

отделение международной неправительственной некоммерческой организации  
«СОВЕТ ГРИНПИС»

**РАЗВИТИЕ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ  
В РОССИИ: ВОЗМОЖНОСТИ И ПРАКТИКА**

(на примере Камчатской области)

**GREENPEACE**

Москва, 2006 г.

P17 Развитие возобновляемых источников энергии в России: возможности и практика (на примере Камчатской области). Сборник. - М.: ОМННО «Совет Гринпис», 2006. – 92 с.

ISBN 5-94442-023-5 (978-5-94442-023-7)

**Гринпис России благодарит Камчатскую Лигу Независимых Экспертов за помощь в подготовке данного сборника.**

В сборнике приведен краткий анализ возобновляемых энергоресурсов Камчатской области и обзор некоторых видов установок, использующих возобновляемые источники энергии. В первой части сборника представлены обзорные и прогнозные материалы. Во второй – варианты и предложения для практического применения, подходящие практически для всех регионов России. Сборник также содержит список производителей оборудования для получения энергии из возобновляемых источников.

Для региональных, областных, районных и местных органов власти, специалистов в области энергетики, всех заинтересованных лиц, желающих использовать возобновляемые источники энергии.

ISBN 5-94442-023-5 (978-5-94442-023-7)

## ОГЛАВЛЕНИЕ

<b>ВВЕДЕНИЕ</b>	5
<b>ЧАСТЬ 1. ВОЗОБНОВЛЯЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ ЭНЕРГИИ КАМЧАТСКОЙ ОБЛАСТИ: СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМ ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЯ И ЭКОЛОГИИ РЕГИОНА</b>	8
Проблемы и возможные решения внедрения возобновляемых источников энергии в современную структуру электроснабжения Камчаткой области (на примере ветроэнергетики) <i>Дмитриев Г.С., директор ЗАО «ВетроЭнерго», вице-президент Всемирной Ветроэнергетической Ассоциации (WWEA)</i>	8
Ветровая энергетика полуострова Камчатка <i>Рыбалкин Л.М., Международный фонд Н.К. Байбакова, руководитель департамента программ ТЭК</i>	14
Геотермальная энергетика Камчатской области и проблемы, возникшие при ее использовании <i>Мягих Д., Лисарева В., ОМННО «Совет Гринпис»</i>	18
Водные энергоресурсы Камчатской области и малая гидроэнергетика <i>Лисарева В., ОМННО «Совет Гринпис»</i>	25
Солнечная энергетика: перспективы развития <i>Лисарева В., ОМННО «Совет Гринпис»</i>	29
Энергия морских приливов на Камчатке (проект Пенжинской ПЭС) <i>Усачев И.Н., ОАО «НИИЭС»</i>	33
<b>ЧАСТЬ II. ПРАКТИКА И ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ НЕКОТОРЫХ ВИДОВ УСТАНОВОК ВИЭ</b>	38
Геотермальная система теплофикации и тепловые насосы <i>Мягих Д., Лисарева В., ОМННО «Совет Гринпис»</i>	38
Перспективы использования «second hand» ветроагрегатов европейского производства <i>Дмитриев Г.С., директор ЗАО «ВетроЭнерго», вице-президент Всемирной Ветроэнергетической Ассоциации (WWEA)</i>	43

Ветроди젤ные станции на основе ветроэлектрических агрегатов АВЭ 250С <i>Лось С. И., Козак Л.Р., ГКБ «Южное» (Украина)</i>	49
Бесплотинные ГЭС нового поколения <i>Ленев Н.И., ОАО «Московский комитет по науке и технологиям»</i>	52
Биоэнергетические установки <i>Семенов А.В., Сибирский институт прикладных исследований, г. Омск</i>	55
Российские биогазовые технологии по переработке отходов животноводства, птицеводства и растениеводства в газообразное топливо, тепло- и электроэнергию и органические удобрения <i>Панцхава Е.С., Пожарнов В.А., ЗАО «Центр «ЭКОРОС» (г. Москва)</i>	59
Энергетические установки на древесных отходах <i>Писарева В., ОМННО «Совет Гринпис»</i>	68
Автономные энергосистемы для районов децентрализованного энергоснабжения <i>Мягких Д., ОМННО «Совет Гринпис»</i>	73
<b>ЗАКЛЮЧЕНИЕ</b>	76
<b>Приложение 1.</b> Из рецензии на сборник «РАЗВИТИЕ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ В РОССИИ: ВОЗМОЖНОСТИ И ПРАКТИКА (на примере Камчатской области)» <i>директора Камчатского филиала Тихоокеанского института географии Дальневосточного отделения РАН, к.э.н., Р.С. Моисеева</i>	78
<b>Приложение 2.</b> СПИСОК ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ ЭНЕРГООБОРУДОВАНИЯ	80

## ВВЕДЕНИЕ

Энергетический баланс России более чем на 90% формируется за счет невозобновляемых углеводородных ресурсов. Доля возобновляемых источников энергии (ВИЭ) составляет в производстве электроэнергии около 0,5%, тепла – порядка 4%.

Главные преимущества ВИЭ перед ископаемыми видами топлива – возобновляемость/неисчерпаемость и экологичность (при применении соответствующих технологий) – дали толчок к развитию в мире так называемой альтернативной энергетики. Еще в середине 1990-х годов прошлого столетия широкое применение ВИЭ сдерживалось значительными ценами на сами установки и более высокой стоимостью, по сравнению с традиционными энергоустановками, производимой ими энергии. В настоящее время во многих государствах в результате ужесточения экологических требований и государственной поддержки альтернативной энергетики произошло уравнивание этих стоимостей. Причем тенденция снижения стоимости энергии ВИЭ сохраняется.

В некоторых странах СНГ - Украине, Белоруссии, Казахстане, Киргизии и др. – в условиях отсутствия достаточного количества собственных ископаемых ресурсов правительства вынуждены обращать внимание на возможности использования ВИЭ и оказывать их развитию поддержку.

В России развитию ВИЭ серьезно препятствуют такие факторы, как:

- изобилие углеводородных ресурсов;
- отсутствие поддержки ВИЭ на государственном уровне;
- отсутствие законодательной базы по альтернативной энергетике;
- низкая обеспокоенность общества экологическими проблемами и отсутствие желания и/или возможности платить за экологический ущерб.

В настоящий момент возобновляемая энергетика в России находит применение преимущественно в энергодефицитных регионах, а также в изолированных от линий электропередач (автономных) районах, где из-за дороговизны завозного топлива и проблем с его доставкой ВИЭ оказываются конкурентоспособными.

В то же время, практически повсюду в РФ можно в той или иной степени использовать ресурсы ВИЭ. В некоторых регионах (Дальний Восток, Краснодарский и Алтайский края, Республика Бурятия и многих других) одновременно представлены сразу несколько видов экономически доступных возобновляемых источников. Их комплексное развитие позволило бы полностью обеспечить энергопотребности этих регионов.

Камчатская область – регион наиболее подходящий для демонстрации возможностей и целесообразности развития различных видов ВИЭ. Энергетика полуострова базируется на привозном топливе: 97% электроэнергии до недавнего времени производилась на завозном мазуте. Цены на мазут доходят до 200 долл. за тонну, что во

многим обусловлено значительными затратами на транспортировку. Только в 1998 г. для работы электростанций в область было завезено 500 тыс. т жидких нефтепродуктов на сумму 725 млн руб. В связи с большими транспортными расходами стоимость выработки электроэнергии здесь превышает среднемировой показатель в 5-6 раз.

Энергосистема области состоит из трех основных энергорайонов – Центрального, на который приходится 80% объема электропотребления, Усть-Камчатского, Паужетского – и изолированных энергоузлов небольшой мощности. В Центральном энерго-районе действуют две теплоэлектроцентрали (ТЭЦ) суммарной мощностью 395 МВт. В балансе производства энергии для обогрева помещений доля ТЭЦ составляет более 50%, остальная часть покрывается котельными. В структуре электропотребления преобладают непромышленные потребители и население. Доля промышленности составляет около 8%.

В последние годы на территории Камчатской области и Корякского АО (КАО) резко возросли проблемы, связанные с электро- и теплообеспечением населения, социально-значимых объектов и промышленных предприятий. Во многих районах полуострова подача тепла и электроэнергии ограничена 4-5 часами в сутки. Дебиторская задолженность потребителей к 1999 г. превысила размер годового областного бюджета и составила 2,2 млрд. руб. При этом долги энергетиков поставщикам топлива дошли до 2,8 млрд. руб.

Несмотря на ежегодные федеральные субсидии, которые едва ли покрывают затраты на сезонные потребности полуострова, общий долг Камчатской области и КАО за энергоснабжение ежегодно возрастает. Так, по состоянию на май 2004 г., только предприятия ЖКХ г. Петропавловска-Камчатского за потребленное тепло должны были энергетикам более 1 млрд. руб., а общий долг КАО за потребленную электроэнергию составлял более 200 млн. руб.

Тарифы на тепло- и электроэнергию в Камчатской области и КАО самые высокие в России. В значительной мере это связано со слабым развитием транспортной инфраструктуры, из-за чего транспортная составляющая стоимости привозного топлива у наиболее удаленных потребителей может достигать 80%. В связи с постоянным повышением цен на ископаемое топливо тарифы ежегодно растут.

Зависимость полуострова от дорогого привозного топлива, трудности с его доставкой, предельно высокие тарифы на электроэнергию и тепло, низкий уровень платежей потребителей за отпущенную энергию – все это обостряет ситуацию с энергоснабжением полуострова и является причиной тяжелого экономического и социального положения региона. Для урегулирования этих проблем требуется принятие эффективных стратегических решений. Одним из шагов в этом направлении была разработка администрацией области программы перевода электро- и тепло-снабжения Камчатской области на нетрадиционные возобновляемые источники энергии и местные виды топлива, которую предполагалось реализовать до 2005 г. Так, с 1996 по 2002 гг. были введены новые энергообъекты, использующие местные

гидро- и геотермальные ресурсы: Быстринская и Толмачевские малые ГЭС, Верхне-Мутновская и Мутновская ГеоЭС.

Камчатская область и КАО – зона экономически эффективного применения многих видов нетрадиционных ВИЭ: геотермальной, ветровой, приливной, солнечной и др. Освоение ВИЭ позволит:

- свести использование ископаемого топлива в производстве тепло- и электроэнергии к минимуму;
- снизить негативное воздействие топливно-энергетического комплекса (ТЭК) на окружающую среду;
- значительно понизить тарифы на тепло- и электроэнергию;
- повысить уровень жизни населения, особенно, проживающего в деревнях и поселках;
- удовлетворить рост электропотребления.

В предлагаемом сборнике приведен краткий анализ возобновляемых энергоресурсов Камчатской области и обзор некоторых видов установок, базирующихся на использовании ВИЭ. В первой части сборника представлены обзорные и прогнозные материалы, в том числе представляющие проекты на отдаленную перспективу. Во второй – варианты и предложения для конкретного практического применения, подходящие практически для всех регионов России. Сборник также содержит список производителей оборудования для получения энергии из возобновляемых источников.

Сборник предназначен:

- для региональных, областных, районных и местных органов власти с целью ознакомления с современным уровнем развития отечественных установок, использующих экологически чистые ВИЭ, и оценки перспектив их применения для ослабления зависимости от завозного дорогостоящего органического топлива, повышения социального уровня жизни населения и снижения вредного воздействия энергетики на окружающую среду;
- для менеджеров и научно-технических работников различных организаций и ведомств, связанных с проектированием и эксплуатацией энергетических комплексов, с целью реализации схем надежного энергоснабжения изолированных потребителей путем использования экологически чистых ВИЭ;
- для специалистов, работающих в области комплексного использования ВИЭ, снижения вредного воздействия объектов энергетики на окружающую среду, повышения уровня жизни населения, в первую очередь удаленных и трудно доступных потребителей;
- для всех заинтересованных лиц, занимающихся изучением и практическим применением ВИЭ.

## ЧАСТЬ 1.

ВОЗОБНОВЛЯЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ ЭНЕРГИИ КАМЧАТСКОЙ ОБЛАСТИ: СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМ ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЯ И ЭКОЛОГИИ РЕГИОНА

## ПРОБЛЕМЫ И ВОЗМОЖНЫЕ РЕШЕНИЯ ВНЕДРЕНИЯ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ В СОВРЕМЕННУЮ СТРУКТУРУ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ КАМЧАТКОЙ ОБЛАСТИ (НА ПРИМЕРЕ ВЕТРОЭНЕРГЕТИКИ)

*Дмитриев Г.С., директор ЗАО «ВетроЭнерго», вице-президент Всемирной Ветроэнергетической Ассоциации (WWEA)*

Полная установленная мощность электростанций на территории региона составляет около 500 МВт. Из этой величины большая часть представлена генерирующей мощностью, принадлежащей ОАО «Камчатскэнерго» (402,2 МВт), в которой львиная доля приходится на ТЭЦ, находящихся в Петропавловске-Камчатском. Остальную часть мощности ОАО «Камчатскэнерго» обеспечивают: Паужетская, Верхне-Мутновская, Мутновская геотермальные электростанции.

Значительную долю мощности в области дают 20 дизельных электростанций (ДЭС), обеспечивающих электроснабжение в небольших населенных пунктах в режиме местных изолированных сетей. Средняя мощность ДЭС предположительно составляет 4 МВт и может варьироваться от ДЭС менее 1 МВт до ДЭС, мощностью в 10 МВт.

Удельный расход топлива составляет около 400 г/кВт-ч. ТЭЦ работают на мазуте, ДЭС - на дизельном топливе. Оба вида топлива привозные.

По расчетам ОАО «Камчатскэнерго» тариф на электроэнергию на Камчатке самый высокий в России и в 2002 г. составил 2,26 руб. за 1 кВт-ч.

В Камчатской области также работают малая ГЭС-4 на р. Быстрая (Быстринский район); ветровая электростанция (ВЭС), состоящая из 2 ветроагрегатов, в составе ДЭС-17 в п. Никольское (Алеутский энергоузел), каскад Толмачевских ГЭС на р. Толмачева (Усть-Большерецкий энергоузел).

Выработка всех электростанций Камчатской области - около 1,5 млрд кВт-ч в год (в среднем). Число часов использования установленной мощности составляет только 2600 ч/год, что характерно для энергосистем, в чей состав входит большое количество ДЭС, работающих на дорогом топливе.

За последние годы полная выработка всех электростанций не имеет устойчивой тенденции к росту, так же, как и отпуск тепла и электроэнергии.

Территориально электростанции расположены по энергоузлам. В Центральном энергоузле сосредоточены обе ТЭЦ, Мутновская и Верхне-Мутновская ГеоЭС и ДЭС. Между собой они связаны линиями электропередач (ЛЭП). Централизованное электроснабжение охватывает города Петропавловск-Камчатский, Елизово и Вилучинск, а также районы вдоль р. Камчатка до поселка Мильково, удаленного от Петропавловско-Елизовской агломерации на расстояние около 400 км. С пуском ЛЭП между Авачей и Малкой в Центральный энергоузел будут включены Толмачевские ГЭС.

В Южный энергоузел входят Паужетская Гео-ТЭС и Озерная ДЭС. Остальные ДЭС региона работают в изолированно местных сетях напряжением до 35 кВ. Большая часть ДЭС расположена вблизи поселков и населенных пунктов в северной части долины р. Камчатка, на восточном и западном побережьях (см. карту 1).

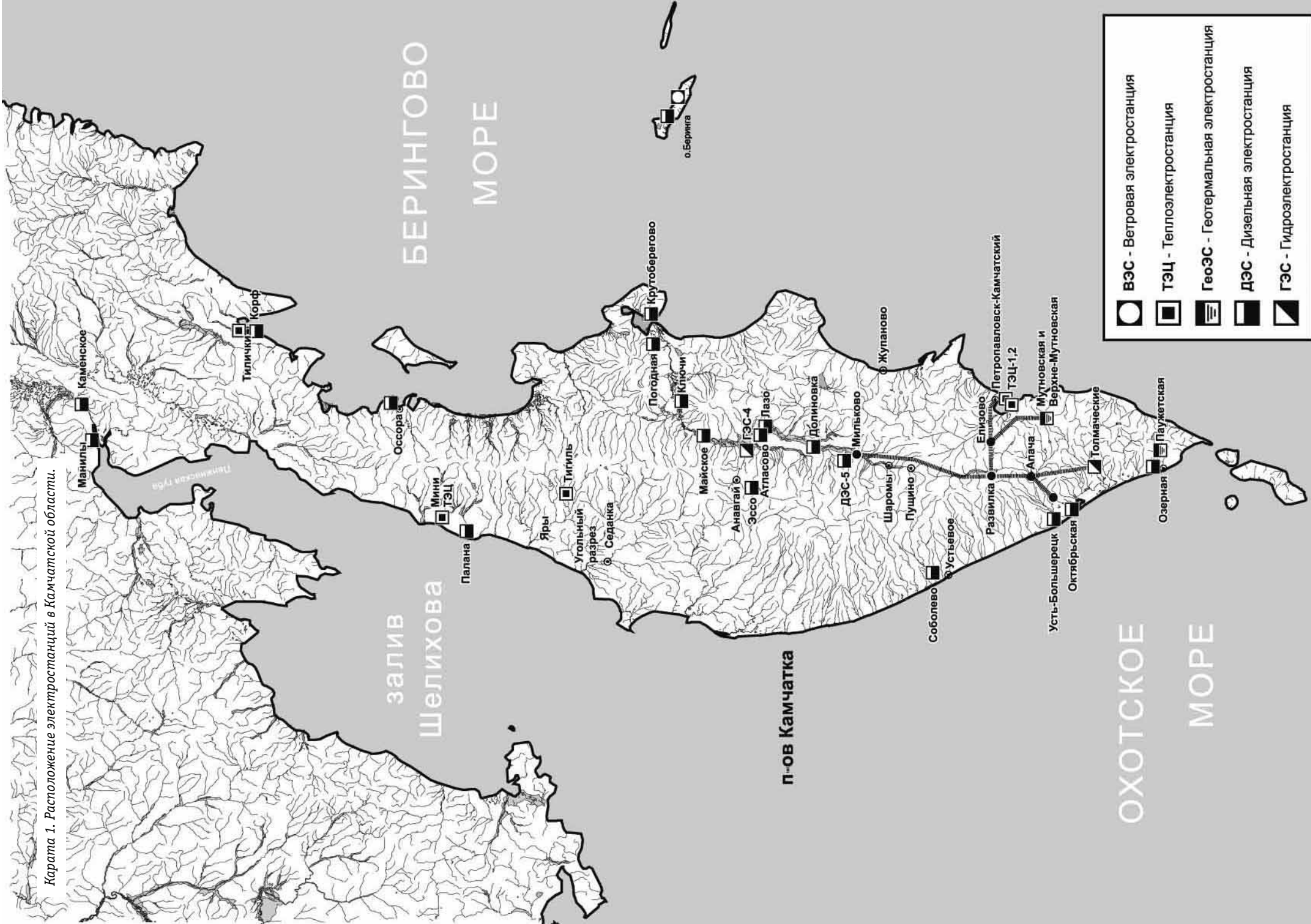
Общая длина ЛЭП напряжением 220 кВ составляет 421 км, ЛЭП 110 кВ – 292 км. Преобладают ЛЭП напряжением 35 кВ и ниже (до 10 кВ). Их общая протяженность – около 1280 км.

Камчатка исключительно богата возобновляемыми природными энергоресурсами. Среди них - тепло земных недр (осваивается уже достаточно давно), ветер (освоение только началось - возведены 2 ветроэнергетические установки (ВЭУ) на Командорских островах), приливная энергия, максимально сконцентрированная в Пенжинской губе Охотского моря.

Ресурсы возобновляемых источников энергии намного превышают энергопотребности полуострова, поэтому развивать стоит только то, что можно эффективно использовать при существующей инфраструктуре. При этом, необходимо учитывать нестабильность таких источников энергии, как ветер. В Западной Европе его нестабильность «погашается» или компенсируется разными подходами. Так, например, регулирование режима ветропарков Дании происходит за счёт «погашения» нестабильности энергии ветра гидроэлектростанциями Норвегии. Электроэнергия передаётся по высоковольтным кабелям, проложенным по дну проливов. В ветровой электроэнергетики Германии участвуют ГЭС Франции путем взаимной передачи энергии по сети ЛЭП. Испания для этих целей также использует ГЭС и межсистемные перетоки.

Основные объекты электроэнергетики Камчатки сосредоточены в зонах со слабым ветром, имеют неразвитую структуру ЛЭП и сами по себе не являются «маневренными» электростанциями. Так, электрические мощности на ТЭЦ и ГеоЭС практически не подлежат регулированию (ТЭЦ и ГеоЭС работают по заданному тепловому режиму нагрузки, особенно в зимнее время). Поэтому в качестве партнеров ВЭУ на Камчатке следует рассматривать ГЭС и ДЭС.

Карта 1. Расположение электростанций в Камчатской области.



Таким образом, в качестве первоочередного ориентира можно рассматривать строительство ВЭУ суммарной мощностью около 100 МВт. При этом будет сэкономлено до 30-50% дизельного топлива. Существующие ГЭС позволят несколько компенсировать переменный режим ветра, но в очень ограниченном размере, так как судя по величине установленной мощности ГЭС не обладают водохранилищами длительного регулирования. Можно рассматривать ВЭУ как источник электроэнергии для отопления. Наиболее эффективно, в этом случае, вытесняются котельные. Однако отсутствие данных по котельным не позволяет в данный момент это просчитать.

