектов, непостоянная выработка электроэнергии (требуется замещение энергией, вырабатываемой другими средствами), появление береговой эрозии, размыв песчаных отмелей и заполнение песком существующих судоходных русел, изменение баланса между видами в приливной зоне, причинение вреда мигрирующим видам птиц, усиление туманов и морских ветров, громоздкость сооружений и их дороговизна.

*Энергия волн.* Кольский полуостров имеет более чем 1000-километровую береговую линию. Выполненная оценка энергии морских волн вдоль

побережья Баренцева и Белого морей показала значительные запасы волновой энергии. Однако преобразование волновой энергии, ее концентрация и передача представляют большие трудности ввиду суровых климатических условий. Очевидных предпосылок использования этого вида энергии на сегодняшний день не имеется [3].

**Геотермальная энергия.** В Мурманской области в 2012 году была построена экспериментальная установка на Мончегорских очистных сооружениях. Тепловыми насосами оборудован ряд частных домов [10].

**Биоресурсы.** Биоэнергетические ресурсы представлены древесными отходами и отходами животноводства и птицеводства. Технический потенциал этих ресурсов в Мурманской области составляет около 1 млрд. кВт·ч в год. Биоэнергетические ресурсы рассредоточены в большом количестве небольших хозяйств. Применительно к мелким населенным пунктам и объектам, где они накапливаются, их использование представляет интерес. Древесина и древесные отходы издавна используются человеком. Отходы животноводства и птицеводства являются более «молодым» энергетическим ресурсом, но разработанные в последние десятилетия технологии переработки этого энергетического сырья дошли и до заполярных районов. В частности, они нашли применение в Ковдорском районе Мурманской области, где с помощью биоэнергетических установок получают биогаз. В Верхнетуломском работает биокотельная на древесных опилках.

Разработаны варианты использования отходов сельскохозяйственного производства для выработки тепловой электроэнергии и биотоплива на следующих сельскохозяйственных предприятиях Мурманской области: свиноплекс «Природный», г. Мурманск; государственное областное унитарное сельскохозяйственное предприятие «Тулома» по производству молока и молочной продукции, п. Тулома Кольского района; муниципальное унитарное сельскохозяйственное предприятие «Агрокомплекс «Ковдорский», п. Лейпи Ковдорского района; ООО «Птицефабрика Мурманская», п. Молочный Кольского района; сельскохозяйственный производственный кооператив «Полярная звезда», п. Междуречье Кольского района; ОАО «Индустрия», г. Апатиты [11].

Преимущества в использовании биоресурсов складываются из следующих элементов: гораздо меньшее количество токсичных отходов, сажи (на 50 %) и выбросов CO и CO<sub>2</sub>; они дешевле нефте-

продуктов; могут использоваться как в чистом виде, так и в смеси с привычным топливом; пригодны для любого дизельного двигателя практически без переделки; само по себе значительно безопаснее для окружающей среды, чем обычное топливо (практически нетоксично); легко разлагается микроорганизмами (на 90 % за 3 недели); продлевает срок работы двигателя (не образуется нагар в цилиндрах); не имеет неприятного запаха; возможна постоянная выработка энергии.

Как показал проведенный анализ возможностей использования ВИЭ, Кольский полуостров располагает значительными ресурсами солнечной, ветровой, приливной, волновой энергии и гидроэнергии малых рек. В силу суровых природно-климатических условий наиболее реальным представляется использование энергии ветра и гидроэнергии малых рек.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Европейская ветроэнергетическая ассоциация (EWEA) [Электронный ресурс] – URL : <http://www.ewea.org/>
2. Кольский научный центр РАН [Электронный ресурс]. – URL : <http://www.kolasc.net.ru/>
3. Минин В. А. Перспективы развития нетрадиционной энергетики Мурманской области / В. А. Минин, Г. С. Дмитриев // Природопользование в Евро-Арктическом регионе: опыт XX века и перспективы. – Апатиты : Издательство Кольского научного центра РАН, 2002. – С. 134-139.
4. Первоочередные площадки для ветропарков на Кольском полуострове / В. А. Минин [и др.]. – Апатиты : Изд-во Кольского научного центра РАН, 2004. – 24 с.
5. Минин В. А. Перспективы освоения ресурсов ветровой энергии Кольского полуострова / В. А. Минин, Г. С. Дмитриев, И. В. Минин // Известия РАН. Энергетика. – 2001. – № 1. – С. 45-53.
6. Минин В. А. Перспективы использования солнечной энергии в Мурманской области / В. А. Минин, Т. И. Якунина, И. Л. Коробко // Проблемы энергообеспечения Мурманской области. – Апатиты : Издательство Кольского научного центра РАН, 1992. – С. 73-81.
7. Приливные электростанции / под ред. Л. Б. Берштейна. – Москва : Энергоатомиздат, 1987. – 296 с.
8. Энергия ветра - перспективный возобновляемый энергоресурс Мурманской области : препринт / В. А. Минин [и др.]. – Апатиты : Издательство Кольского научного центра РАН, 2006. – 73 с.
9. Энергоэффективность Мурманской области [Электронный ресурс]. – URL : <http://muree.energohelp.com/contact/>.
10. Energy Information Administration [Электронный ресурс]. – URL : <http://www.eia.gov/>.

11. The Arctic Nuclear Challenge [Электронный ресурс]. – URL: <http://bellona.org/assets/sites/6/>

The\_Arctic\_Nuclear\_Challenge.pdf.

Жагина Светлана Николаевна  
научный сотрудник кафедры физической географии  
мира и геоэкологии географического факультета Мос-  
ковского государственного университета им. М. В. Ло-  
моносова, г. Москва, т. 8495-939-38-42, 8-915-360-88-61,  
E-mail: [vulpes-06@mail.ru](mailto:vulpes-06@mail.ru)

Тимашев Игорь Евгеньевич  
доктор географических наук, ведущий научный сотруд-  
ник кафедры физической географии мира и геоэколо-  
гии географического факультета Московского государ-  
ственного университета им. М. В. Ломоносова, г. Мос-  
ква, т. 8495-939-38-42, 8-916-262-95-92, E-mail:  
[timashev\\_i@rambler.ru](mailto:timashev_i@rambler.ru)

Zhagina Svetlana Nikolayevna  
Researcher of the Chair of World Physical Geography  
and Geoecology, Department of Geography, Moscow  
State University named after M. V. Lomonosov, Mos-  
cow, tel. 8(495)-939-38-42, 8-915-360-88-61, E-mail:  
[vulpes-06@mail.ru](mailto:vulpes-06@mail.ru)

Timashev Igor Yevgen'yevitch  
Doctor of Geographical Sciences, leading researcher of the  
Chair of World Physical Geography and Geoecology, De-  
partment of Geography, Moscow State University named  
after M. V. Lomonosov, Moscow, tel. 8(495)-939-38-42,  
8-916-262-95-92, E-mail: [timashev\\_i@rambler.ru](mailto:timashev_i@rambler.ru)