Строительство более масштабных ветропарков на полуострове лимитируется отсутствием мощных ЛЭП для передачи электроэнергии к крупным потребителям. Хотя, как вариант развития крупномасштабной ветроэнергетики, и эта возможность может быть рассмотрена.

Тщательного предварительного изучения требует вариант установки ВЭУ в горных районах Камчатской области и КАО. Здесь наличие перспективных площадок вероятно, но рельеф сильно затруднит их возведение.

Большие скорости ветра (среднегодовые более 5 м/с на высоте флюгера 10 м) характерны для прибрежных районов Камчатки. Наиболее ветреное побережье – восточное. На западном - ветры больших скоростей отмечаются реже. Наиболее благоприятный период года для использования ветровой энергии в практических целях – зима, когда устойчивые и сильные ветры наблюдаются на обеих бережьях, что совпадает с максимумом электро- и теплоснабжения.

В долине р. Камчатки скорости ветра до 2м/с наблюдаются более 50% случаев, а выше 20 м/с - не более 1-2 раз в год.

Исходя из вышеизложенного, в первую очередь строительство ВЭУ целесообразно в прибрежных районах вблизи существующих ДЭС. Перед их установкой в течение хотя бы одного года, а лучше - трех лет подряд, необходимо изучение ветрового режима района. Кроме того, определяющими факторами также должны быть наличие: доступа к местной сети, дорожной инфраструктуры, соответствующей строительной техники и трудовых ресурсов.

Таким образом, хотя ограничений на величину возможного к использованию природного потенциала энергии ветра на территории полуострова не имеется, существующие потребители, их уровень и темпы развития, инфраструктура производства и распределения электроэнергии накладывает свои жесткие ограничения на возможности развития ветроэнергетики на Камчатке. Все эти факторы необходимо самым тщательным образом изучать и учитывать, принимая решения об использовании энергии ветра для энергоснабжения отдельных потребителей.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Справочник по климату СССР. Выпуск 27. Камчатская область. Часть III. Ветер. Л.: Гидрометеиздат. 1967. –227с.
2. Зубарев В.В., Минин В.А., Степанов И.Р. Использование энергии ветра в районах Севера. Л.: Наука. 1989. –208с.
3. Windenergie 2002. Bundesverband WindEnergie. –Osnabruck, Deutchland, STEINBACHER DR-UCK. 2002. – 264p.
4. Старков А.Н. и др. Атлас ветров России. М.: Можайск-Терра, 2000, -551с.
5. European Wind Turbine Catalogue. Copenhagen: Energy Center Denmark. 1995. –63p.

## ВЕТРОВАЯ ЭНЕРГЕТИКА ПОЛУОСТРОВА КАМЧАТКА

*Рыбалкин Л.М., Международный фонд Н.К. Байбакова, руководитель департамента программ ТЭК*

Ветровая энергия признана в мире как одна из многообещающих возобновляемых и ресурсозначимых в вопросе экономии быстро исчезающих запасов нефти и газа. Производство электроэнергии на ветроэнергетических станциях (ВЭС) снижает вредные выбросы в атмосферу и уменьшает парниковый эффект.

В 2005 г. мировая установленная мощность ветровых агрегатов достигла - 59 322 МВт. Выработка энергии в таком количестве позволяет обеспечить электричеством в среднем около 30 млн европейских семей. В настоящее время лидерами в развитии ветроэнергетики являются Германия (18 тыс. МВт), Испания (10 тыс. МВт), США (9 тыс. МВт), Индия (более 4 тыс. МВт) и Дания (более 3 тыс. МВт). В электрическом балансе Дании ветроэнергетика составляет 20%, что является абсолютным рекордом в мире.

Рассматривая Камчатку как объект расчетов и оценки ветроэнергетического потенциала, необходимо учесть, что по своим географическим, геологическим и климатическим характеристикам регион значительно отличается от вышеперечисленных европейских стран. Различен береговой рельеф западной и восточной части полуострова. Большое количество оврагов, рек, болот, сопков, горных хребтов, а также температурный режим подземных и поверхностных вод, оказывают влияние на скоростной режим ветра.

По ветровым характеристикам на Камчатке выделяется пять провинций - А, В, С, Д и Е (провинция Е, имеющая слабый ветровой потенциал, в настоящее время не перспективна для освоения). В свою очередь каждая из них делится на сектора (по затемнению) - 2, 3, 4, 5, 6.

Суммарная мощность ветроэнергетического потенциала Камчатки (основные ветровые районы), получаемая в результате расчетов по секторам и в целом по провинциям, составляет 360,7 млрд кВт-ч/год.

В практике строительства крупных «ветроферм» и ВЭС принято использовать территорию размером 8-12% от общей площади, имеющей достаточный ветропотенциал. Таким образом, получаем максимально возможный или рабочий ветроэнергетический потенциал в 30-36 млрд кВт-ч/год (см. таблицу 1). Для сравнения, за 2002 г. выработка электроэнергии всеми электростанциями Камчатки составила 1,54 млрд кВт-ч.

Данные показатели говорят о целесообразности разработки программы «Ветроэнергетика Камчатской области» с определением первоочередных площадок под «ветрофермы», особенно в зоне децентрализованного энергообеспечения

Таблица 1. Технический ветропотенциал Камчатской области

	% от территории	тыс. кв. км	% от провинции по затемнению					Расчетный (технический) ветропотенциал на высоте 50 м, млрд кВт-ч/год
			2	3	4	5	6	
A	15,23	71,900	21	15	19	5	40	73,4
B	66,72	315,100	17	18	25	5	35	253,2
C	9,52	45,000	30	16	21	5	28	21,2
D	8,53	40,300	44	13	-	-	43	12,9
E	100	472,30						360,7

(вне энергосистемы).

Необходимо заметить, что в начале 1990-х годов ОАО «Ленгидропроект» проводил исследования ветроэнергетического потенциала Камчатской области. В итоге были определены несколько площадок под строительство «ветроферм» (в г. Елизово, например) и составлено технико-экономическое обоснование проекта на строительство и поставку ветрооборудования датского производства. Но определенные ведомства, заинтересованные в дальнейшей поставке ископаемого топлива, закрыли проект.

Использование ветроэнергетики на Советском Севере началось еще в конце 1980-х годов. В главном управлении «Север» Минсельхоза СССР было создано НПО «Борей», которое за небольшой период времени организовало выпуск малых передвижных ветроэнергоустановок (ВЭУ) мощностью 100, 200 и 300 Вт (до 1 кВт), монтируемых на санях и нартах для освещения чумов, стойбищ оленеводов, в том числе на Чукотке и Камчатке, а также для рыбаков и геологов. За период существования Минсельхоза НПО «Борей» изготовил на заводах Московской, Владимирской и Воронежской областей сотни малых ВЭУ. В результате был получен определенный опыт в этой сфере.

В 1996 г. по инициативе АО «Камчатскэнерго» и администрации области в с. Никольское на острове Беринга установили два 250-киловаттных ветроагрегата Мисоп датского производства, которые были смонтированы в комплексе с 800-киловатным дизельным генератором. В 2000 г. ветроагрегаты обеспечили 40% потребляемой селом электроэнергии, что позволило снизить ее себестоимость втрое. В случае излишка мощности, вырабатываемой ветроагрегатами при высоких скоростях ветра (в с. Никольское среднегодовая скорость ветра 11 м/с), энергия сбрасывалась через электродвигатели в аккумуляторы тепла для отопления и горячего водоснабжения поселка.



Современные ветроагрегаты при решении ряда технических задач могут работать не только по отдельности, но и в комплексе с другим энергооборудованием: ДЭС, микро- и малыми ГЭС, биоэлектростанциями, солнечными электростанциями.

Из-за низкой плотности заселения территории и одностороннего развития экономики полуострова, сотни объектов жилья и производств имеют свои ДЭС, работающие на дорогом привозном топливе. Изолированные от общей энергосистемы населенные пункты и хозяйственные объекты целесообразно перевести на современные блочные или гибридные ветродизельные электростанции с аккумулярованием энергии в топливных элементах или через электролиз с получением водорода и кислорода. В этом случае расход органического топлива может быть сведен к минимуму. Такие ветродизельные станции, помимо упомянутой выше в с. Никольское, были успешно смонтированы на Чукотке в поселках Шахтерный и Угольные копи. Уже сегодня эти гибридные установки позволяют экономить до 50% завозимого дизельного топлива.

Приведенные выше цифры позволяют утверждать, что важнейшим направлением совершенствования энергетической системы полуострова является: унификация и замена оборудования, отработавшего ресурс; создание multifunctional энерготехнологических комплексов (МЭК) на базе ДЭС, работающих на различных видах топлива (дизельном, керосине, природном и генераторном газе), и блокировании их с ветроагрегатами, солнечными батареями, биоэнергетическими электростанциями, МГЭС.

При выявленной среднегодовой скорости ветра 8,5 м/с на достаточно значительной протяженности береговой полосы Камчатки и Командорских островов возможно размещение совершенных и экономичных установок мегаваттного класса. Одной из них является современная двухскоростная ветротурбина Т600-48 фирмы «Турбовиндс» (Бельгия). Машина выпускается серийно. Из стран СНГ она установлена на Украине в Крыму (ВЭС «Тарханкутская»). При указанной выше скорости ветра 1 ВЭУ вырабатывает 2,5 млн кВт-ч/год. Тысяча таких установок на нескольких площадках только на побережье Камчатки и островов позволит выработать 2,5 млрд кВт-ч/год электроэнергии, что примерно в 1,5 раза превышает норму выработки всех электростанций области.

Для изолированных энергосистем считается оптимальным, по западным стандартам, установка ВЭС мощностью до 30% от суммарной мощности энергосистемы. Расчеты по оптимизации мощности, режимам работы, надежности камчатской энергосистемы с учетом использования ГеоЭС, ВЭС, ДЭС, ТЭЦ позволят определить оптимум для каждого источника энергии на перспективу. На данный момент, по приблизительным расчетам, установленная мощность ВЭС может составить 172 МВт.

Использование на Камчатке передовых технических решений, «ноу-хау» российских авторов и конструкторов, с одновременным применением западных

технологий, позволит создать некий прецедент в освоении возобновляемых источников энергии энергодефицитных регионов России, к которым также относятся: Сахалин, Чукотка, Курилы, Калининградская область и другие районы, где есть большой потенциал возобновляемых источников энергии и, одновременно, проблемы с доставкой и дороговизной ископаемого топлива.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Научно-техническая программа «Энергообеспечение Крымской области на период 1985-1990 гг. с применением возобновляемых источников энергии». Постановление № 440 от 15.10.1986. ГКНТ СССР. Исполнитель: ВНИПИЭНЕРГОпром. Руководитель проекта: Рыбалкин Л.М.
2. Технические предложения с выбором площадки под ВЭС-25000 кВт с ветрогенераторами 100 кВт фирмы US WindPOWER (США). УДК 629.7.064. Заказ ПЭО Крымэнерго. Договор № 1/91 от 25.04.1991. Приднeпровский МФК и МП «Интеллект» г. Евпатория – Севастополь. Руководитель проекта: Рыбалкин Л.М.
3. Исследование, оценка энергетического потенциала, воздействие ВЭУ на окружающую среду Тарханкутского полуострова и Арабатской стрелки. Зарегистрировано как ОИС в реестре РАО № 320 от 8.10.1993. Автор: Рыбалкин Л.М.
4. Проект строительства ветроэнергетических установок 300, 600/700, 1000 кВт и систем в регионах Северного Азово-Черноморья, Крыма (Тарханкутский и Керченский полуострова), Арабатской стрелки, горы Ай-Петри, Балаклавы. Заказ UNIDO, VIENNA, International Centre, декабрь 1986 г. Исполнители: Рыбалкин Л.М., Осадчук Н.А.
5. Красовский В.Н. Ветроэнергетические ресурсы СССР и перспективы их использования // Атлас энергоресурсов СССР. – М.: Энергоиздат, 1935.
6. Старков А.Н., Ландберг Л., Безруких П.П., Борисенко М.М. // Атлас ветров России. РД ИЭЭ-РИСО, 2000.
7. Сорен К., Кожевников Н. Датские ветряные электростанции – история индустриального успеха. // Электрические станции, № 5, 1999.
8. Дьяков А.Ф. Нетрадиционная энергетика в России: проблемы и перспективы. // Энергетик, № 8, 2002.
9. Гордеев П.Л., Яковлев Г.В. Развитие электростанций с поршневыми двигателями за рубежом. // Электрические станции, № 10, 2001.
10. Лайзерович А.Ш. Время большой ветроэнергетики. // Электрические станции, № 1, 2003.
11. Фонд сотрудничества Япония–Европа. Уведомление о закупках: «Ветряные генераторы в Чукотской АО – технико-экономические обоснования». Июль, 2003.
12. Проспект фирмы «Уиндэнерго» (США–Украина). Ветроустановка USW 56-100.
13. Проспект фирмы «Турбовиндс» (Бельгия). Ветроустановка Т600-48.
14. Гордеев П.А., Яковлева Г.В. Развитие электростанций с поршневыми двигателями за рубежом. // Электрические станции, № 10, 2001.
15. Wind Force 12. Report of European wind association and Greenpeace.
16. Возобновляемая энергия. // Бюллетень Интерсоларцентра. Декабрь, 2000.

## ГЕОТЕРМАЛЬНАЯ ЭНЕРГЕТИКА КАМЧАТСКОЙ ОБЛАСТИ И ПРОБЛЕМЫ, ВОЗНИКШИЕ ПРИ ЕЕ ИСПОЛЬЗОВАНИИ

Мягких Д., Лисарева В., ОМННО «Совет Гринпис»

### 1. Геотермальные ресурсы и развитие геотермальной энергетики.

По возможности использования геотермальных ресурсов Камчатская область занимает в Российской Федерации первое место. Здесь сосредоточены самые высокопотенциальные природные геотермальные источники, в которых температура достигает 240°C уже на глубине 1-2 км, а в более глубоких слоях – 300°C и выше. В зависимости от интенсивности теплового и водного режима в резервуарах таких систем может преобладать сухой пар или горячая вода, которые и используются в качестве источника тепловой и электрической энергии. По данным института вулканологии Дальневосточного отделения РАН, перспективные для освоения эксплуатационные геотермальные ресурсы Камчатки оцениваются более чем в 42 млн Гкал в год. При этом прогнозные ресурсы высокотемпературных геотермальных источников-систем (исключая, Гейзерную, Семьячискую и Узонскую, расположенных в Кроноцком заповеднике) эквивалентны порядка 1130 МВт электрической мощности. Из них общий прогнозный потенциал ресурсов высокопотенциальной пароводяной смеси (ПВС) Паужетского, Нижнее-Кошелевского, Мутновского и Киреунского месторождений составляет 500 МВт.

Общие геотермальные ресурсы месторождений с температурой менее 150°C, которые могут быть использованы для теплоснабжения, оценены в 1345 МВт тепловой мощности.

Разведка геотермальных энергоресурсов Камчатской области началась в 1957 г. на Паужетском месторождении, расположенном на юге полуострова. 18 августа 1966 г. здесь заработала Паужетская геотермальная электростанция (ГеоЭС) мощностью 11 МВт, которая десятки лет обеспечивает самой дешевой на Камчатке электроэнергией поселки Паужетка, Озерная и Запорожье. Главные промышленные потребители энергии Паужетской ГеоЭС – предприятия рыбной отрасли, в том числе рыбоконсервный завод № 55 (РКЗ-55), фабрика «Холкам» и колхоз «Красный труженик».

В последующие годы геотермальные ресурсы области практически не осваивались. И только в 1999 г. после введения в эксплуатацию АО «Геотерм» Верхне-Мутновской ГеоЭС (В-МГеоЭС) электрической мощностью 12 МВт развитие геотермальной энергетики возобновилось.

В настоящее время на Камчатке действуют 3 ГеоЭС:

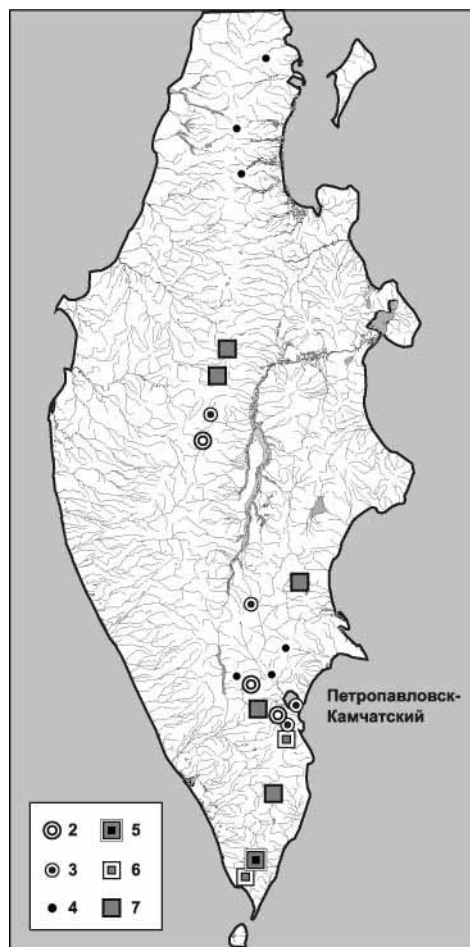
1) Паужетская ГеоЭС в Паужетском энергоузле. На сегодняшний день турбины № 1 и № 2 полностью выработали свой ресурс и нуждаются в замене. Необходимо также реконструкция электрического оборудования внутри станции. В дальнейшем на Паужетском геотермальном месторождении предполагается сооружение новой станции мощностью 10 МВт, состоящей из двух силовых агрегатов: паровой турбины мощностью 6МВт и бинарной электростанции мощностью 4 МВт.

2) Верхне-Мутновская ГеоЭС в Центральном энергоузле. Размещается в северо-восточной части Мутновского геотермального месторождения в Елизовском районе в 130 км от Петропавловска-Камчатского и использует пар Верхне-Мутновского геотермального участка. Работают 3 энергоблока мощностью 4 МВт каждый. В настоящее время В-МГеоЭС находится в опытно-промышленной эксплуатации, выработка электроэнергии пока несколько ниже проектной. В 2000 г. В-МГеоЭС выработала 36 млн кВт-ч электроэнергии, в 2001 г. – 58 млн кВт-ч, в 2002 г. – 65 млн кВт-ч. Режим эксплуатации В-МГеоЭС предусматривает исключение прямого контакта геотермального теплоносителя с окружающей средой за счет применения воздушных конденсаторов и системы 100%-й закачки отработавшего геотермального теплоносителя обратно в земные пласты. Планируется строительство 4-го блока В-МГеоЭС комбинированного с бинарным циклом, т. е. отработанный теплоноситель не будет закачиваться обратно в пласт, а пойдет на выработку электрической энергии. Предполагается, что установка бинарного блока повысит мощность станции на 50% без увеличения нагрузки на окружающую среду.

3) Мутновская ГеоЭС (1-я очередь) в Центральном энергоузле. Расположена на расстоянии 1,6 км от площадки В-МГеоЭС-1. Введена в эксплуатацию в 2001-2002 гг., состоит из 2 энергоблоков. Проектная мощность - 50 МВт. В 2002 г. Мутновская ГеоЭС выработала 49 млн кВт-ч.

Работа геотермальных электростанций позволяет на 25% обеспечить потребности региона в электроэнергии и ослабить зависимость от поставок дорогостоящего привозного топлива. Так, в конце 2002 г. АО «Камчатэнерго» платило 5750 руб. (182 долл. США) за 1 т мазута, что было самой высокой ценой среди всех станций РАО ЕЭС. Обычно, АО «Камчатэнерго» завозило для производства электроэнергии 480 тыс. т топлива в год. Работа В-МГеоЭС позволила вытеснить из топливно-энергетического баланса Центрального энергорайона 25 тыс. тонн условного топлива. Пуск Мутновской ГеоЭС в 2002 г. сократил количество завозного топлива до 390 тыс. т.

Экологический эффект, связанный со снижением вредных выбросов в воздушный бассейн, благодаря выводу из энергобаланса углеводородного топлива



2-4 - низкотемпературные геотермальные месторождения (температура в недрах менее 150 °C):  
 2 - эксплуатирующиеся  
 3 - разведанные  
 4 - перспективные  
 5-7 - высокотемпературные месторождения:  
 5 - эксплуатирующиеся  
 6 - разведанные  
 7 - перспективные

составляет ежегодно:

- по двуокиси углерода – 217 тыс. т;
- по сернистому ангидриду – 1350 т;
- по двуокиси азота – 950 т;
- по золе – 85 т.

С экономической точки зрения геотермальная энергия на Камчатке может конкурировать с традиционными источниками даже без правительственной поддержки. Так, в феврале 2003 г. тариф для населения на электроэнергию составлял 2,3 руб./кВт·ч, что было ниже издержек на ее производство (в 2001 г. средняя стоимость генерации составляла на Камчатке 3 руб./кВт·ч). Тариф для населения косвенно субсидировался промышленными тарифами (более 4 руб./кВт·ч). По оценкам Всемирного банка, средняя цена электричества, произведенного с помощью геотермальной энергии, на период выплаты кредита ЕБРР составляла 0,05 долл. (менее 1,5 руб.) за 1 кВт·ч, что уже значительно ниже стоимости энергии, поставляемой от ТЭЦ.

Существуют планы дальнейшего использования геотермальных мощностей на Камчатке. В первую очередь Мутновского геотермального месторождения, прогнозные ресурсы которого, в соответствии с оценками Института вулканологии РАН, составляют по тепловому выносу 312 МВт и по объемному методу – 450 МВт. Опираясь на такой потенциал, РАО «ЕЭС России» в свое время разработала программу строительства серии геотермальных электростанций суммарной мощностью 300 МВт:

- опытно-промышленная Верхне-Мутновская ГеоЭС мощностью 12 МВт (осуществлено в 1999 г.);
- 1-я очередь Мутновской ГеоЭС мощностью 50 МВт (включена в сеть 10 октября 2002 г.);
- комбинированный 4-й энергоблок с бинарным циклом Верхне-Мутновской ГеоЭС электрической мощностью 6,5 МВт;
- расширение 1-й очереди Мутновской ГеоЭС бинарными энергоблоками общей электрической мощностью до 16 МВт;
- 2-я очередь Мутновской ГеоЭС мощностью 100 МВт (предполагалось 2 этапа: 50 МВт – в 2008 г. и 50 МВт – в 2010 г.);
- 3-я очередь Мутновской ГеоЭС мощностью более 100 МВт.

Эксперты также рекомендуют использовать ресурсы Нижне-Кошелевского, Паужетского, Паратунского, Верхне-Паратунского, Эссовского и других месторождений.

## 2. Проблемы, возникшие при использовании геотермальных ресурсов Мутновского месторождения.

Проектирование геотермальных электростанций, в первую очередь крупных, связано с трудностями экологического характера: при работе ГеоЭС задействуется горячая минерализованная вода, сброс которой может иметь значительное негативное воздействие на окружающую природу. Так, поступление горячей воды в водоемы отрицательно сказывается на популяции рыб, минеральные примеси приводят к гибели гидробионтов. Кроме того, отбор из скважин пароводяной смеси может сопровождаться выбросами токсичных газов.

Негативное влияние геотермальной энергетики на природу при недостаточной проработке данных вопросов показал еще опыт эксплуатации Паужетской станции. На паровых турбинах Паужетской ГеоТЭС используется только отсепарированный геотермальный пар из пароводяной смеси, получаемой из геотермальных скважин. Большое количество геотермальной воды (около 80% общего расхода ПВС) с температурой 120°C сбрасывается в нерестовую реку Озерная, что приводит не только к потерям теплового потенциала геотермального теплоносителя, но и существенно ухудшает экологическое состояние реки.

При проектировании Верхне-Мутновской и Мутновской ГеоЭС для исключения попадания геотермальных вод в окружающую среду предусматривалась система 100%-й обратной закачки отработавшего теплоносителя. Это решение основывалось на применении метода внешней аналогии с некоторыми геотер-

мальными объектами других стран и считалось надежным в экологическом отношении.

Однако уже в начале эксплуатации МГеоЭС возникли проблемы с выводом ее на проектные параметры выработки электроэнергии (50 МВт). Эксплуатирующая организация обнаружила уменьшение температурных показателей теплоносителя, извлекаемого из рабочих скважин. Совпадение по времени обратной закачки охлажденного теплоносителя с изменением параметров извлекаемого теплоносителя, показывало на прямую причинно-следственную связь между этими явлениями.

Результаты мониторинга температурного режима по стволу эксплуатируемых скважин показали значительное уменьшение температуры – с 4° до 15°. Произошло падение теплосодержания зоны перегретых вод с 340 до 250 ккал/кг. Наблюдались и другие изменения состояния геотермального поля Мутновского месторождения, связанные с его эксплуатацией.

Эксперты пришли к выводу:

- сформировавшаяся при использовании месторождения подземная воронка достигла полигона реинжекции и в результате этого часть закачиваемого охлажденного сепарата возвращается в добычные скважины;
- повышение объемов закачиваемого отработанного теплоносителя может вызвать постепенное снижение температур ПВС на добычных скважинах и повышения минерализации водяной фазы пароводяной смеси.

В то же время, за 5 лет эксплуатации В-МГеоЭС объем добычи ПВС возрос с 1020 до 3309 тыс. т в год. Объем закачки только сепарата увеличился с 527 до 2118 тыс. т в год. На Мутновской станции объем добычи теплоносителя за 3 года вырос с 1716 до 7787 тыс. т в год. Объем закачки отработанного теплоносителя увеличился с 1069 до 4984 тыс. т в год.

Для приостановления процесса снижения температурных параметров извлекаемого из недр теплоносителя и нормальной работы станции требуется найти другие способы утилизации отработанных вод. Разработаны и рассматриваются различные варианты (в том числе временные, позволяющие найти долгосрочный технологически, экономически и экологически рациональный выход из создавшейся ситуации). Среди них:

- разбавление, рассредоточение использованного теплоносителя в природной среде без существенных изменений в состоянии экосистем (сброс в р. Фальшивую, сброс на рельеф с образованием нового водотока в сторону Тихого океана и т. п.);
- выбор нового участка для закачки, исключающего попадание отработанного теплоносителя в рабочие очаги;

- (из долгосрочных) устройство трубопровода для транспортировки горячей воды с целью теплоснабжения Петропавловско-Елизовской агломерации и некоторые другие.

Наиболее соблазнительный и удобный для эксплуатирующей организации временный способ решения проблемы – выпуск отработанного теплоносителя объемом 150 м<sup>3</sup>/ч в р. Фальшивая. Однако река Фальшивая отнесена к водоемам высшей рыбохозяйственной категории с повышенными природоохранными требованиями (приустьевая часть реки и ее притоки является нерестово-выростным водоемом лососевых рыб), попытка произвести пробный сброс показала в створе ниже на 300 м по течению от точки выпуска сепарата повышение температуры воды в реке с +3° до +20°С.

Специалисты отмечают недостаточную изученность возможных негативных изменений в состоянии экосистем в случае реализации и других предлагаемых вариантов утилизации отработанного теплоносителя. В том числе, эксперты указывают на необходимость исследовать последствия, которые могут возникнуть в разные периоды времени (учитывая самые отдаленные) от изменения водного, энергетического и других балансов в подземных гидрогеологических системах при возвратном или безвозвратном масштабном изъятии из них ПВС.

Таким образом, сложилась ситуация при которой функционирование Мутновской ГеоЭС стало непредсказуемым по технологическим параметрам, экономической эффективности (МГеоЭС все еще не может выйти на проектные параметры производства электроэнергии), экологической безопасности. Это обстоятельство поставило под сомнение целесообразность строительства новых блоков станции с запланированным увеличением ее совокупной мощности до 150 МВт.

Проблемы со стабильной эксплуатацией геотермальных полей (падение пластового давления в резервуаре, прорыв холодных вод на флангах резервуара, охлаждающее влияние реинжекции, снижение продуктивности скважин в результате солеотложения и др.) и ранее наблюдались в мировой практике. Накопленный опыт показывает, что недооценка ресурсного фактора и технические просчеты при проектировании геостанций могут привести к значительным финансовым потерям эксплуатирующих компаний и опасным экологическим последствиям.

Тем не менее, большинство специалистов сходится во мнении, что геотермальная энергия конкурентноспособна по отношению к другим источниками энергии как в экономическом, так и в экологическом отношении.

В то же время опыт эксплуатации Мутновского месторождения показал, что при крупномасштабном освоении геотермальных ресурсов прогнозировать возможные экологические последствия достаточно трудно. Поэтому такого рода проекты не должны осуществляться в непосредственной близости с природоохранными объектами.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Кононов В.И., Поляк Б.Г. Об освоении геотермальных ресурсов на Камчатке // *Геология и разведка*, №1, 2000.
2. Поваров О.А., Томаров Г.В., Кошкин Н.Л. Состояние и перспективы развития геотермальной энергетики России // *Теплоэнергетика*, № 2, 1994. с. 15-23.
3. Иванова И.Ю., Попов С.П., Тугузова Т.Ф. Роль возобновляемых источников энергии в энергоснабжении восточных районов России // *Регион: экономика и социология*, № 1, 2002.
4. Поваров О.А., Лукашенко Ю.Л., Томаров Г.В., Циммерман С.Д. Геотермальные промышленность и технологии в России // *Тяжелое машиностроение*, № 1, 2001. с. 14-19.
5. Бритвин О.В., Поваров О.А., Клочков Е.Ф. и др. Мутновский геотермальный энергетический комплекс на Камчатке // *Теплоэнергетика*, № 2, 2001. с. 4-10.
6. Лисичкин Г.В. Экологические проблемы альтернативной энергетики. – МНЭПУ, 2000.
7. Информационный отчет по оценке взаимного влияния реинъекции отработанного теплоносителя на добычные скважины (Трассерные исследования в августе 2004 г.) // ОАО «Геотерм», г. Петропавловск-Камчатский, 2004.
8. Отчет по разработке вариантов утилизации отработанного теплоносителя на Мутновской ГеоЭС-1 и по оценке обоснований временного разрешения на сброс в р. Фальшивая // Тихоокеанский институт географии, Камчатский филиал Дальневосточного отделения РАН, г. Петропавловск-Камчатский, 2005.

## ВОДНЫЕ ЭНЕРГОРЕСУРСЫ КАМЧАТСКОЙ ОБЛАСТИ И МАЛАЯ ГИДРОЭНЕРГЕТИКА

Писарева В., ОМННО «Совет Гринпис»

Для Камчатского региона характерна густая гидрографическая сеть. Всего здесь насчитывается до 14 тыс. рек и ручьев. Несмотря на незначительную длину реки Камчатки исключительно полноводны. Питаются камчатские реки на 55–56% подземными водами. Талые воды дают 35–40%, а дожди – около 10%. Из-за быстрого течения почти все реки зимой частично или полностью открыты. Многие на всем протяжении имеют бурный характер с порогами и водопадами. Потенциальный энергоресурс рек Камчатки оцениваются в 50,6 млрд кВт-ч в год. Однако из-за ограничений их использования, вызванными необходимостью сохранения речных долин и обеспечения пропуска промысловых рыб на нерест, их реальный экономический потенциал составляет около 5 млрд кВт-ч в год.

В свое время на реках Кроноцкая и Жупаново, имеющих высокую энергетическую эффективность, рассматривалась возможность строительства крупных ГЭС. На стадии ТЭО был разработан проект каскада Кроноцких ГЭС общей мощностью 300 МВт и среднемноголетней выработкой электроэнергии 1100 млн кВт-ч. На реке Жупаново, потенциальные ресурсы которой составляют 3,7 млрд кВт-ч, планировалось строительство ГЭС мощностью до 270 МВт. Эти проекты имели серьезные изъяны. Каскад Кроноцких ГЭС предполагал малую площадь затопления, но в эту зону попадала территория биосферного заповедника. Проект Жупановской ГЭС, имея равные технико-экономические показатели с Кроноцкой ГЭС, предусматривал затопление значительной территории. Кроме того, плотиной отсекло бы треть нерестовых угодий реки.

Современные технологии малой гидроэнергетики позволяют избежать проблем, возникающих при строительстве крупных ГЭС. Малые, мини- и микроГЭС (МГЭС) способны генерировать электроэнергию при незначительной нагрузке на экосистему рек. Кроме того, они имеют большой срок службы при низких эксплуатационных и ремонтных издержках.

МГЭС используют потенциал малых рек и водотоков и могут быть базовым источником электроснабжения для удаленных автономных объектов, что способствует развитию местной промышленности и позволяет решать социальные и экологические проблемы региона.

К малым ГЭС относятся станции до 30 МВт с мощностью единичного агрегата до 10 МВт. К микроГЭС относятся гидроагрегаты мощностью до 100 кВт. Малая ГЭС с установленной мощностью 1 МВт может вырабатывать 6 тыс. МВт-ч в год, предот-

вращая выброс в окружающую среду 4 тыс. т углекислого газа, который дает (при выработке того же количества электроэнергии) электростанция на угле.

С вводом в 1998 г. на р. Быстрой МГЭС мощностью 1,71 МВт началось интегрирование малой гидроэнергетики в энергосистему области. Новая линия электропередачи связала Быстринскую МГЭС с селами Мильковского района. Теперь электроэнергия, вырабатываемая гидроэлектростанцией, подается не только в населенные пункты Быстринского района, а также в Атласово и Лазо. С включением линии в эксплуатацию отпала необходимость в доставке дизельного топлива в Эссо в период ледохода, когда ГЭС работает с минимальной мощностью. Теперь в случае недостатка мощности в Быстринском районе электроэнергию можно подавать из Атласово.

Забор воды на станцию осуществлен без перекрытия основного русла реки плотиной. Применение такого технического решения не препятствует прохождению рыбы на нерест и не нарушает естественный гидрологический режим реки.

Изначально на р. Быстрой планировался каскад, состоящий из двух створов. Однако строительство второй станции (2,5 МВт), ввод которой позволил бы полностью закрыть потребность Козыревского энергоузла в электроэнергии и перевести в резервный режим работу 3 ДЭС, было приостановлено из-за отсутствия инвестиций.

В Усть-Большерецком районе на р. Толмачева, не имеющей рыбохозяйственного значения, продолжается строительство Толмачевского каскада (3 ГЭС общей установленной мощностью 45 МВт). Сейчас действуют МГЭС-1 (2,2 МВт) и МГЭС-3 (18,4 МВт). Ввод МГЭС-2 (25 МВт) так же сдерживается отсутствием инвестиций.

Весь каскад Толмачевских ГЭС изначально был предназначен не только для потребителей Усть-Большерецкого района. Но ЛЭП-110 Апача-Развилка, которая должна была соединить каскад с общекамчатской энергосистемой, так и не была построена. Из-за ее отсутствия Толмачевские ГЭС заблокированы в одном районе и работают всего на 30–35% своих возможностей, так как Усть-Большерецкому району больше электричества не требуется. По данным предприятия ОАО «КамГЭК», которому принадлежат Толмачевские ГЭС, с введением в эксплуатацию ГЭС-2 и ЛЭП-110 полуостров мог бы отказаться от 6 тыс. т мазута в месяц и сэкономить до 3 млн долл. в год.

Генеральный директор ОАО «КамГЭК» Виталий Лозовский считает, что средства на строительство ЛЭП-110 или ГЭС-2 у района имеются. В поселках Октябрьский и Усть-Большерецк, пользующихся энергией Толмачевского каскада, до сих пор держат в «горячем» резерве 2 ДЭС, которые готовы в любой момент заработать на полную мощность и обеспечить поселки электричеством. Эти ДЭС, чтобы находиться в рабочем состоянии (4 млн кВт-ч в год), получают из бюджета 54 млн руб.

Для сравнения: Толмачевские ГЭС дают району в год 22 млн кВт-ч, которые оцениваются в 47 млн руб. Если ДЭС держать не в «горячем», а в «холодном» резерве, то высвободившиеся 54 млн руб. можно было бы потратить как раз на достройку недостающей ГЭС-2 или же ЛЭП-110.

В 2005 г. 1 кВт-ч от ДЭС в Усть-Большерецком районе стоил более 13 руб., а от Толмачевских ГЭС – 2,15 руб. (после транспортировки электричества по ЛЭП, принадлежащей ОАО «Южные электрические сети», – 2,56 руб.).

В рамках сотрудничества с администрацией Корякского автономного округа и «Камчатскэнерго» ОАО «Ленгидпроект» в 1995 г. подготовил доклад по малым ГЭС и ВЭС в Корякском автономном округе (КАО) и Усть-Камчатском районе области. В докладе содержались предложения по размещению 23 малых ГЭС суммарной мощностью 143 МВт на 15 реках во всех районах округа.

Для энергообеспечения КАО с использованием местных возобновляемых источников энергии «Ленгидпроект» предлагал на первом этапе (до 2008 г.) осуществить в Тигильском и Олюторском районах проектирование и строительство 5 небольших ГЭС с общей установленной мощностью 13,6 МВт и годовой выработкой энергии на уровне 48 млн кВт-ч. Для сравнения: суммарное годовое потребление электроэнергии в округе оценивается в 110 млн кВт-ч.

Три из пяти ГЭС (Седанка, Палана и Тиличики) предполагалось разместить на реках Рассошина-Напана, Палана и Авьявая с бесплотинной компоновкой. Такие ГЭС не препятствуют нерестовому ходу рыбы, не приводят к затоплению территорий и могут быть построены в короткое время (1–2 года). Две другие ГЭС (Кинкиль и Рассошина на одноименных реках) предлагались как опорные в Паланском и Тигильско-Хайрюзовском энергоузлах.

Ежегодная экономия привозного дизельного топлива, при осуществлении первого этапа, составила бы 17–18 тыс. т. По прогнозам специалистов отказ от строительства ГЭС затормозит развитие хозяйства в ряде районов и усугубит социально-экономические проблемы региона.

В то же время территориально разбросанные потребители, нуждающиеся в небольших объемах энергии, могут использовать мини- и микроГЭС. Учитывая, что современный уровень оборудования МГЭС обеспечивает должное качество электроэнергии, такие ГЭС могли бы быть незаменимы в труднодоступных районах, где поблизости нет ЛЭП и куда доставка органического топлива сопряжена с большими временными, техническими и финансовыми трудностями. Мини- и микроГЭС в первую очередь подходят для обеспечения электроэнергией стационарных сельских потребителей, геологоразведочных объектов, туристических и других рекреационных комплексов, лесозаготовительных и охотничьих хозяйств, предприятий по добыче и переработке рыбы и т. п.

Сегодня отечественной промышленностью выпускаются мини- и микроГЭС различных видов и мощностей, в том числе и для использования в дачных поселках, небольших хозяйствах и производствах. Например, МГЭС мощностью до 100 кВт можно установить практически в любом месте. Такие гидроагрегаты просты в конструкции (состоят из энергоблока, водозаборного устройства и механизма автоматического регулирования) и эксплуатации.

Для туристических комплексов, лесозаготовительных, охотничьих хозяйств и пр. могут представлять интерес небольшие переносные рукавные установки мощностью 1 кВт, предназначенные для электроснабжения сезонных и мобильных потребителей.

Современные станции надежны и полностью автоматизированы, т. е. не требуют присутствия человека при эксплуатации. Вырабатываемый ими электрический ток соответствует требованиям ГОСТа по частоте и напряжению. Причем многие гидроагрегаты могут работать как в автономном режиме, т. е. вне электросети энергосистемы области, так и в ее составе. Полный ресурс работы станции – от 40 лет (не менее 5 лет без капитального ремонта).

## ЛИТЕРАТУРА

1. Стратегия развития энергосистемы Камчатки. // Доклад Скворцова В.В., зам. губернатора Камчатской области, 16-17 сентября 2003.
2. Письмо ОАО «Ленгидпроект» зам. председателя партии «ЯБЛОКО» С.С. Митрохину.
3. Бляшко Я.И. Малая гидроэнергетика и решение проблемы энергообеспечения отдельных территорий. // Сборник докладов «Возобновляемая энергетика 2003: состояние, проблемы, перспективы». СПбГПУ, 2003.
4. Бляшко Я.И., Ванжа А.И. Региональные аспекты развития малой гидроэнергетики России. // Сборник докладов «Возобновляемая энергетика 2003: состояние, проблемы, перспективы», СПбГПУ, 2003.
5. Пресняков П. Малая гидроэнергетика. // Энергетика и промышленность России. № 3 (7), март 2001.
6. Смышляев А. Толмачевку держат в блокаде, чтобы поставщики мазута лишней раз не раздражались // Вести (ежедневные камчатские новости), 01.09.2004.

## СОЛНЕЧНАЯ ЭНЕРГЕТИКА: ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ

Лисарева В., ОМННО «Совет Гринпис»

Солнечная энергия может успешно использоваться на территории Российской Федерации, причем не только в ее южных регионах. Исследования, проведенные лабораторией возобновляемых источников энергии Института высоких температур РАН, показали, что в России наиболее «солнечными» являются регионы Приморья и юга Сибири. При этом, Северный Кавказ вместе с черноморскими курортами по среднегодовому поступлению солнечной радиации относятся к той же зоне, что и большая часть Сибири, включая Якутию. В некоторых районах Западной и Восточной Сибири и Дальнего Востока годовая солнечная радиация составляет 1300 кВт-ч/м<sup>2</sup>, превосходя значения для южных регионов России.

Различные независимые исследования подтверждают, что потенциал солнечной энергии наиболее велик на юго-западе (Северный Кавказ, район Черного и Каспийского морей), в Южной Сибири и на Дальнем Востоке. Значительными ресурсами обладают Республика Калмыкия, Ставропольский и Краснодарский края, Ростовская, Волгоградская, Астраханская и другие области на юго-западе, а так же Республики Алтай и Бурятия, Приморский край, Читинская область и другие регионы на юго-востоке страны. Именно здесь возможно круглогодичное использование установок, преобразующих солнечную энергию.

Благоприятным для развития солнечной энергетики по среднегодовым показателям поступления солнечной радиации является более 60% территории России, в том числе и многие северные районы. Однако важный фактор, определяющий экономическую эффективность применения гелиоустановок, - это продолжительность их использования в течение года. Для большинства российских районов различие в поступлении солнечной радиации летом и зимой значительно. Так, в средней полосе России солнечное излучение в летний период в 15 раз больше, чем в зимний. Ограниченное время использования солнечной энергии характерно и для Камчатской области.

Тем не менее, даже в регионах, где использование солнечной энергии в зимний период резко ограничено, в ряде случаев ее применение может оказаться экономически обоснованным. В местах высокого солнечного излучения в летний сезон освоение данного источника энергии должно начинаться с применения простейших солнечных водонагревательных установок (СВУ) сезонного действия, которые могут найти эффективное применение практически на всей территории России, в том числе и на Камчатке.

Простейший и наиболее дешевый способ использования солнечной энергии – нагрев бытовой воды в так называемых плоских солнечных коллекторах. Плоский солнечный коллектор представляет собой теплоизолированный с тыльной и боковых сторон прямоугольный ящик, внутри которого расположена теплопринимающая металлическая или пластиковая панель, являющаяся теплообменником. Для лучшего поглощения солнечного излучения панель окрашена в темный цвет и сверху закрыта прозрачным материалом (двойным слоем стекла или стойкого под воздействием ультрафиолета пластика). По каналам теплообменника прокачивается вода, которая направляется в теплоизолированный бак, гидравлически соединенный с солнечным коллектором. Из бака вода может несколько раз в день проходить через коллектор, нагреваясь до расчетного уровня температуры, зависящего от соотношения между объемом бака и площадью солнечного коллектора, а также от климатических условий. Циркуляция воды в замкнутом контуре солнечный коллектор–бак–солнечный коллектор может осуществляться принудительно с помощью небольшого циркуляционного насоса или естественным образом за счет разности гидростатических давлений в столбах холодной и нагретой воды. В последнем случае бак располагается выше верхней отметки солнечного коллектора.

Как правило, солнечные коллекторы делают неподвижными. Облучаемая поверхность панели ориентируется на юг под углом 25–45° к горизонту. Некоторые модели оснащают простейшими приспособлениями для изменения угла наклона (в зависимости от времени суток). Производительность неподвижных солнечных водонагревателей зависит от площади теплопринимающей поверхности и температуры, до которой ее нагревают солнечные лучи. Чаще всего в средней полосе России она составляет 50–60 л воды с 1 м<sup>2</sup> поверхности в день (при подогреве воды до 30–35°C), достигая максимума в ясные жаркие дни. Производительность подвижных гелиоустановок с оптимальной в течение дня ориентацией на солнце возрастает почти в 1,5 раза.

С экономической точки зрения СБУ в России конкурентоспособны в первую очередь там, где ими могут быть заменены электроводонагреватели. Их также выгодно применять на всех объектах с сезонным потреблением горячей воды: летние кафе, туристические базы, дома отдыха и т. п. В конечном счете, привлекательны они могут быть и для граждан, имеющих летние дачи и загородные дома, электроснабжение которых ограничено пропускной способностью местных электрических сетей или вовсе отсутствует.

Перспективны СБУ и для применения в сельском хозяйстве, местной промышленности, на объектах ЖКХ. Например, в системах централизованного теплоснабжения зимой котельные производят и тепло, и горячую воду. В летние

месяцы, когда не требуется энергии на обогрев, производство горячей воды становится особенно неэффективно: котельные работают с низкой нагрузкой и потери при распределении велики вне зависимости от того, нужна горячая вода или нет. Установка СБУ непосредственно у потребителей могла бы в летний сезон позволить останавливать районные котельные.

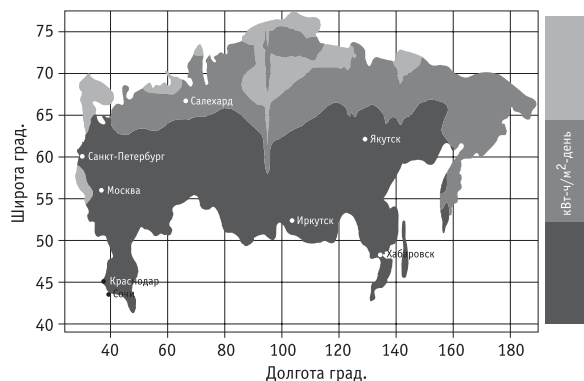
Специалисты утверждают, что солнечные коллекторы по крайней мере с мая по август могут быть успешно использованы в качестве единственного источника горячей воды на большей территории страны, а в южных районах и дольше. В осенне-зимний период они могут использоваться как дополнительные водонагреватели, уменьшая нагрузку на котельные и увеличивая их срок службы. Помимо прочего, экономя топливо и уменьшая производственные расходы котельных в летний период, солнечные коллекторы создают возможность снижения стоимости теплоснабжения и горячего водоснабжения в зимние месяцы. При корректном определении затрат на производство горячей воды в летние месяцы применение СБУ может стать экономически оправданным во многих случаях.

Опыт применения СБУ в Камчатской области, которая из-за климатических особенностей не обладает хорошими ресурсами для использования данного вида энергии в течение года, показал, что и здесь они могут дать хороший эффект. Например, КПД солнечного коллектора тепловой мощностью около 400 Вт, установленного на крыше цеха камчатской компании «Камре», составлял 40–60%. Причем на Камчатке это были одни из первых испытаний, когда данный вид энергии считался здесь чистой экзотикой. Тем не менее, срок действия водогрейной установки оказался достаточно приличным (до сих пор она используется на даче у одного из работников компании). Однако из-за отсутствия массового производства цена на СБУ в то время была высокой, что не побудило потребителей к заказам на их установку.

Сегодня в России сформировался круг производителей СБУ, осуществляющих выпуск мелких партий. Выпускаются ряд наименований солнечных коллекторов (пластиковые, стальные, алюминиевые, комбинированные) с хорошими технико-эксплуатационными характеристиками и по доступным ценам. Продукция российских производителей, отвечающая международным требованиям, в течение нескольких лет успешно используется в ряде регионов, обеспечивая горячей водой санатории, дома отдыха, больницы, детские сады и жилые дома. При коммерческом использовании все большее распространение они начинают получать в туристическом и курортном бизнесе.

В Камчатской области, как регионе с развитым туризмом, сезонной сельскохозяйственной и промышленной деятельностью, а также наличием большого





количества автономных хозяйств и потребителей, возможно достаточно широкое применение гелиоустановок, так как в летний период большая часть области обладает высоким показателем среднелетней солнечной радиации (см. карту).

Помимо СВУ на большей части России сезонно или в составе гибридных электростанций могут применяться и фотоэлектрические станции. Новые эффективные фотоэлектрические системы электроснабжения обладают надежностью, а сроки их окупаемости сегодня могут быть приемлемы уже для многих потребителей. В некоторых регионах использование фотоэлектрических станций для электроснабжения удаленных маломощных объектов позволяет в настоящее время получать электроэнергию по сравнимым с традиционными вариантами ценам.

Для освоения солнечной энергии в энергодефицитных районах сегодня прежде всего необходимо преодолеть психологический барьер потребителей. Активное информирование потенциальных пользователей о возможностях и особенностях новых предлагаемых технологий, наглядная демонстрация энергетических, экономических и экологических преимуществ использования солнечных установок может способствовать успешному развитию данного вида возобновляемой энергии, в том числе и в некоторых районах Камчатской области.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Попель О.С., Прошкина И.П. Солнечная Россия // Журнал «В мире науки», № 1, 2005.
2. Потенциал возобновляемых источников энергии в России. Существующие технологии. Аналитический обзор // Российско-Европейский технологический центр. <http://www.tenologycentre.org>
3. Возобновляемая энергия в России. От возможности к реальности // Международное энергетическое агентство, 2003.
4. Вороновицкий В.Я. Против энергозастойности – новые технологии. // «Новая Камчатская правда», № 4, 2003.

## ЭНЕРГИЯ МОРСКИХ ПРИЛИВОВ НА КАМЧАТКЕ (ПРОЕКТ ПЕНЖИНСКОЙ ПЭС\*)

Усачев И.Н., ОАО «НИИЭС»

Первая в мире приливная электростанция (ПЭС) была построена во Франции в устье реки Ранс и пущена в эксплуатацию в 1967 г. Сегодня ее мощность составляет 240 МВт. Вопреки ожиданиям, строительство ПЭС оказалось экономически оправданным. Стоимость энергии, вырабатываемой французской ПЭС, меньше, чем на ГЭС, ТЭС и АЭС.

Единственная в России ПЭС – Кислогубская – была пущена в 1968 г. на Кольском полуострове в Кислой губе Баренцева моря. В настоящее время Кислогубская ПЭС работает в опытно-промышленном режиме. Ее мощность (высота прилива в Кислой губе достигает 5 м) составляет 400 кВт. Среднегодовая выработка электроэнергии – 1,2 млн кВт-ч.

В целом Россия располагает ресурсом приливной энергии, соизмеримым с общим количеством энергии, которое вырабатывается и используется сегодня в стране. Только Кольский залив и побережье Охотского моря могут дать порядка 100 ГВт энергии за счет использования приливных электростанций.

Самые большие в России приливы, достигающие 13,4 м, наблюдаются в заливе Шелихова в Пенжинской губе на Камчатке. Институтом «Гидропроект» наиболее удобные для строительства ПЭС створы были определены:

- на входе в Пенжинскую губу между мысами Поворотный (полуостров Елистратова) и Дальний (Камчатка), так называемый южный створ;
- в средней части Пенжинской губы между мысами Средний и Мамечинский (или Водопадный) – северный створ (рис. 1).

В южном створе протяженностью 72 км глубины достигают 67 м, а площадь бассейна ПЭС равна 20,5 тыс. км². Здесь можно построить ПЭС с фантастической на сегодняшний день мощностью 87 млн кВт. Для сравнения: сейчас в Китае строится самая большая в мире ГЭС «Три ущелья» мощностью 17,7 млн кВт.

Для достижения такой мощности необходимо задействовать 4,4 тыс. гидроагрегатов с диаметром рабочих колес 10 м (мощность каждого по 19,8 тыс. кВт),

\*Гринпис России рассматривает проект Пенжинской ПЭС как гипотетический. Данная статья приведена в качестве иллюстрации потенциала энергии приливов побережья Камчатской области и для ознакомления читателя с уже разработанным проектом по его использованию. Тем не менее, необходимо подчеркнуть, что пока экологическая проблематика данного проекта – возможное изменение направлений параметров морских течений, влияние на нерест и нагул рыбы и других морских организмов и пр. – остается открытой и недостаточно изученной.

которые смогут дать в год около 200 млрд кВт-ч электроэнергии. Агрегаты предполагается разместить в наплавных блоках. Размер каждого – 103 х 92 х 78 м (рис. 2).

В северном створе протяженностью 32 км с глубинами до 26 м и площадью бассейна ПЭС 6,8 тыс. кв. км при установке таких же (как в южном створе) агрегатов в количестве 1,5 тыс. можно получить мощность в 22 млн кВт и годовую выработку 72 млрд кВт-ч электроэнергии.

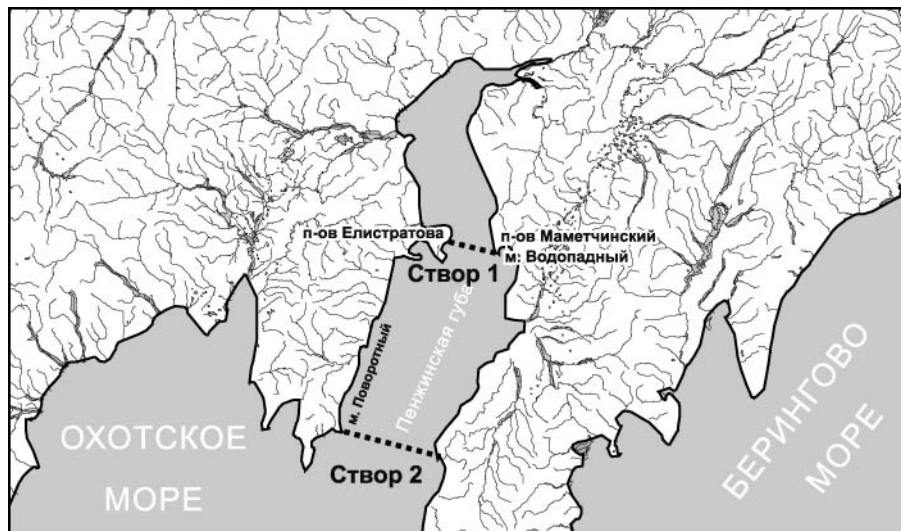


Рис. 1. Створы удобные для строительства ПЭС в Пенжинской губе

В настоящее время технические возможности позволяют построить Пенжинскую ПЭС как в северном, так и южном створах. Технологии такого строительства отработаны в последние десятилетия при сооружении наплавным способом: энергетического блока здания Кислогубской ПЭС, водопропускных сооружений в петербургской защитной дамбе (блоки размером в плане 130 х 52 м и с массой 32 тыс. т), гигантских железобетонных платформ для добычи нефти в Северном море на глубинах до 450 м.

Наплавные блоки можно изготавливать, например, в Магадане или Петропавловске-Камчатском и перегонять по морю в створ сооружений ПЭС. По такой технологии в институте Гидропроект разработан проект на стадии ТЭО Тугурской ПЭС (с такими же как на Пенжинской ПЭС агрегатами и наплавными блоками).

В НИИ «Энергетических сооружений» (ОАО «НИИЭС») разработаны материалы к ТЭО Мезенской ПЭС на Белом море с применением новых ортогональных

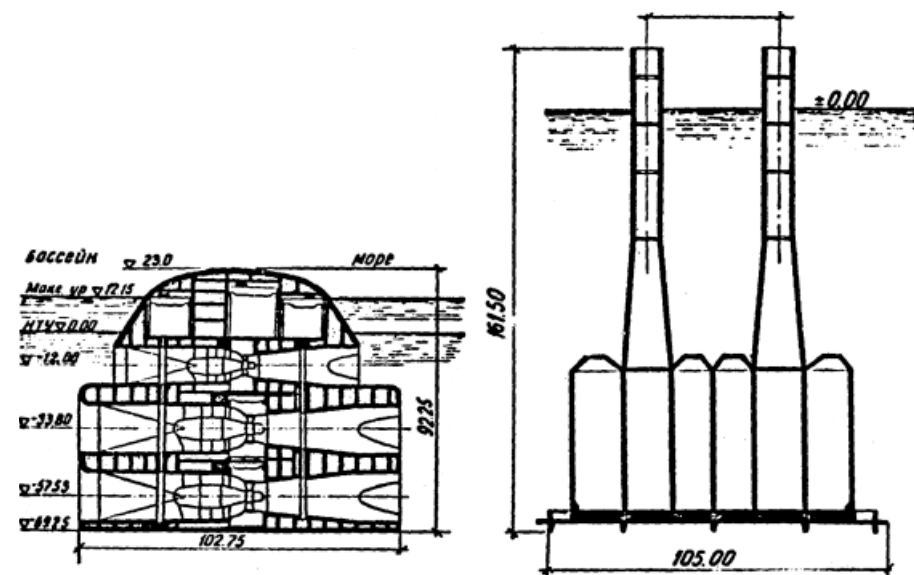


Рис. 2. Сравнение 3-ярусной компоновки здания Пенжинской ПЭС с эксплуатируемой в Северном море железобетонной платформой для добычи нефти

гидроагрегатов, решающих, ввиду своей технологической простоты и дешевизны, вопрос изготовления большого количества агрегатов не на турбостроительных заводах, а в условиях обычных механических заводов.

Ортогональный агрегат позволяет кардинально снизить стоимость ПЭС, что и показали разработки в ОАО «НИИЭС» по Мезенской ПЭС, затраты на которую оказались меньше, чем на сопоставимые новые мощные ГЭС в Сибири.

Испытания нового ортогонального агрегата осуществляются в настоящее время на малых ГЭС «Барвиха» и «Сенеж». Пилотный промышленный агрегат должен быть установлен в скором времени на Кислогубской ПЭС.

В Пенжинской губе наблюдаются тяжелые зимние условия – толщина льда в этот период достигает 1,5-2,0 м. Однако, как показывают исследования и натурные наблюдения НИИ Гидротехники им. Б.Е. Веденеева в Печорской губе (при идентичных условиях), ПЭС при выполнении ряда решаемых мероприятий выдержит давление ледяных полей. Лед не попадет в турбинные водоводы и не повлияет на нормальную эксплуатацию станции. Кроме этого, наличие в Пенжинской губе неправильных суточных приливов потребует нетрадиционного подхода к расчету эксплуатационных режимов ПЭС.

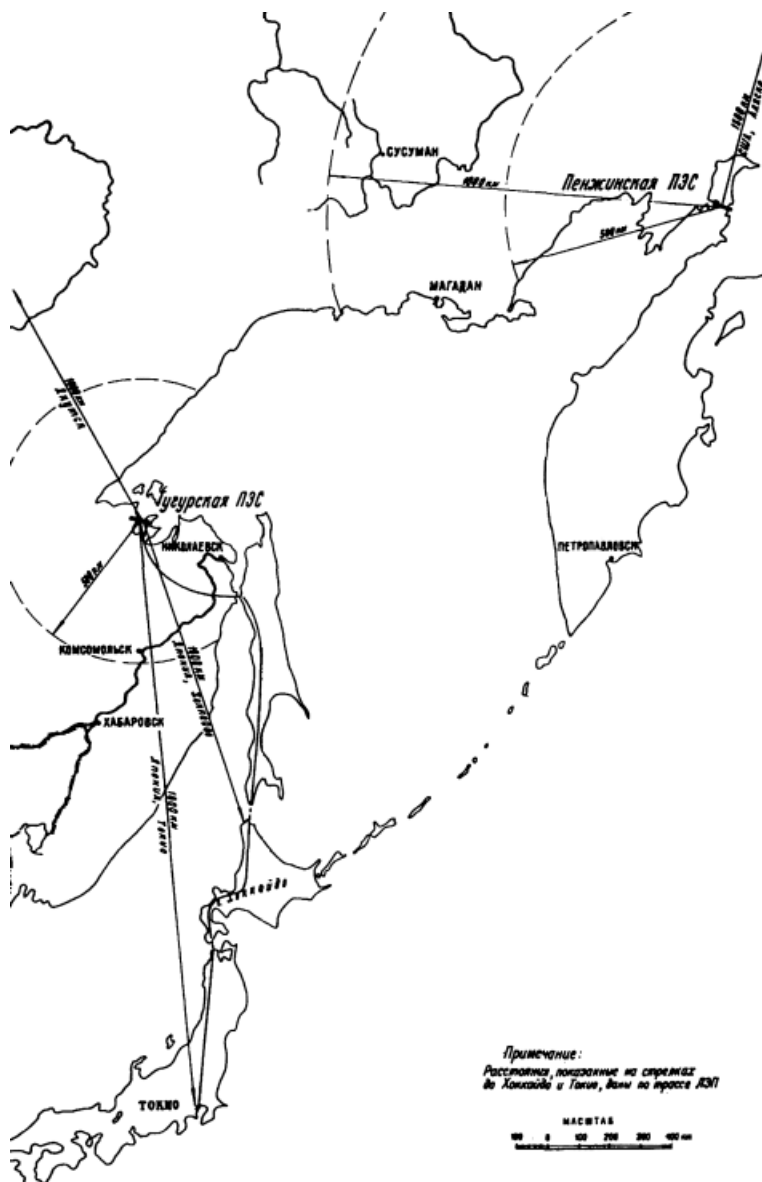


Рис. 3. Схема расстояний от створов ПЭС до промышленных центров Дальнего Востока, США и Японии

Основным препятствием на пути сооружения Пенжинской ПЭС в ближайшее время является ее расположение в районе, где в обозримом будущем не востребуется вырабатываемая энергия. Однако еще в 1961 г. американскими специалистами был предложен проект образования единой энергетической системы России и США с передачей энергии через пролив Беринга по мосту либо в туннеле. В 1990-х годах в России изучалась экономическая целесообразность сооружения линии электропередачи «Красноярск – Магадан (Пенжинская ПЭС) – Анкариджд – Чикаго» протяженностью 10 тыс. км с ответвлением на Хабаровск, Японию и Китай. Эта суперэнергосистема будущего сможет вобрать в себя до 50% электрической мощности всего мира (рис. 3).

В последние годы специалистами РНЦ «Курчатовский институт» и ОАО «НИИ-ЭС» было детально рассмотрено предложение Л.Б. Бернштейна по использованию ПЭС в качестве потребителя-регулятора по выработке на их дискретной энергии водорода с транспортировкой его по газопроводной системе в центры энергопотребления. Это предложение становится актуальным уже сегодня, например, для создания в Европейской части России мощной Мезенской ПЭС, т. к. газ, транспортируемый по проходящим около створа ПЭС газопроводам, может иссякнуть уже через 10-12 лет. В этой же работе также подтверждается техническая возможность беспроводной передачи электроэнергии на значительные расстояния, что безусловно приблизит рассмотрение и Пенжинского проекта.

Таким образом, создание сверхмощной Пенжинской ПЭС в зависимости от быстро изменяющейся в мире энергетической обстановки (исчерпание углеводородного топлива, реализация Киотского соглашения по ограничению выбросов в атмосферу, новые политические условия) может стать реальностью уже в первой половине XXI в. Сегодня же требуется финансирование для организации исследований в створе ПЭС и проектных проработок сооружений ПЭС с использованием новых технологий и оборудования.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Бернштейн Л.Б., Силаков В.Н., Усачев И.Н. и др. Приливные электростанции. – М.: Институт Гидропроект, 1994.
2. Бернштейн Л.Б., Усачев И.Н., Гельфер С.Л. и др. Исследование приливов в Охотском море для определения их энергетических потенциалов и обследования проектирования приливных электростанций по проекту «энергетика океана». – М.: Гидропроект, 1985.
3. Усачев И.Н., Демиденко Н.А. Экологически чистая энергия приливных электростанций // Проблемы развития энергетики. Нетрадиционные источники энергии – М.: Знание, 2002.

## ЧАСТЬ II. ПРАКТИКА И ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ НЕКОТОРЫХ ВИДОВ УСТАНОВОК ВИЭ

## ГЕОТЕРМАЛЬНАЯ СИСТЕМА ТЕПЛОФИКАЦИИ И ТЕПЛОВЫЕ НАСОСЫ

Мягих Д., Писарева В., ОМННО «Совет Гринпис»

### 1. Низкопотенциальные геотермальные источники

Для отопления и горячего водоснабжения некоторых населенных пунктов России, в первую очередь районов Камчатки, перспективно использование низкопотенциальных геотермальных источников. Уже сегодня геотермальное теплоснабжение, применяемое в Дагестане, Краснодарском крае, на Камчатке, экономит около 300 тыс. т.у.т. в год.

Анализ возможностей геотермального теплоснабжения Елизовского района Камчатской области, выполненного АО «Геотерм» и АО «Наука», показал, что г. Елизово (население 40 тыс. человек – 10% населения области) способен обеспечить себя теплом и горячей водой за счет Верхне-Паратунского месторождения термальных вод.

Перевод теплоснабжения г. Елизово на геотермальную систему теплофикации может быть осуществлен с помощью теплонасосной станции (ТНС) – 3 последовательно включенных тепловых насоса (ТН). Электропитание на компрессоры ТН пойдет от комплекса ГеоЭС, уже работающего на Мутновском месторождении.

ТНС предполагает 3 контура: 1) геотермальной воды; 2) промежуточный; 3) сетевой воды системы теплоснабжения города. По магистральному трубопроводу геотермальная вода Верхне-Паратунского месторождения доставляется в город с температурой 75°C (снижение температуры в трубопроводе составляет не более 3-5°C). Максимальный расход воды – 300 л/с. Геотермальная вода поступает в теплообменник, где отдает тепло теплоносителю промежуточного контура.

Вода 2-го контура, проходя через теплообменник, нагревается геотермальной водой до 45°C, а затем поступает в испарители трех последовательно включенных тепловых насосов, где отдает свое тепло хладону, испаряя его, и при температуре 15°C возвращается в теплообменник.

Из системы сетей теплоснабжения г. Елизово вода поступает в конденсаторы трех ТН, где нагревается до 80°C. Дополнительный подогрев воды осуществляется пиковой котельной, согласно температурному графику подающей линии тепловой сети.

При уменьшении тепловой нагрузки предусматривается последовательное отключение ТН. В летний период нужды горячего водоснабжения могут быть удовлетворены непосредственно за счет тепла термальной воды без использования ТН.

Максимальная тепловая мощность ТНС при коэффициенте преобразования равном 3,2 (среднее значение для трех последовательно включенных ТН) составляет примерно 86 Гкал/ч: 59,4 Гкал/ч за счет тепла термальной воды плюс 26,6 Гкал/ч тепла, эквивалентного затраченной на привод компрессора электроэнергии (31 МВт).

При расчетной тепловой мощности котельных, работающих на угле и мазуте (149,2 Гкал/ч), их годовая выработка при КПД 60–65% составляет 579 тыс. Гкал (в том числе мазутными котельными – 389,4 тыс. Гкал, а угольными – 189,6 тыс. Гкал).

ТНС с коэффициентом теплонасосной выработки 91,4% и мощностью 86 Гкал/ч может вырабатывать 529,3 тыс. Гкал в год, или 92% выработки на традиционных котельных. При таком покрытии нагрузки за счет ТНС годовая выработка котельных может быть снижена с 579 до 49,7 тыс. Гкал. При этом, когда температура наружного воздуха выше –6,6°C, ТНС способна дополнительно генерировать 69,7 тыс. Гкал тепла, которое может быть использовано для покрытия части тепловых нагрузок остальных потребителей Елизовского района (вытесняя угольные котельные).

Если перевести эти данные в объем потребляемого топлива, то получится следующая картина. Годовой расход топлива котельными г. Елизово составляет 136,5 тыс. т.у.т. С учетом расхода топлива на производство электроэнергии, потребляемой системой теплоснабжения, – 141 тыс. т.у.т. Сокращение потребления органического топлива за счет ТНС в Елизовском районе за отопительный период составит 125,6 тыс. т.у.т. (92%), в том числе мазута – 58,2 тыс. т и угля – 65,1 тыс. т. С учетом покрытия нагрузки летнего горячего водоснабжения потребителей города за счет температурного потенциала термальной воды вытеснение топлива составит еще больше – 132,2 тыс. т.у.т. (в т. ч. 61,3 тыс. т мазута, 62,2 тыс. т угля).

Для расчета экономического эффекта необходимо принять во внимание, что в 2001 г. на Камчатке средняя цена 1 т мазута составила 160 долл., угля – 40 долл. Таким образом, за счет работы ТНС ежегодная экономия для областного бюджета составит 12,4 млн долл. США\*.

\* Субвенции бюджету Камчатской области на компенсацию тарифов на электрическую энергию в проекте федерального закона «О федеральном бюджете на 2004 год» были предусмотрены в размере 660 млн рублей.

При расчете экономической выгоды для населения можно использовать следующие показатели: тариф на геотермальное тепло потребителей горячей воды Верхне-Паратунского месторождения составит от 63 до 136 руб./Гкал и будет самым низким в России. Для сравнения: тарифы на тепловую энергию, производимую ОАО «Камчатскэнерго» с 1 января 2003 г. за 1 Гкал (без НДС) составляют 270–1000 руб. Таким образом, ежегодная экономия для населения составит 4–15 млн долл. США.

Общая стоимость проекта тепло- и электроснабжения Елизовского района за счет геотермальных источников – 50 млн. долл. Срок выполнения – 3 года. Окупаемость проекта, с учетом вышеприведенных данных, – 4 года.

## 2. Низкопотенциальное тепло и тепловые насосы

Для отопления и горячего водоснабжения с помощью ТН совсем не обязательно наличие геотермальных месторождений. Все большее распространение в различных государствах получают установки – ТНУ, использующие так называемое рассеянное низкотемпературное тепло как природного, так и сбросного промышленно-бытового происхождения – вторичные энергетические ресурсы (ВЭР).

ТНУ поглощает низкопотенциальную теплоту из окружающей среды с температурой 4–6°C и выше и передает ее в систему теплоснабжения потребителей в виде нагретой воды или воздуха (рис. 1). Передача тепла производится рабочим телом – хладагентом (фреоном). Электроэнергия, потребляемая ТН, тратится лишь на перемещение фреона по системе с помощью компрессора точно так же, как в холодильных машинах. Система работает как котел при отоплении и как кондиционер при охлаждении. Характерная особенность ТН: при подводе к нему, например, 1 кВт электроэнергии, в зависимости от режима работы и условий эксплуатации, можно получить до 3–4 кВт тепловой энергии. Эффективность

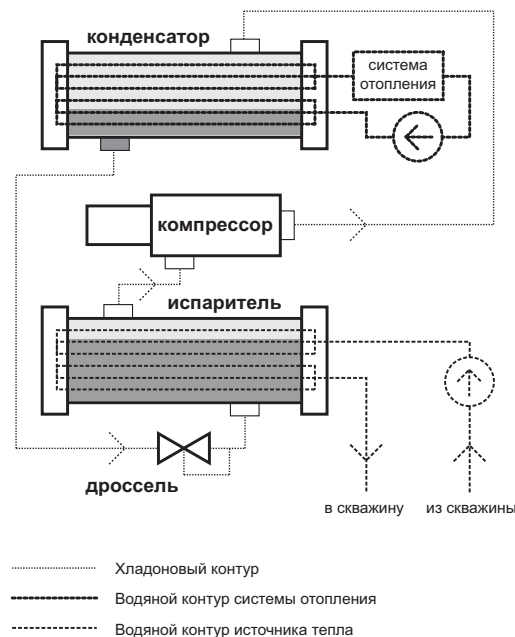


Схема работы теплового насоса\*.

\* Схема и описание взяты с [www.nsk.su/~energy/princip.htm](http://www.nsk.su/~energy/princip.htm)

ТН характеризует коэффициент преобразования, т. е. отношение количества получаемого тепла к количеству затрачиваемой электроэнергии. Этот коэффициент варьируется от 2 до 4.

Поскольку источником низкопотенциальной теплоты могут быть грунтовое тепло, вода рек, озер, морей, подземные воды, наружный воздух, солнечная энергия, сбросные (канализационные) воды, вытяжной воздух системы вентиляции и т. п., применение ТН возможно практически повсеместно.

Опыт эксплуатации ТН в России показал, что, в связи с большей продолжительностью отопительного периода (по сравнению с той же Европой), а также острой проблемой транспортировки топлива, экономическая эффективность применения ТНУ в российских условиях может быть гораздо выше, чем в других странах.

Кроме того, использование ТНУ позволяет приблизить тепловые мощности к местам потребления, минимизировать протяженность тепловых сетей, сократить вредные выбросы в регионе и обеспечивать в системах отопления 3–8 кВт тепловой энергии (в зависимости от температуры низкопотенциальных источников), затрачивая при этом 1 кВт электрической энергии.

Перед тем, как принять решение об установке ТН, нужно использовать все возможности экономии энергии обычными способами: утеплить здание, поставить экономные отопительные приборы, организовать минимально необходимую вентиляцию, бережно расходовать горячую воду и т. п. Затем необходимо оценить проблемы теплоснабжения здания: например, насколько далеко проходит труба централизованного теплоснабжения, или она вовсе отсутствует, есть ли возможность подвода газа, достаточно ли электроэнергии для электрокотла, насколько обоснованы предъявляемые местными владельцами источников энергии требования для подключения к их системам (тарифы) и т. п.

При наличии такого рода проблем нужно учесть все имеющиеся ВЭР. Если тепла ВЭР окажется недостаточно, то потребуются дополнительные источники тепла (например, возобновляемые источники энергии).

Идеальный источник тепла должен давать стабильную высокую температуру в течение отопительного сезона, не быть коррозионным и загрязняющим, иметь благоприятные теплофизические характеристики, не требовать существенных инвестиций и расходов по обслуживанию.

В большинстве случаев имеющийся источник тепла является ключевым фактором, определяющим эксплуатационные характеристики ТН. Наружный и отводимый воздух, почва и подпочвенная вода представляют источники тепла широко используемые в небольших системах на базе ТН, тогда как морская, озерная и речная вода, геотермические источники и грунтовые воды применяются для систем большой мощности.

Нужно продумать схему так называемой теплонасосной системы теплоснабжения (ТСТ) и определить, какое оборудование при этом потребуется и во что оно обойдется. Просчитать сколько придется платить за электроэнергию на привод ТН, затраты на замену оборудования ТСТ после того, как оно выработает свой ресурс.

Эти данные нужно сравнить с вариантами обычного теплоснабжения, т. е. выполнить технико-экономический расчет, и решить стоит ли применять ТСТ в каждом конкретном случае. На этой стадии оценки лучше привлечь специалиста.

Срок окупаемости большинства ТНУ не превышает двух лет. Срок службы хорошего ТН – не менее 25–30 лет.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Бритвин О.В., Дьяков А.Ф., Городницкий В.И., Перминов Э.М., Козлов Б.М. *Состояние и перспективы развития нетрадиционной энергетики в РАО «ЕЭС России» // Бизнес и инвестиции в области возобновляемых источников энергии в России. Труды Международного конгресса.* – М., 1999.
2. Поваров О.А., Никольский А.И., Томаров Г.В. *Использование тепла земли для локального теплоснабжения // Новое в российской энергетике, № 5, 2002.*
3. Корякин Ю. *Реальная альтернатива дырявым трубам российской системы теплоснабжения // Труд, № 169, 2003.*

## ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ «SECOND HAND» ВЕТРОАГРЕГАТОВ ЕВРОПЕЙСКОГО ПРОИЗВОДСТВА

Дмитриев Г.С., директор ЗАО «ВетроЭнерго», вице-президент Всемирной Ветроэнергетической Ассоциации (WWEA)

Мировая практика показывает, что в настоящее время ветроэнергетические установки (ВЭУ) являются одними из самых дешевых вновь создаваемых источников энергии, даже по сравнению с угольными и газовыми электростанциями. Так, удельная стоимость ВЭУ снижается для новых агрегатов (находящихся непосредственно на заводе) до 800 – 700 \$ USA/кВт мощности. Добавление к этой стоимости транспортной, монтажной, таможенной составляющих может довести удельную стоимость ВЭУ до 1500 – 2000 \$ USA/кВт мощности (эти расчёты верны для европейской части). Причем удельная стоимость ниже у более крупных ветроагрегатов и выше – у более мелких. Так для ВЭУ мощностью менее 100 кВт удельная стоимость агрегата на заводе может достигать 1000 – 1500 \$ USA/кВт, а ещё более мелких агрегатов, работающих в изолированной сети с аккумуляторами, – 3000 \$ USA/кВт.

Таким образом называть энергию ветра «даровой» – не совсем правильно. Её использование требует достаточно крупных единовременных капитальных вложений. Так, при удельной стоимости 700 \$ USA /кВт, ВЭУ мощностью 200 кВт будет стоить на заводе в Европе 140 000 \$ USA. Стоимость ВЭУ на месте может возрасти (доставка, монтаж, пуско-наладочные работы) до 250 000 \$ USA. Подобная установка, при тарифе 0,1 \$ USA /кВт-ч и производительности 600 000 кВт-ч/год, окупится за 4,5 года, что по нынешним меркам – приемлемо. К положительным качествам ветроагрегатов также можно отнести очень короткий срок «омертвления» капитала, за счёт быстрой установки ВЭУ. Обычно наиболее длительным является строительство фундамента – от двух недель до месяца. Само возведение ВЭУ, её монтаж и пуск в эксплуатацию занимает от трех дней до недели. Необходимо подчеркнуть, что конечная стоимость новых европейских ВЭУ при доставке их на Камчатку может сильно возрасти из-за удаленности.

Решить проблему дороговизны новых ВЭУ можно путем покупки бывших в употреблении («second hand») ветроагрегатов за рубежом. Причиной, создавшей вторичный рынок ветроагрегатов в Европе, стала, так называемая, компания “re-power”: проходящая в последнее десятилетие волна замены старых ветроагрегатов (5 – 15 летних, мощностью до 600 кВт) на новые, более мощные – вплоть до 1500 – 5000 кВт. Таким образом, Европа решает свои проблемы с недостатком

\* Для сравнения: удельная стоимость атомной электростанции 1000 – 2000 \$ USA за 1 кВт установленной мощности.

**Таблица 1. Данные по стоимости бывших в употреблении ветроэнергетических агрегатов, имеющихся в наличии в Дании, Голландии и Германии для доставки в Россию**

Название и тип ветроагрегата	Мощность генератора, кВт (если два числа – мощность большого и малого генераторов)	Диаметр ротора, м.	Высота и тип башни, м.	Год производства	Примечания (тип башни, реновации)	Итого, в у.е. (с учётом транспорта растаможивания надзора при монтаже)
Vestas V27	225/40	27	31	1992	ферма	104 000
Vestas V29	225/40	29	31	1994	ферма	122 000
Vestas (2) V19	90/18	19	23	1987	редуктор новый, ферма	33 500
Vestas V39	500	39	41	1993	труба	292 300
Vestas (4) V17	75/18	17	23	1985	редуктор новый ферма+ труба	28 500
Wincon W200	200	26	28	1990	редуктор новый одна секция труба	80 500
Nordtank 150	150	24,6	32	1989	труба	58 000
Nordtank (2) 150	150	24,6	32	1992	труба	67 000
Bonus 450	450	37	35	1993	труба	214 000
Bonus 150	150/30	23	30	1988	труба	64 000
Bonus 150	150/30	23	30	1989	труба	67 000
Bonus (2) 150	150/30	23	30	1990	ферма	67 000
Bonus (3) 150	150/30	23	25	1987-89	труба	47 250 63 000
Micon M750-400	400	31	36	1993		213 500
Wind World 150	150	27	30	1990-92	труба	58 000
Wind Matic 99	99/22	20	30	1987-88		39 500
Lagerwey 18/80	80	18	30	1995	труба	46800*
Lagerwey 18/80	80	18	30	1994	труба	43700*
Lagerwey 18/80	80	18	30	1994	труба	43700*
Lagerwey 18/80	80	18	30	1992	труба	38660*
Lagerwey 18/80	80	18	30	1992	труба	38660*
Lagerwey 18/80	80	18	30	1991	труба	36270*
Lagerwey 15/75	75	15	30	1990	труба	29200*
Vestas	90	18,8	23	1987	ферма	22225*
WindMatic	99	19,0	30	1987	Ферма	22300*
Wincon	99	21,0	26	1987	Труба	22800*
Vestas	75	17,0	23	1986	Ферма	22800*
Micon	95	19,3	23	1986	Труба	22300*
Bonus	95	19,4	24,5	1986	Тренога	21000*
Bonus	150	23,0	24 или 30	1988	Ферма или труба	39000*
Bonus	150	23,0	24 или 30	1991	Ферма или труба	39500*

\* В цену не включена стоимость фундамента и монтажа установки

свободных площадей, что иногда выгоднее, чем строительство «оффшорных» ветропарков. Так, правительство Дании решило заменить 1500 МВт своих старых и относительно мелких установок на новые, более крупные.

Бывшие в употреблении ветроагрегаты стоят в несколько раз дешевле новых и после ремонта - замены некоторых износившихся частей, типа тормозных колодок, масла и т.п. - могут успешно проработать ещё 10 – 15 лет. В Европе имеется несколько крупных фирм, торгующих подобными ветроагрегатами. В качестве примера приведем таблицу бывших в употреблении ветроагрегатов, предлагаемых российской фирмой «ВетроЭнерго», где в стоимости уже учтены транспортные расходы до Мурманска, таможенные платежи и т.п. (таблица 1).

В нашей стране уже несколько лет успешно эксплуатируется ряд европейских «second hand» ветроагрегатов. Один из первых был смонтирован в Мурманске в октябре 2001 г. организацией ЗАО «ВетроЭнерго». Его установленная мощность составила 200 кВт, а расчетная годовая выработка – 500 000 кВт-час. Установка снабжает электроэнергией частный отель, а ее избыток отдается в энергосистему Мурманской области.

В 2002 г. в поселке Куликово Зеленоградского района Калининградской области была построена самая крупная ВЭС в России (5,1 МВт). В нее входит 20х225 кВт «second hand» ветроустановок датского производства (Vestas V27) и одна новая установка Wind World, мощностью 600 кВт. Строительство Калининградской ВЭС осуществлялось при поддержке РАО «ЕЭС России», Датского энергетического агентства, Минэнерго РФ и Министерства экологии и энергетики королевства Дании. Годовая выработка ВЭС составляет около 8,5 ГВт-час электроэнергии. Основываясь на положительном опыте эксплуатации Калининградской ВЭС, область планирует построить еще одну ветровую станцию морского базирования, мощностью 50 МВт.

В том же 2002 г. в Ленинградской области для электроснабжения предприятия ООО «Красное» была смонтирована «second hand» ветроустановка Wind Matic мощностью 75 кВт. Благодаря надежной и стабильной работе ветроагрегата, энергосбережение на предприятии в отдельные периоды составляло 40–50%. В 2003 г. в том же районе на основе опыта строительства и эксплуатации первой ветроустановки, была установлена вторая «second hand» ветроустановка Vestas мощностью 95 кВт, которая снабжает электроэнергией бытовых потребителей.

На Камчатке, среднегодовые скорости ветра в 1,2 – 1,5 раз превышают таковые на лучших континентальных площадках Дании, Германии, Калининградской и Ленинградской областей, что позволяет утверждать о возможности установки на полуострове с высокой отдачей европейских «second hand» ветроагрегатов. Районы перспективные для использования энергии ветра, расположенные вблизи метеорологических станций, указаны в табл. 2 и на рис.1.



**Таблица 2. Наиболее перспективные районы по использованию энергии ветра на полуострове Камчатка**

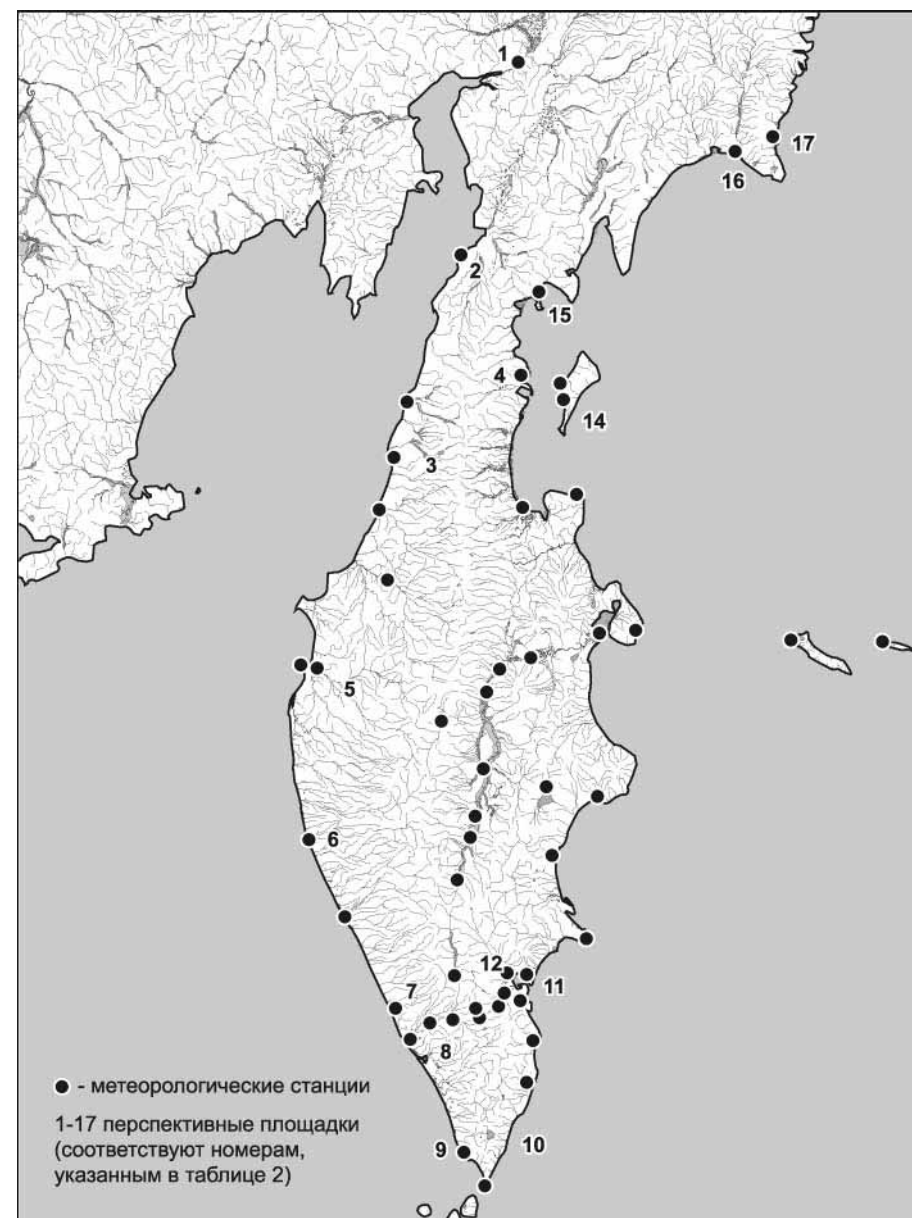
№ на карте	Наименование метеорологической станции	Среднегодовая скорость ветра на высоте флюгера, м/с	Среднегодовая скорость ветра на высоте ветроколеса (40 м) м/с	Среднегодовая скорость ветра на высоте ветроколеса (60 м) м/с
1	Каменское	5,0	6,5	6,7
2	Чемурнаут	6,8	8,1	8,3
3	Усть-Лесная	5,2	6,6	6,8
4	Оссора	5,6	7,0	7,2
5	Усть-Хайрюзово	5,2	6,6	6,8
6	Ича	5,1	6,5	6,7
7	Кихчик	5,2	6,6	6,8
8	Усть-Большереецк	6,4	7,9	8,0
9	Озерная 1 и 2	5,1 и 7,5	6,5 и 8,6	6,7 и 9,0
10	Лопатка	9,6	10,8	11,4
11	Петропавловск, город III	7,0	8,2	8,5
12	Петропавловск, маяк, 1, 2	7,2	8,4	8,8
13	Семлячки	5,7	7,0	7,2
14	Каргинский остров	6,0	7,3	7,8
15	Корф	6,2	7,5	8,0
16	Апука 1 и 2	6,6	8,0	8,2
17	Топата-Олюторская	5,7	7,0	7,2

В таблице 2 приведены среднегодовые скорости ветра на высоте 40 и 60 метров над уровнем подстилающей поверхности, что соответствует высотам расположения осей «second hand» ветроагрегатов мощностью 200 – 400 кВт (40 метров) и 400 – 600 кВт (60 метров).

Ветроагрегаты, представленные в таблице 1, могут работать только в параллель с крупной или локальной сетью. Для отдаленных районов, например – Камчаткой области, в качестве электростанций, компенсирующих нестабильность работы ВЭС, можно рассматривать местные ДЭС и МГЭС. Их общая установленная мощность на полуострове составляет около 105 МВт.

Таким образом, при возведении здесь ВЭС суммарной мощностью около 100 МВт, число часов использования установленной мощности, при среднегодовой скорости ветра – 9 м/с на высоте ветроколеса, может достигать 3000-2500 часов в год. При этих условиях 100 МВт ВЭУ могут выработать 0,25 - 0,3 млрд. кВт-ч/год, ежегодно экономя 30-50% дизельного топлива.

Так как транспортировка бывших в употреблении ветроагрегатов на Дальний

**Рис.1 Карта расположения районов, перспективных к использованию ветра.**



Восток возможно будет выгоднее из США, при выборе ВЭУ нужно иметь в виду, что большинство ветроустановок в США относятся к категории очень старых, маломощных. Их отрицательными чертами является использование башен-ферм (решетчатого типа), что делает затруднительным обслуживание ВЭУ, особенно в зимнее время. Кроме того, ВЭУ мощностью менее 100 кВт, имеют значительно более высокое число оборотов, чем поздние и крупные ВЭУ. Высокая частота вращения ротора приводит к росту опасности его для птиц. Это особенно важно для Камчатки, где побережье является местом птичьих базаров.

В Германии иногда предлагаются ВЭУ бесплатно. Но покупатель за свой счет должен разобрать (в том числе, демонтировать старый фундамент!) и вывезти установку. Кроме того, что это тяжелая работа и достаточно расходное мероприятие, приобретение таких ВЭУ без гарантии их качества – определенный риск.

Нельзя не упомянуть и о российских производителях ВЭУ. На Дальнем Востоке – это хабаровская совместная российско-голландская фирма “Windenergy Company LMW”, выпускающая ВЭУ мощностью до 12 кВт. Фирма «Ветроэн» из подмосковного Реутова, производит ВЭУ мощностью 250 кВт. Их адреса и данные по производимой продукции можно найти в Приложении 2 данного сборника.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Справочник по климату СССР. Выпуск 27. Камчатская область. Часть III. Ветер. Л.: Гидрометеиздат. 1967. –227с.
2. Зубарев В.В., Минин В.А., Степанов И.Р. Использование энергии ветра в районах Севера. Л.: Наука. 1989. –208с.
1. Windenergie 2002. Bundesverband WindEnergie. –Osnabruck, Deutschland, STEINBACHER DR-UCK. 2002. – 264p.
2. Старков А.Н. и др. Атлас ветров России. М.: Можайск-Терра, 2000, -551с.
3. European Wind Turbine Catalogue. Copenhagen: Energy Center Denmark. 1995. –63p.
4. «Энергетическая политика» 2004 г., № 1

## ВЕТРОДИЗЕЛЬНЫЕ СТАНЦИИ НА ОСНОВЕ ВЕТРОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ АГРЕГАТОВ АВЭ 250С

Лось С. И., Козак Л.Р., ГКБ «Южное» (Украина)

Ежегодно в мире производятся десятки тысяч дизельгенераторов различной мощности, которые служат источниками электроснабжения в отдаленных районах, где нет промышленной электрической сети. Такие регионы, в том числе районы Крайнего Севера и Восток России, как правило, имеют достаточно высокий ветровой потенциал, использование которого может дать большой экономический эффект при одновременном снижении экологической нагрузки на легко ранимую природу этих мест.

Однако распространенность ветровых и ветродизельных станций (ВЭС) в таких районах чрезвычайно мала. Это обусловлено, в основном, сложностью производства качественной электроэнергии автономными ветроагрегатами (из-за переменности и непредсказуемости скорости ветрового потока) и большими проблемами сопряжения ВЭС с дизельными установками.

Ветроагрегаты в своей основной массе построены с применением асинхронных генераторов. Они хорошо работают в сети условно бесконечной мощности, однако практически не пригодны для работы в локальной сети параллельно с дизельгенераторными установками.

Известные авторам ветродизельные станции построены:

- либо с применением сложной и дорогостоящей преобразовательной техники, развязывающей ветроагрегаты и дизельгенераторы в локальной сети;
- либо при выполнении условия значительного превышения мощности дизельгенераторов над суммарной мощностью ветроагрегатов (например, 5:1 и более).

Сведения о готовых разработках и строительстве ветродизельных станций с прямым (без промежуточных преобразователей) включением в общую локальную сеть дизельгенераторов и ветроустановок в технической литературе практически отсутствуют. Есть информация о том, что такие разработки в настоящее время ведутся в ряде развитых стран (США, Германия).

Проблема создания простой и надежной связи ветроагрегата с дизельгенератором в локальной сети успешно решена специалистами Государственного конструкторского бюро «Южное» (Украина) при разработке ветроагрегата АВЭ-250С мощностью 250 кВт. Агрегат оснащен синхронным генератором и предназначен для работы:

- в промышленной сети условно бесконечной мощности;
- в локальной сети параллельно с дизельгенератором соизмеримой мощности без применения промежуточных преобразователей;
- в локальной сети автономно при сильном и устойчивом ветре и отключенных дизельгенераторах.

Универсальность данного агрегата обеспечена благодаря применению в его конструкции синхронного генератора и специальной системы управления, алгоритмы которой:

- ограничивают генерируемую ветроагрегатами мощность при сильных ветрах во всех режимах эксплуатации;
- обеспечивают максимальную выработку мощности при работе в локальной сети на средних и слабых ветрах;
- в любых ветровых условиях сбрасывают избыточную мощность вплоть до 0, когда в локальной сети в ней нет потребности;
- стабилизируют частоту сети и регулируют мощность в соответствии с требуемой нагрузкой при автономной работе без дизельгенератора.

Агрегат полностью автоматизирован и работает как самостоятельно (по ветровой обстановке), так и по командам оператора ветродизельной станции.

В 2001-2002 гг. на мысе Обсервация (Чукотский автономный округ) предприятием НПП «Ветроэн» совместно с ГKB «Южное» была построена первая на крайнем северо-востоке России ветродизельная станция, в состав которой вошли 10 ветроагрегатов АВЭ-250 СМ (северное исполнение ветроагрегата АВЭ-250С) суммарной установленной мощностью 2,5 МВт. ВЭС предназначена для работы параллельно с дизельной электростанцией (ДЭС) поселков Шахтерский и Угольные Копи.

В течение 2001-2002 гг. были проведены уникальные эксперименты по длительной эксплуатации Чукотской ВЭС в режимах параллельной работы ветроагрегатов с различным количеством включенных дизельгенераторов (вплоть до полного отключения дизельных установок и электроснабжения поселков исключительно ветроагрегатами). В итоге корректность и надежность заложенных при проектировании ветроагрегата и станции конструктивных решений были полностью подтверждены. Порывы ветра, достигавшие 40 м/с, и низкая температура до  $-40^{\circ}\text{C}$  существенного влияния на работу ВЭС не оказали.

Чукотская ВЭС эксплуатировалась параллельно с дизельными установками вплоть до окончания прокладки по дну пролива и запуска в ноябре 2002 г. высоковольтного кабеля, соединившего электросеть поселков Шахтерский и Угольные Копи с Анадырской ТЭЦ мощностью 10 МВт. В настоящее время ветроагрегаты

станции работают, в основном, параллельно с Анадырской ТЭЦ. Но при отключениях высоковольтного кабеля, которые нередко происходили на 1-м этапе эксплуатации, ветроагрегаты переходили в режим автономной работы и полностью обеспечивали электроснабжение поселков.

Первый положительный опыт промышленной эксплуатации ветродизельной станции наглядно продемонстрировал главные преимущества такой системы электроснабжения: существенную (до 50%) экономию дизельного топлива и, что особенно важно, быструю окупаемость капитальных вложений (не более 3–4 лет в условиях Чукотки).

Следует отметить, что ветроагрегаты АВЭ-250С способны работать в локальной сети параллельно с дизельгенераторами самой различной мощности: от 5 кВт (мощность, необходимая для запуска одного агрегата) и выше - до сотен и тысяч киловатт.

ГKB «Южное» готово рассмотреть предложения заинтересованных организаций по проектированию и строительству ветродизельных станций на основе ветроагрегатов АВЭ-250С на территории Камчатской области и Корякского АО, а также других регионов.

ГKB «Южное»:

Украина, 49008, Днепропетровск, ул. Криворожская 3.

Тел.: 38 (0562) 42 00 22

Факс: 38 (056) 770 01 25, 38 (0562) 92 50 41

E-mail: info@yuzhnoye.com

www.yuzhnoye.com

## БЕСПЛОТИННЫЕ ГЭС НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ

Ленев Н.И., ОАО «Московский комитет по науке и технологиям»

В условиях бурных, практически не замерзающих водотоков Камчатки крайне интересным может стать внедрение бесплотинных гидроэлектростанций (ГЭС) нового поколения, обеспечивающих бесперебойное получение энергии даже в зимний период. Принцип работы ГЭС основан на оригинальном, ранее не применявшемся ни в одной из существующих конструкций способе использования энергии водного естественного (без предварительного преобразования: без строительства дамб, каналов, напорных труб и пр.) потока любого вида: рек, ручьев, приливов, морской волны и т. д. Способ имеет статус запатентованного изобретения (патент № 2166664 от 10.05.2001, автор: Ленев Н.И.).

Конструкция представляет собой систему из двух рядов лопастей прямоугольной формы. Лопастей поделены осью на две неравные части. Большая часть за счет действия потока находится за осью дальше по потоку (рис. 1). Тем самым достигаются минимальное ее вращение вокруг своей оси и, следовательно, наименьшие турбулентные завихрения. Оси, в свою очередь, верхней и нижней частями закреплены на пластинчато-роликовых цепях (либо на любом другом гибком элементе), замкнутых в кольца. Цепи передают усилие через звездочки (рабочие колеса) на два вертикальных вала, с которых механическая энергия движущейся среды передается на валы электрогенераторов через гибкую муфту и промежуточный вал. Валы установки через подшипники скольжения (качения) жестко закреплены на ее каркасе, имеющем закрытые на 2/3 боковые и глухую нижнюю стенки, что не препятствует поступлению дополнительной воды из окружающего потока через верх и боковые стенки установки.

В одном каркасе рационально размещать минимум 3 установки. Положение лопастей по отношению к основному потоку регулируется направляющими – неподвижными для цепи и подвижными для большей стороны лопасти. При

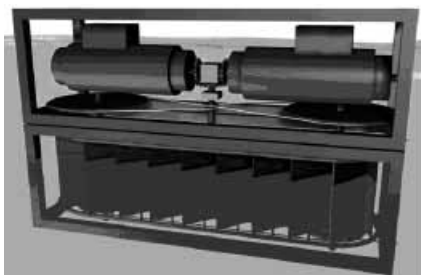


Рис. 1. Устройство бесплотинной ГЭС

изменении расстояния между подвижной и неподвижной направляющими задается необходимый угол поворота (от 0° до 45°) между лопастью и направлением основного потока. Тем самым можно добиться оптимального режима работы установки либо полностью ее остановить.

Таким образом, поток воздействует на лопасть фактически перпендикулярно (под 90°). Один из валов установки имеет устройство, регулирующее натяжение цепей. Лопастей должны иметь свободу вращения на своих осях, а оси также свободно вращаться в креплениях к цепям. Между лопастью и местом крепления к цепи на осях должны устанавливаться ролики, которые и будут катиться по неподвижным направляющим, удерживая тем самым цепь постоянно в перпендикулярном положении относительно основного потока.

В отличие от других установок данная конструкция приемлема для ручного изготовления, монтажа и обслуживания. Она позволяет использовать комплектующие как из выпускающегося, так и отслужившего свой срок оборудования, как-то: сельскохозяйственная техника, автотранспорт и прочее подходящее «железо». А это многократно удешевляет изготовление изделия, которое может окупиться уже за 2–3 месяца. Установка изготавливается из любых подручных материалов: дерево, пластмасса, алюминий, железо, титан. От материала зависит срок эксплуатации установки. На выработку электроэнергии это никак не влияет.

Геометрические размеры звездочки (рабочего колеса) для установок любых размеров желательно выдерживать в пределах не более 350–500 мм, так как от этого напрямую зависит число оборотов вала. Диаметр самого вала рассчитывается под конкретные нагрузки и условия эксплуатации и колеблется от 25 до 50 мм. Размеры лопастей, их количество и, соответственно, прочность цепи подбираются в зависимости от ширины и глубины реки, а количество установок в реке – от необходимой мощности потребления.

Под заданные характеристики изготавливается соответствующий корпус, желательно из трубы, полость которой предпочтительно (для повышения плавучести ГЭС) заполнить строительной пеной. Каркас делается разборным, что позволит собирать его на месте эксплуатации без привлечения грузоподъемных механизмов.

Число оборотов у ГЭС довольно низкое 45/60 в минуту. От бревен, веток и прочего крупногабаритного мусора предохраняет сетка. Мелкий мусор проходит через установку свободно.

В зимний период можно использовать давно испытанный плотогонами способ поднятия теплых нижних слоев воды с помощью устанавливаемых перед ГЭС нескольких бревен, имеющих на одном конце груз, а на другом – поплавков. Вода, поднимаясь, размывает во льду необходимую майну.

Данный способ использования мощности водного потока является наиболее выгодным и с экологической точки зрения, так как, занимая 1-10% площади, совершенно не нарушает естественного русла и не препятствует свободному перемещению речной фауны и флоры.

Ниже приведены данные для действующего образца, испытанного на реке Базаиха в Красноярском крае.

Скорость реки – 1 м/с. Размеры ГЭС – 1,6х0,6х0,7 м. Установленный генератор – 11 кВт. Подходят ручьи и реки любой глубины.

Стоимость установки мощностью 20 кВт – не более 6 тыс. руб. за 1 кВт установленной мощности, в том числе: электрогенератор – от 500 до 5 тыс. руб. за 1 кВт мощности вместе с регулирующей аппаратурой. Сроки изготовления зависят от технической подготовленности и могут составить от 1 недели до нескольких месяцев. При серийном изготовлении на профильном заводе на выпуск 1 кВт установленной мощности уходят часы и даже минуты.

**По вопросу заключения лицензионного договора можно обращаться по адресу:**

ОАО «Московский комитет по науке и технологиям»

121069, г. Москва, Борисоглебский пер. 6, стр. 3

тел./факс: (495) 202 46 76.

Куратор проекта: Чапкевич Александр Львович, тел.: (495) 354 30 90

Руководитель проекта: Ленев Николай Иванович, тел.: (495) 101 56 83

www.lenev.ru; e-mail: nil@mknt.ru, lenevgeb@mail.ru

## БИОЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ УСТАНОВКИ

*Семенов А.В., Сибирский институт прикладных исследований, г. Омск*

Важнейшим компонентом энергетических ресурсов биосферы является биомасса, которая благодаря фотосинтезу воспроизводится ежегодно в огромных масштабах. В настоящее время наиболее перспективным считается использование такого источника биомассы, как органические отходы животноводческих производств и растениеводства.

Поступление отходов животноводческих комплексов в окружающую среду без соответствующей обработки и обеззараживания загрязняет природные объекты и увеличивает опасность их инфицирования. В то же время они заключают в себе значительный энергетический и агрохимический потенциал. Одним из наиболее привлекательных способов использования органических отходов сельскохозяйственного производства для решения энергетических проблем является их переработка в анаэробных (т. е. без доступа кислорода) условиях с целью получения биогаза. Метод анаэробного сбраживания реализуется в биоэнергетических (биогазовых) установках (БЭУ).

БЭУ предназначена для переработки в горючий газ и обеззараженную биомассу таких органических отходов, как навоз, помет, фекалии, растительные остатки и т. п. влажностью 85–92%. Обеззараженная биомасса может быть использована как жидкое органическое удобрение, или как исходный продукт для производства белково-витаминных кормовых добавок. Биогаз эффективно использовать для производства тепловой и электроэнергии, метанола и других продуктов.

Установка содержит биореактор (герметичную емкость для размещения биомассы), насос для подготовки и загрузки биомассы, газовый водогрейный котел и системы: тепло- и газоснабжения; перемешивания, выгрузки и контроля уровня биомассы; контроля и стабилизации температуры. Гидроизолированная приемная емкость, предназначенная для накопления и разбавления (при необходимости) отходов, размещается в животноводческом помещении.

Основные характеристики вырабатываемых БЭУ продуктов, а также технические характеристики установок с объемом биореактора от 2,5 до 20 м<sup>3</sup> приведены в таблицах 1, 2, 3.

Таблица 1. Основные характеристики вырабатываемых продуктов

Наименование показателя		Ед. изм.	Кол.
Состав биогаза	Метан	%	60-70
	углекислый газ		40-30
	прочие газы		1
Состав удобрений	азот общий	% от влажной массы	0,3-0,4
	азот аммонийный		0,15
	окись фосфора		0,04
	окись калия		0,15-0,3
	активные биостимуляторы роста класса ауксинов		

Таблица 2. Основные технические показатели установок

Установки	Производительность, м³/сут.		Энергетическая мощность, кВт		Занимаемая площадь, м²
	биогаз	удобрения	Полная	полезная	
БЭУ-2,5	8	0,5	1,9	1,5	9,5
БЭУ-5	15	1,0	3,8	2,5	15,0
БЭУ-7,5	22	1,5	5,6	3,5	20,0
БЭУ-10-1	30	2,0	7,5	4,6	24,5
БЭУ-10				5,5	20,0
БЭУ-15	45	3,0	11,0	7,5	28,0
БЭУ-20	60	4,0	15,0	10,0	34,0

Таблица 3. Основные характеристики биореакторов

Установка	Габаритные размеры, мм			Масса, кг
	длина	ширина	высота	
БЭУ-2,5	1600	2100	1600	250
БЭУ-5	3000			430
БЭУ-7,5	4400			610
БЭУ-10-1	5800			810
БЭУ-10	3000	3100	2050	1070
БЭУ-15	4400			1320
БЭУ-20	5800			1650

В настоящее время ведущей организацией Сибири по биогазовым технологиям – Сибирским институтом прикладных исследований – разработаны концепции применения нескольких, различающихся по размерам и применяемой технологии, типов БЭУ. Установки спроектированы и изготавливаются на основе ноу-хау и реализуют последние достижения в области биотехнологий. Это принципиально

новые разработки и изобретения. Оптимизация конструкции установок позволила существенным образом снизить стоимость БЭУ, сократить продолжительность их изготовления и монтажа до 1,5–2 месяцев, а срок окупаемости (в зависимости от мощности установки) довести до 1–2 лет. Разрабатывается документация на установки с объемом биореактора 40–160 м³ и на оборудование для переработки производимых ими продуктов.

Согласно разработанным концепциям, в фермерских хозяйствах могут успешно применяться БЭУ с объемом биореактора 5–20 м³ (ориентируясь на полную переработку образующихся в хозяйстве отходов). На крупных животноводческих комплексах целесообразно начинать с объемов биореактора 80–160 м³, с поэтапным наращиванием уже введенных в эксплуатацию мощностей по мере их окупаемости и создания условий потребления производимых продуктов.

Установки с объемом биореактора 10–20 м³ могут эффективно применяться как элемент крупных биоэнергетических комплексов. При этом на установках до 20 м³ отрабатываются технологии переработки отходов и применения получаемых продуктов, обучается персонал, приготавливается биологическая закваска для пуска крупной установки.

Существенным для уменьшения срока окупаемости БЭУ является максимально полное использование производимых ею продуктов. Особый упор на это делается в связи с тем, что в теплое время года возможно образование излишков биогаза, а в холодное – низкая эффективность применения жидких органических удобрений и высокие расходы на их внесение или накопление.

Наиболее приемлемым способом для использования излишков биогаза является создание дополнительных энергопотребляющих процессов, в частности – обезвоживания продуктов растениеводства. Возможно также производство из биогаза метанола, который можно использовать в качестве топлива для автотракторной техники. Однако в настоящее время это существенным образом ограничено законодательством.

Неоднозначным является и выработка электроэнергии из биогаза. В настоящее время промышленностью (в частности, ГУП «Институт технической электроники», АО «Барнаултрансмаш») выпускается широкая гамма газовых теплоэлектростанций, способных работать, в том числе, и на биогазе. Вместе с тем производство на них электроэнергии может быть относительно рентабельным либо при выработке биогаза не менее 400–500 м³/сут., что соответствует электрической мощности 30–40 кВт, либо при отсутствии централизованного электроснабжения.

Весьма перспективным является применение переработанной в БЭУ биомассы в качестве исходного продукта для производства белково-витаминных кормовых добавок.

В настоящее время Сибирский институт прикладных исследований проектирует установки с объемом биореактора до 160 м<sup>3</sup>, которые могут быть транспортированы на место эксплуатации ж/д и автомобильным транспортом. На крупных животноводческих комплексах биореакторы могут быть объединены в единую БЭУ, исходя из принципа: один биореактор на 1–2 фермы. Прорабатывается возможность лизинговых поставок.

Комплексное применение биоэнергетических установок с максимально полным использованием производимых продуктов позволит существенным образом решить энергетические проблемы отдельных населенных пунктов, в том числе, Камчатской области.

Сибирский институт прикладных исследований «СИПРИС»

Почтовый адрес: 644001, г. Омск, а/я 3330.

Тел./факс: (3812) 31-77-44

e-mail: sipris@yandex.ru

## РОССИЙСКИЕ БИОГАЗОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПО ПЕРЕРАБОТКЕ ОТХОДОВ ЖИВОТНОВОДСТВА, ПТИЦЕВОДСТВА И РАСТЕНИЕВОДСТВА В ГАЗООБРАЗНОЕ ТОПЛИВО, ТЕПЛО- И ЭЛЕКТРОЭНЕРГИЮ И ОРГАНИЧЕСКИЕ УДОБРЕНИЯ

*Панцхава Е.С., Пожарнов В.А., ЗАО «Центр «ЭКОРОС» (г. Москва)*

Органические отходы фермерских хозяйств, крупных животноводческих комплексов и птицефабрик представляют серьезную угрозу при неконтролируемом попадании в окружающую среду. Камчатская область, имеющая животноводческие фермы и птицефабрики, а также огромные отходы рыбопереработки, не является исключением.

Высокорентабельные биогазовые технологии позволяют использовать такие отходы и одновременно решать четыре проблемы:

1. экологическую (переработка органических отходов и создание безотходных производств);
2. энергетическую (производство газообразного топлива, электрической и тепловой энергии и топлива для двигателей внутреннего сгорания);
3. агрохимическую (производство высокоэффективных, экологически чистых органических удобрений);
4. социальную (улучшение условий труда и быта населения).

Относительно недавно западные специалисты признали, что большую группу органических отходов лучше и экономичнее обрабатывать с использованием современных биогазовых технологий, чем подвергать прямому сжиганию [1]. Российские ученые к такому выводу пришли более 40 лет назад на основании фундаментальных исследований этих процессов [2,3].

В 2001 г. в мире было введено в эксплуатацию более 1 тыс. биогазовых установок и станций. Из них 45% - в Европе, 15% - в США, затем идет Бразилия, Китай, Индия и др. Только в странах ЕС производство биогаза оценивается в 62,7 млн т.у.т. Данная ситуация связана, в первую очередь, с тем, что в странах ЕС и в США созданы законодательные условия, обеспечивающие экономическую эффективность такого рода технологий.

Значительная часть производимого биогаза используется для получения электроэнергии с КПД 31% (производительность по электроэнергии на 1 т перерабатываемых отходов варьирует от 48 до 104 кВт-ч).

Современные экономические, энергетические, климатические, экологические

и территориальные особенности России потребовали разработки и создания высокоэффективных и высокорентабельных биогазовых технологий для российских условий.

Так как Российская Федерация – одна из богатейших стран мира по основным ископаемым видам углеводородных топлив, европейские экономические оценки рентабельности биогазовых технологий неприемлемы. В России биогазовые технологии будут рентабельны и востребованы, если срок их окупаемости не превысит 2 лет. Для этого они должны производить, как минимум, еще один продукт, имеющий высокую потребительскую стоимость.

Задача для российских разработчиков была осложнена и тем, что отечественные технологии, помимо доступных цен, должны были эффективно работать в любой климатической зоне. Для выполнения этих условий нужно было оборудование, обладающее следующими качествами:

- надежное и простое в эксплуатации;
- легко транспортируемое в любую точку России любым транспортом;
- быстро монтируемое и вводимое в рабочий режим с длительными сроками эксплуатации.

ЗАО «Центр «Экономии ресурсов окружающей среды» (ЗАО «Центр «ЭкоРос») с 1994 г. работал над решением данной задачи по федеральным целевым научно-техническим программам. В итоге был создан ряд технологий, отвечающих вышеперечисленным требованиям.

#### 1. ОСОБЕННОСТИ РЕНТАБЕЛЬНОСТИ РОССИЙСКИХ БИОГАЗОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРОИЗВОДСТВО УДОБРЕНИЙ

Широкому внедрению биогазовых технологий в сельское хозяйство России послужили фундаментальные исследования, проведенные в 1960-х годах Институтами биохимии им. А.Н. Баха АН СССР и бродильной промышленности Минпищепрома СССР, а также промышленно-технологические работы на ацетоно-бутиловых заводах в городах Грозный (ЧИ АССР) и Ефремов (Тульская область) по разработке и созданию промышленного производства кормового препарата витамина В-12 для нужд животноводства и птицеводства методом термофильного метанового брожения отходов (барды) ацетоно-бутилового брожения.

Однако для многих современных деревень производство витамина В-12 не является экономичным. Нужен был другой продукт, обладающий также высокой потребительской стоимостью и широко используемый в сельскохозяйственном производстве, например, удобрения, образующиеся из органического сырья в процессе метанового брожения.

Предполагалось, что термофильные условия ферментации, как и в случае

витамина В-12, должны были придать синтезируемым удобрениям новые более эффективные свойства.

В 1994 г. ЗАО «Центр «ЭкоРос», используя биогазовые установки ИБГУ-1 (а с 1996 г. и автономный блок-модуль БИОЭН-1), приступила к широкому производству и реализации таких удобрений, которые в последствие получили торговую марку «БИОУД-1». Сегодня только в Московском регионе удобрения по технологии ЗАО «Центр «ЭкоРос» производят 5 фирм.

Эти удобрения не содержат патогенной (болезнетворной) микрофлоры, яиц гельминтов, семян сорняков, специфических фекальных запахов, нитратов и нитритов. Все основные элементы – азот, фосфор и калий, а также макро- и микро-элементы – находятся в минерализованном состоянии и легко доступны для растений. Удобрения начинают действовать сразу же после их внесения в почву. Они универсальны и применяются под любые сельскохозяйственные и декоративные культуры, повышают устойчивость растений к неблагоприятным воздействиям окружающей среды, особенно к засухе, увеличивают урожай в 2 и более раз. Нормы расхода – 1-3 т на 1 га, что по эффекту на растение эквивалентно 80-100 т исходного навоза или помета.

Высокий эффект этих удобрений объясняется биосинтезом при термофильном метановом брожении мощных биостимуляторов роста растений, класса «АУКСИНЫ». Эти соединения в микроколичествах синтезируются в точках роста абсолютно всех культур.

Рыночная отпускная цена удобрения «БИОУД-1» для оптовых покупателей в сезон 2003 г. составила 5 тыс. руб. за тонну при стоимости исходного сырья – навоза крупного рогатого скота (КРС) – 100 руб./т.

При термофильных условиях ферментации из 1 т отходов КРС в сутки вырабатывается до 1 т органических удобрений и до 40 м³ биогаза. Окупаемость технологий и оборудования, независимо от их мощности, в любом климатическом регионе России не превышает 1 года (при условии круглосуточной эксплуатации).

Производство органических удобрений сделало биогазовые технологии и оборудование, разработанные ЗАО «ЦЕНТР «ЭКОРОС», высококоммерциализованными. При этом, электро- и теплоэнергия для производителей «БИОУД-1» стали бесплатными, благодаря вырабатываемому установками биогазу.

Показатели эффективности биогазовых технологий и оборудования, разработанных ЗАО «Центр «ЭкоРос»

Показатели	ИБГУ-1	БИОЭН-1
Стоимость установки, тыс. руб., 2004 г.	170	360
Годовая производительность по удобрениям, т	72	360

Общая стоимость удобрений, тыс. руб.	360	1800
Окупаемость установки, месяцев	6	5
Максимальное количество обрабатываемых угодий, га	72	360
Общий дополнительный урожай картофеля (30%), т	324	1620
Стоимость дополнительного урожая, тыс. руб. (себестоимость 4000 руб./т, 2003 г.)	1296	6480
Окупаемость установок за счет реализации всего урожая, год	1/8	1/18

### БИОГАЗ И ПРОДУКТИВНОСТЬ ЖИВОТНОВОДСТВА

Рентабельность биогазовых технологий может достигаться и за счет повышения продуктивности в животноводстве и птицеводстве путем создания комфортных температурных условий содержания живности.

Так, в конце 1980-х гг. на свиноферме (200 голов) одного из хозяйств Крымской области была введена в эксплуатацию биогазовая установка с двухстадийной ферментацией в термофильном режиме с двумя биореакторами-метантенками с общим объемом 30 м<sup>3</sup>. В сутки она перерабатывала до 600 кг отходов и производила до 80-90 м<sup>3</sup> биогаза, который сжигался в биогазодогрейном котле. Горячая вода поступала на обогрев свинарника через систему отопления, вмонтированную в пол (наиболее эффективный и экономичный способ обогрева помещений), обеспечивая в течение года комфортную для животных температуру (21°C).

Благодаря этому на ферме резко возросла продуктивность, заболевания животных снизились до минимума, падеж молодняка прекратился, хозяйство отказалось от санитарно-эпидемиологической профилактики и т. п.

### БИОГАЗ И ЭЛЕКТРОТЕПЛОСНАБЖЕНИЕ

Газообразное топливо может быть конвертируемо в тепловую и/или электроэнергию. Для этих целей установки комплектуются биогазовыми тепло- и электрогенераторами мощностью 2–15 кВт (электрической) и 23–60 кВт (тепловой), которые способны вырабатывать 80–330 кВт·ч/сут. электроэнергии и 230–990 кВт·ч/сут. теплоты.

#### 2. ОБЗОР НЕКОТОРЫХ ВИДОВ БИОГАЗОВОГО ОБОРУДОВАНИЯ И УСТАНОВОК ПРОМЫШЛЕННЫЕ ОБРАЗЦЫ

##### Индивидуальная биогазовая установка для крестьянской семьи ИБГУ-1.

ИБГУ предназначена для биотехнологической переработки всех видов органических отходов с получением газообразного топлива (биогаза) и экологически чистых жидких органических удобрений. Рассчитана на крестьянские или фер-

мерские хозяйства, имеющие до 5-6 голов КРС, либо – до 50 – 60 свиней, или до 500 – 600 голов птицы.

В сутки:

- перерабатывает от 50 до 200 кг органических отходов – навоза, помета, фекально-мочевых стоков, ТБО, растительных остатков – при влажности не менее 85%;
- производит от 50 до 200 кг удобрений и от 2,5-3 м<sup>3</sup> до 10-12 м<sup>3</sup> биогаза, что эквивалентно от 1,7 до 8 кг топочного мазута.

Биогаз содержит 55-60% метана, 40-45% углекислого газа (не содержит сероводорода). Его теплотворная способность – 200-220 тыс. кДж/м<sup>3</sup>. Может использоваться в любых биогазовых бытовых приборах. Для сравнения: суточная потребность в газе семьи из 5-6 человек (включая приготовление кормов для животных, горячую воду и 3-разовое питание) составляет 4-5 м<sup>3</sup>.

Комплект ИБГУ-1 состоит из: биореактора-метантенка (2,5 м<sup>3</sup>), газгольдера (3 м<sup>3</sup>), лестницы-эстакады, бака для хранения удобрений (1 м<sup>3</sup>), ковша-тележки (60 кг), подъемника ручной тали. Вес оборудования без сырья – 1,5 т, занимаемая площадь – до 10 м<sup>2</sup>, транспортируется на а/м КАМАЗ или ЗИЛ с полуприцепом. Материал – листовая углеродистая сталь 3-4 мм. Возможно изготовление практически на любом машиностроительном заводе. Выпускается серийно, полной заводской готовности. Монтаж – 2-3 суток, вывод на рабочий режим – 5-7 суток. Срок эксплуатации – не менее 10 лет. Процесс непрерывный. Работает в любом регионе России круглогодично за счет автоматизированной стабилизации температуры биотехнологического процесса. Стоимость (по ценам 2004 г.) – 170 тыс. руб. Срок окупаемости – не более полугода за счет реализации органических удобрений или получения дополнительного урожая.

ИБГУ-1 могут собираться в батареи из 2-х и более комплектов для переработки отходов большего поголовья. При этом весь процесс можно механизировать и оснастить комплекс биогазэлектрогенератором или биогазтеплогенератором.

С работой ИБГУ-1 можно ознакомиться на производственно-технологической базе Центра «ЭкоРос» при агроплемфирме «Искра» Солнечногорского района Московской области.

Установка отмечена дипломом 1-й степени и золотой медалью Международной выставки-ярмарки «Российский фермер», а также двумя золотыми медалями ВВЦ по нетрадиционной энергетике.

С 1992 г. на трех российских заводах произведено 86 комплектов ИБГУ-1. Из них 79 – было реализовано в России (от Алтайского края и Кемеровской области до Брянской области), 4 – продано в Казахстан и 3 – в Белоруссию.



В 1997 г. в г. Ухань (Китай) создано совместное китайско-российское предприятие по производству биогазовых установок класса ИБГУ-1 и БИОЭН-1 по документации ЗАО «Центр «ЭкоРос». Стоимость технической документации на производство ИБГУ-1 – 170 тыс. руб.

**Автономный биоэнергетический модуль БИОЭН-1 (фермерская мини-тепло-электростанция + органические удобрения).**

БИОЭН-1 предназначен для безотходной, экологически чистой переработки органических отходов сельскохозяйственного производства (навоза, помета, фекалий, твердых бытовых отходов, пищевых отходов, растительных остатков) в биогаз, конвертируемый далее в электрическую и/или тепловую энергию. В состав модуля входят: 2 биореактора-метантенка по 5 м<sup>3</sup> каждый и 2 газгольдера «мокрого типа» по 3 м<sup>3</sup> каждый. По желанию заказчика модуль комплектуется: биогазовым теплогенератором мощностью 23 кВт и биогазоэлектрогенератором мощностью 2-4 кВт; бытовой конфорочной биогазовой плитой; инфракрасными горелками на биогазе мощностью 5 кВт.

Площадь помещения, отапливаемого БИОЭН-1, составляет от 150 до 200 м<sup>3</sup>.

Основные характеристики модуля БИОЭН-1

Количество	в сутки
перерабатываемых отходов (при влажности 85%)	до 1 т
вырабатываемого биогаза (не содержит сероводорода)	до 40 м <sup>3</sup> /сут.
вырабатываемой электрической энергии	до 80 кВт-ч
вырабатываемой тепловой энергии	до 230 кВт-ч
вырабатываемых органических удобрений	до 1 т

Собственные потребности в энергии на поддержание термофильного процесса (52-530С) составляют 30%. Срок эксплуатации – не менее 10 лет. Окупаемость по удобрениям или получаемому дополнительному урожаю – не более полугода.

Модуль БИОЭН-1 может собираться в батареи из 2-х, 3-х и 4-х комплектов для обработки отходов:

- а) от 50, 75, 100 голов КРС;
- б) от 500, 750 и 1000 голов свиней;
- в) от 5000, 7500 и 10000 голов птицы;

ЗАО «Центр «ЭкоРос» за разработку и эксплуатацию БИОЭН-1 награжден золотыми медалями ВВЦ России по нетрадиционной энергетике.

С работой модуля БИОЭН-1 можно ознакомиться на производственно-технологической базе Центра «ЭкоРос» при животноводческой ферме агроплемфирмы «Искра» Солнечногорского района Московской области.

Габариты:

- 2 биореактора-метантенка, объемом 5 м<sup>3</sup> каждый, занимают 30 м<sup>2</sup> в закрытом помещении (на бетонной подушке);
- 2 газгольдера размещаются вне помещения, но под навесом (для предохранения попадания атмосферных осадков) на бетонной подушке, занимают 20 м<sup>3</sup>.

Транспортируется 2 а/м КАМАЗ с полуприцепами.

**Биоэнергетическая установка по переработке куриного помета БЭУ-ТЯА (автор и разработчик Т.Я. Андрухин)**

Установка БЭУ-ТЯА мощностью 72 кВт пущена в эксплуатацию в 1987 г. на Октябрьской птицефабрике Глебовского ППО Истринского района Московской области. Она перерабатывает в сутки до 10 т куриного помета (2 стандартных птичника кур-несушек по 25 тыс. голов каждый), влажностью 75%. Выход биогаза – 1000 м<sup>3</sup>, содержание метана – 60-65% (сероводород отсутствует). Температура ферментации 52-530С. Время удерживания субстрата – 15-20 суток. Объем метантенка – 400 м<sup>3</sup>. Суточный выход удобрений: твердых (влажность 80%) – 7 т, жидких – 3 т.

**ОПЫТНО-ПРОМЫШЛЕННЫЕ ОБРАЗЦЫ**

**Гибридная энергетическая система КАБМ БВС-ТЭС**

Комбинированный автономный блок-модуль биогаз-ветро-солнечной тепло-электростанции предназначен для обеспечения всех производственных нужд типовой животноводческой фермы, имеющей 100 голов КРС (или свинофермы на 1 тыс. голов, или птицефермы на 10 тыс. голов), в тепловой и электроэнергии и возможного аккумулирования энергии в виде сохраняемого биогаза.

КАБМ БВС ТЭС в полном комплекте может размещаться в регионах, имеющих среднегодовую скорость ветра не менее 3 м/с и активную солнечную радиацию не менее 150 дней в сезон с мая по сентябрь.

В состав системы входят:

- 1) биогазовая теплоэлектростанция мощностью не менее 10-15 кВт (электрическая) и не менее 60 кВт (тепловая);
- 2) ветроэлектрическая станция мощностью не менее 16-32 кВт (в зависимости от суточной продолжительности ветропотока);
- 3) станция солнечного теплоснабжения с производительностью 2,3 тыс. л воды в сутки с температурой не менее 60°C.

Технические характеристики комбинированного блок-модуля БВС-ТЭС:

## 1. БИОГАЗОВАЯ ТЕПЛОЭЛЕКТРОСТАНЦИЯ

### Биогазовая станция

Технология трехстадийной термофильной метангенерации (разработка ЗАО «Центр «ЭкоРос»). Количество перерабатываемых отходов (влажность 85%) – 3 т/сут.

Суточный выход: а) биогаза (содержание метана 55-60%) – 180 м³; б) жидких органических удобрений – 3 т.

Объем биореакторов-метантенков – 60 м³, газгольдеров – не менее 60 м³.

### Биогаз-электростанция

3-4 бензо-электрогенератора мощностью 4-5 кВт каждый, модифицированные под использование биогаза. Суточная производительность – 330 кВт-ч.

### Биогаз-теплогосстанция

Модифицированные под использование биогаза водогрейные котлы типа АОГВ (3 шт.) общей мощностью не менее 60 кВт. Суточная производительность – 990 кВт-ч (3,56 млн кДж).

## 2. ВЕТРОЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ СТАНЦИЯ

Комплектуется из ветроэлектрогенераторов типа ВТН8-8 (Рыбинский завод приборостроения) мощностью 8 кВт каждый или УВЭ-500 (НИИ «Электроприбор», С.-Петербург) мощностью 500 Вт каждый.

Комплектуется 29 агрегатами солнечных установок СУГВИ-80 (Реутовский машиностроительный завод, Московская обл.).

Стоимость КАМБ БВС ТЭС в полной комплектации (только оборудование) по ценам 2003 г. – около 9,5 млн. руб.

Стоимость варианта: Биоэнергетическая ТЭС в комплексе с ветроэлектрической станцией – около 8,6 млн. руб.

Стоимость варианта: Биоэнергетическая ТЭС в комплексе со станцией солнечного теплоснабжения – около 7,87 млн. руб.

Годовой объем получаемых жидких органических удобрений составляет 1 тыс. т\*. Окупаемость КАМБ БВС ТЭС при всех вариантах составит 2 года (при условии – получаемые производителем топливо и энергия будут бесплатными).

**КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ ПРОЧИХ ВИДОВ ОПЫТНО-ПРОМЫШЛЕННЫХ БИОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УСТАНОВОК**

Установка по трехстадийной метангенерации отходов КРС производительностью до 70-80 м³ биогаза на 1 т сырья (вместо 35-40 м³/т по обычной технологии). За счет разделения процесса время обработки сырья сокращается с 10 до 5 суток.

Содержание метана – не менее 60%.

Установка по твердофазной метангенерации ТБО позволит в сопряжении с заводами-сепараторами создать стационарные комплексы по переработке ТБО (в том числе городов), сократить время обезвреживания отходов с 30-60 лет (мусорные свалки) до 10-15 суток. Производительность биогаза (содержание метана до 70-75%) – до 350-400 м³ на тонну исходного сырья.

ЗАО «Центр “ЭкоРос”»:

125315, Москва, Ленинградский пр. 74, кор. 4, оф. 75.

Тел./факс: (495) 152 67 55, 147 36 69

E-mail: ekoros-zao@mtu-net.ru

## ЛИТЕРАТУРА

1. Nhemelis N.J. and Verma S. The better option.// Waste management world. 2004, Jan.-Feb., pp.41-47.
2. Быховский В.Я., Панцхава Е.С. Биосинтез витамина В-12 метанобразующими бактериями // Витаминные ресурсы и их использование. Издательство АН СССР, 1961, с. 82-89
3. Букин В.Н., Быховский В.Я., Панцхава Е.С. Биохимические и микробиологические основы промышленного получения витамина В-12 методом термофильного метанового брожения. Витамин В-12 и его применение в животноводстве. Издательство «Наука», 1971, с. 9-24.
4. Панцхава Е.С., Березин И.В.. Техническая биоэнергетика // Биотехнология, 1986, стр. 1-12.
5. Панцхава Е.С., Березин И.В.. Техническая биоэнергетика // Биотехнология, 1986, стр. 8-17.
6. Kostenberg D., Marchaim U. Solid waste from the instant coffee industry as a substrate for anaerobic thermophilic digestion. Wat. Sci. Tech. 1993, Vol. 27, pp. 97-107.

\* 1 тыс. т получаемых удобрений достаточно для обработки 1 тыс. га земельных угодий при урожае картофеля - 150 ц/га.

## ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ УСТАНОВКИ НА ДРЕВЕСНЫХ ОТХОДАХ

Писарева В., ОМННО «Совет Гринпис»

По данным Федерального агентства лесного хозяйства, сегодня в России заготавливается 184 млн кубометров древесины. Согласно подсчетам «Конфедерации ЛПК Северо-Запада», при применяемых сегодня технологиях производства лесной продукции, отходы лесозаготовок составляют 20%, лесопиления – 35-55% от объема продукции, фанерного производства – до 60%. На целлюлозно-бумажных комбинатах образуется 20% древесных отходов от объема поставляемого сырья, а при производстве мебели и т. п. – до 50% от объема продукции.

Исходя из приведенных данных, можно подсчитать, что ежегодно в России образуется десятки миллионов кубометров древесных отходов, пригодных для использования в качестве топлива.

По сравнению с ископаемыми ресурсами древесная биомасса – возобновляемый вид топлива с низким уровнем вредных выбросов. Кроме того, использование древесных отходов на местах дает экономический и социальный эффект.

Сегодня в России перед многими муниципальными и промышленными предприятиями остро стоит проблема доступности энергоресурсов. Рост цен на традиционные виды топлива и трудности с их доставкой отрицательно сказываются на состоянии тепло- и электроснабжения предприятий и организаций отдаленных районов. В то же время во многих энергодефицитных регионах существует проблема утилизации древесных отходов, накопление которых вызывает пожароопасную обстановку. Перевод котельных на местные виды топлива уже сегодня позволит российским предприятиям и жилищно-коммунальным хозяйствам существенно сократить расходы на производство и отпуск тепловой энергии. Некоторые организации, утилизируя древесные отходы, вырабатывают электроэнергию для собственных нужд. Особенно выгоден переход на использование древесины в качестве источника энергии предприятиям деревопереработки и лесозаготовительным хозяйствам, которые помимо снижения затрат на энергоресурсы, одновременно решают проблему утилизации отходов. В районах с большими эксплуатационными запасами леса переход на теплоэлектростанции (ТЭС) на древесном топливе позволит повысить энергетическую безопасность, решить социальные и экологические проблемы.

Доля древесного топлива в общем энергетическом балансе России остается мизерной и составляет 0,4%. Для сравнения, доля использования древесины в качестве топлива от общего его потребления составляет в Финляндии 19%, в Швеции – 18, в Турции – 23% (по данным отдела энергетики Европейской экономической комиссии).

В качестве топлива древесина применяется в виде кусковых отходов, щепы, стружки, опилок, брикетов, гранул (пеллет).

Непосредственно образующиеся в процессе заготовки древесины и ее первичной обработки древесные отходы и щепы, как топливо, малотранспортабельны и дают невысокую температуру горения, что снижает теплопроизводительность и КПД котельных установок. Наиболее эффективно сгорает щепа, имеющая размер 25-100 мм. Крупные кусковые отходы целесообразно перерабатывать в щепу на месте.

Теплотворную способность опилок и стружки увеличивает брикетирование. После брикетирования сыпучая древесина уменьшается в объеме в несколько раз, транспортабельна и удобна в обращении. Брикетирование сыпучей древесины достигается путем прессования со связующими или без них (более широко распространено брикетирование без связующих). Для брикетирования щепы требуются более мощные прессы, чем для брикетирования опилок. Практически брикетируют только опилки. Влажность опилок перед брикетированием должна быть не выше 12-15% и не ниже 8-9%.

Брикеты используются как топливо на предприятиях и для нужд местного населения. Применение древесных брикетов особенно привлекательно для бытового потребления, так как в их составе не содержится серы и других вредных веществ.

Калорийность древесного топлива повышается при использовании его в виде гранул (пеллет). Гранулы получают из высушенных остатков лесопильного и деревообрабатывающего производства: опилок, стружки, щепы, древесной пыли и пр. В мире сформировалась целая индустрия топливных гранул. По данным НП «Конфедерация ЛПК Северо-Запада», в 2004 г. США и Канада произвели 1,25 млн т пеллет. Больше всего древесных гранул в 2004 г. использовали Швеция (1,25 млн т) и Дания (748 тыс. т). Ежегодно использование древесных гранул увеличивается в мире на 15%. В России развитие данной технологии получило в Северо-Западном регионе, что во многом обусловлено территориальной близостью к странам Европейского союза (ЕС) и относительно развитой дорожной инфраструктурой. Производимые пеллеты идут, преимущественно, на экспорт в Западную Европу.

Для каждого вида древесных отходов применяется специальная, обусловленная техническими и экономическими факторами, технология утилизации для производства энергии. Сегодня российский рынок предлагает большой выбор энергетического оборудования на древесных отходах как импортного, так и отечественного производства.

Установки, предназначенные для сжигания биомассы, представляют собой сложные системы с большим числом компонентов. Их проектирование с учетом

особенностей конкретного предприятия, а также комплектация, монтаж и т. п. должны производиться специалистами. Ошибки, допущенные на любом из этапов проектирования и строительства, впоследствии могут привести к различным проблемам и существенным дополнительным расходам.

При проектировании и комплектации энергоустановок необходимо изучить множество различных факторов: от состава, влажности, размера топлива до технологических особенностей, специфики и потребностей каждого конкретного предприятия. С учетом этих факторов подбирается марка котла, вид топки, тип насосов и многие другие составляющие, определяются параметры и мощность установки.

От вида, состава, влажности и размера топлива зависит способ его сжигания (слоевой, факельный, вихревой, циклонный, кипящий слой и др.). В некоторых случаях применяются газификация, пиролиз. Газификация и пиролиз во многом схожие процессы: оба разлагают органические отходы, подвергая их действию высоких температур; ограничивают количество кислорода в реакции разложения (газификация в отличие от пиролиза допускает небольшие количества кислорода).

Газификация древесных отходов обеспечивает получение топливного газа, основу которого составляет CO, H<sub>2</sub> и N<sub>2</sub> и который может быть использован в качестве топлива в котельных, газовых турбинах и двигателях внутреннего сгорания. В России имеется опыт создания и эксплуатации установок тепловой мощностью от 100 кВт до 3 МВт, обеспечивающих производство топливного газа в объемах от 70 до 2500 м<sup>3</sup>/час, что соответствует объемам переработки древесных отходов от 40 до 2200 кг/час.

Пиролиз – это процесс термического разложения органики без доступа кислорода и происходит при относительно низких температурах (500-800°) по сравнению с процессами газификации (800-1300°) и горения (900-2000°). Первичными продуктами пиролиза могут быть жидкость (теплота сгорания 20-25 МДж/кг), твердое углистое вещество (теплота сгорания 30 МДж/кг) и газы (теплота сгорания среднекалорийного газа - 15-22 МДж/м<sup>3</sup>, низкокалорийного газа, получаемого при частичной газификации, - 4-8 МДж/м<sup>3</sup>). Вторичными – энергия, топливо и химические продукты. Выход жидкости достигает 80% массы сухого сырья (может использоваться в качестве заменителя котельного топлива). Выход твердого продукта может достигать 30-35% массы сухого сырья при карбонизации и медленном пиролизе. Выход газообразного топлива может достигать до 70% массы сухого сырья при высокотемпературном быстром пиролизе. Состав газа зависит от сырья и параметров процесса.

На сегодняшний день наибольшее распространение в России получило сжигание древесных отходов для получения тепловой энергии и горячего водоснаб-

жения для нужд лесохозяйственных, деревообрабатывающих и целлюлозно-бумажных предприятий. За счет снижения экологических платежей и увеличения выработки собственного тепла данные предприятия получают быстрый экономический эффект от реализации подобных проектов.

Так, по расчетам генерального директора ОАО «Братский Целлюлозно-картонный комбинат», на котором установлено оборудование по переработке корддревесных отходов для получения тепла, экономический ежегодный эффект от реализации проекта составит порядка 27 млн рублей (7 млн рублей за счет снижения экологических платежей и 20 млн благодаря увеличению выработки собственного тепла). Планируется, что установка будет перерабатывать около 100 тыс. кубометров древесных отходов в год. За счет сжигания этого объема отходов ежегодно предприятие будет получать до 108 тыс. Гкал собственной тепловой энергии.

Показательным является опыт и ОАО «Сегежский ЦБК» (Республика Карелия). В 2000 г. на нем провели комплексное обследование энергетического хозяйства. Был принят план технического перевооружения комбината: максимальный отказ от сжигания мазута и замена его на отходы лесопереработки. На ТЭЦ-1 комбината установили котельный агрегат БКЗ 100-39-440 МВД, позволяющий сжигать любые виды твердого топлива и горючих отходов «в кипящем слое». Благодаря этой технологии производительность парового оборудования возросла на четверть. Пуск нового котла, по утверждению специалистов, позволил максимально эффективно использовать древесные отходы самого комбината и дочернего ЛДК «Сегежский», сократить общее потребление мазута и затраты на ремонт энергетического оборудования, снизить вредные выбросы оксидов серы и азота, а также диоксинов в атмосферу. Ориентировочная экономия мазута оценивается в 25 тыс. т. Общая стоимость всего комплекса работ по установке котла, реконструкции электроснабжения, модернизации древесно-подготовительного оборудования превысила 200 млн рублей. Предположительный срок окупаемости – менее 5 лет.

В то время как внедрению биоэнергетического оборудования на крупных деревообрабатывающих предприятиях способствуют экономические факторы, муниципальным хозяйствам не приходится рассчитывать на быстрый коммерческий эффект от подобных нововведений. Тем не менее, проблемы с доставкой и дороговизна привозного топлива заставляют местные власти искать пути перехода на доступные и надежные источники энергии. В качестве примера можно привести опыт Алапаевского района Свердловской области.

Весной 2003 г. администрацией района и ООО «Термакс» был разработан план мероприятий по оптимизации работы ЖКХ в п. Махнево, который заключался в передаче в частную собственность котельных с их полной реконструкцией и

переводом на местное топливо (дрова). Расчетная лесосека в Алапаевском районе составляет более 1 млн кубометров. Реально вырубается не более 400 тыс.

Поселок Махнево с населением 5 тыс. жителей отапливался тремя твердотопливными котельными, потребляя в сезон 9-10 тыс. т угля. Котельные долгое время не ремонтировались, температурный график не выдерживался. Часть социальных объектов, например, средняя школа, отапливались электричеством. Стоимость отопления составляла более 1 млн рублей в год.

Две котельные в Махнево были полностью реконструированы и переведены на дрова. Дрова, включая доставку, обходятся по 300-350 рублей за куб. По теплотворной способности 2 кубометра дров примерно равны 1 т угля. Таким образом, эквивалент 1 т угля обходится в 600-700 рублей, тогда как реальная стоимость угля – около 1000-1200 рублей за тонну. При этом уголь завозился низкого качества, извлечь его из вагонов в смерзшемся состоянии без техники было очень сложно. Перевод котельных на дрова позволил удешевить стоимость отопления, сэкономить дорогостоящий уголь, обеспечить занятость местного населения, улучшить экологическую обстановку.

Предлагаемые сегодня на российском рынке биотопливные установки в зависимости от их характеристик ориентированы на широкий круг потребителей: от частных лиц и мелких хозяйств до муниципальных поселков и предприятий-производителей энергии. В основном представлены котельные установки. Электростанции, работающие на древесных отходах, предлагаются реже, и по техническим параметрам имеющиеся модели подходят для более узкого круга хозяйств. Тем не менее, многие виды предлагаемых котельных при необходимости могут быть дополнены оборудованием и для выработки электроэнергии. Комбинированное производство тепло- и электроэнергии (когенерация) наиболее эффективно и благоприятно для окружающей среды. При совместном производстве тепла и электричества коэффициент использования топлива составляет более 80%, что обеспечивает экономию 30% топлива по сравнению с отдельным производством.

Информация о фирмах, производящих энергетические установки на древесных отходах, приведена в приложении 2.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Ракитова О.С., Овсянко А.Д., Александрова С.Е. Древесная топливная гранула в России и СНГ. Справочник // НП «Конфедерация ЛПК Северо-Запада». Биотопливный портал. Wood-pellets.com. 2005.

2. Щеглов В.Ф. Анализ использования древесных отходов лесопильного производства в энергетических целях // ЛесПромИнформ, № 4, 2003.

## АВТОНОМНЫЕ ЭНЕРГОСИСТЕМЫ ДЛЯ РАЙОНОВ ДЕЦЕНТРАЛИЗОВАННОГО ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЯ

Мягких Д., ОМННО «Совет Гринпис»

В районах России, изолированных от общей энергосистемы, проживает около 10 млн. человек. В таких населенных пунктах в качестве источника энергии используются котельные и дизельные генераторы различной мощности. Но перебои с завозом топлива, в первую очередь, на Крайнем Севере, Дальнем Востоке и в Сибири, становятся здесь причиной энергетических катастроф.

Многие российские потребители подобные проблемы решили при помощи автономных энергосистем (АЭ). К их числу относятся: ветроагрегаты и фотоэлектрические установки малой мощности, солнечные коллекторы, биоэнергетические станции. АЭ могут обеспечить теплом и электричеством небольшой жилой дом, фермерское хозяйство, школу.

Опыт использования подобных систем в районах децентрализованного энергоснабжения есть в Московской, Калужской, Ростовской, Ленинградской, Ярославской, Читинской, Волгоградской, Оренбургской, Вологодской областях, в республиках Бурятия и Якутия (Саха), в Алтайском, Краснодарском и Красноярском краях.

### Ветроагрегаты и фотоэлектрические модули

Деревня Шалочь в Вологодской области не имеет централизованного электроснабжения. Строительство ЛЭП затруднено болотистой местностью. Стоимость возведения ЛЭП составила бы 380 тыс. долл., а ежегодное обслуживание – 12 тыс. долл.

До 1993 г. жители деревни использовали для освещения керосиновые лампы, а для приготовления пищи – керосиновые и газовые устройства. Миграция из деревни носила ярко выраженный характер. Так, если в 1930 г. здесь было 50 домов, то к началу 1990-х годов в деревне осталось всего 3 семьи.

В 1993-1994 гг. Российский институт электрификации сельского хозяйства и центр «Электродомотехника» установили в Шалочь 3 160-ваттных ветроагрегата и 14 фотоэлектрических модулей с пиковой мощностью 65 и 130 Вт.

Установленная мощность агрегатов не в состоянии удовлетворить все потребности жителей. Тем не менее, она позволила использовать энергетически эффективные осветительные приборы, телевизоры, радиоприемники, водяные насосы и т. п. В результате люди стали возвращаться в деревню, и сегодня в ней проживает 45 семей.

Еще одним положительным примером может служить фермерское хозяйство в деревне Истинка Ленинградской области, которое также не было подключено к сети. Для выработки электроэнергии фермеры использовали автомобильные аккумуляторы. В январе 1996 г. они приобрели у местной компании, производящей ветровые электростанции по программе конверсии ВПК, небольшой ветроагрегат (выходная мощность около 300 Вт, вес примерно 40 кг, включая блок управления). Стоимость оборудования составила 800 долл. Два человека установили его менее чем за 3 ч, и теперь ферма обеспечена электричеством.

В настоящее время российские производители предлагают широкий ассортимент автономных ветроагрегатов и фотоэлектрических модулей, предназначенных для электрообеспечения фермерских хозяйств, метеостанций, систем связи, вахтовых поселков и т. п. Для оптимальной работы маломощных ветровых установок необходима скорость ветра не менее 7-10 м/с (начальная скорость ветра, при которой установка начинает вырабатывать электроэнергию, составляет 5 м/с).

Преимуществами автономных ветроагрегатов и фотоэлектрических установок являются: малый вес и возможность транспортировки любым видом транспорта; легкость монтажа и демонтажа; простота эксплуатации; возможность подключения средств связи и аккумуляторной батареи.

Стоимость автономных ветроагрегатов в зависимости от мощности колеблется в пределах 500-5 тыс. долл. (1-5 долл. за 1 Вт установленной мощности).

Фотоэлектрические модули стоят дороже – 1 Вт установленной мощности колеблется от 3 до 5 долл. При этом необходимо учитывать, что для работы 1 электролампы требуется мощность не менее 11 Вт, для телевизора – 60 Вт, холодильника – 150 Вт.

### Гелиоустановки

В некоторых регионах России для отопления и горячего водоснабжения жилых домов, больниц, школ, санаториев используют гелиоустановки (солнечные коллекторы). Так, в Краснодарском крае сооружено более 40 гелиоустановок общей площадью 5 542 м<sup>2</sup>, а в Республике Бурятия – свыше 40 гелиоустановок общей площадью 2 000 м<sup>2</sup>. Здесь с апреля по октябрь солнечные коллекторы практически полностью замещают котельные, работающие на ископаемом топливе.

На сегодняшний день российские производители предлагают широкий ассортимент солнечных коллекторов. Производительность установок зависит от таких параметров, как климат, отапливаемая площадь и пр. В среднем стоимость 1 м<sup>2</sup> гелиоустановки российского производства колеблется от 100 до 200 долл. При этом надо учитывать, что для подогрева 100-170 л воды в день необходима

гелиоустановка площадью не менее 1,9-2 м<sup>2</sup> (суточная потребность 1 человека в горячей воде составляет 50-100 л).

### Биоэнергетические установки

В фермерских хозяйствах Омской, Московской, Ленинградской, Брянской, Оренбургской областей и Алтайского края широкое применение получили биоэнергетические установки, работающие на органических отходах (помет, навоз, пищевые отходы).

Установки различной модификации изготавливаются во многих городах России (Н. Новгороде, Омске, Владивостоке и др.) и предназначены как для небольших крестьянских хозяйств (до 5 коров), так и для животноводческих ферм (более 100 коров).

Биоэнергетические установки при решении ряда технологических задач способны не только генерировать газ и электричество, но и обогревать теплицы, бытовые здания, вырабатывать высококачественное удобрение. Стоимость таких агрегатов колеблется в пределах 90 тыс. – 350 тыс. руб. (в зависимости от мощности).

Информация о фирмах, производящих автономные энергосистемы, приведена в Приложении 2.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Энергетическая политика, № 1, 2004.
2. Возобновляемая энергия // Бюллетень Интерсоларцентра, декабрь 2000.
3. Возобновляемая энергетика. [www.mre.gov.ru](http://www.mre.gov.ru)
4. Производители, разработчики, продавцы оборудования ВИЭ. [www.intersolar.ru](http://www.intersolar.ru)

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Полуостров Камчатка только за счет возобновляемых ресурсов может получать более 319 млрд. кВт-ч электроэнергии в год (см. таблицу), что во много раз превышает нынешнее электропотребление (1,5 млрд. кВт-ч).

**Экономический потенциал возобновляемых источников энергии (ВИЭ) Камчатской области**

ВИЭ	Годовая выработка электроэнергии	
	млрд. кВт-ч	млн. т.у.т.
Приливная энергия	272	33,41
Ветровая энергия	36	4,42
Геотермальная энергия	6,731	0,83
Гидроэнергия	5	0,61
Всего	319,731	39,27

При использовании только 3% потенциала геотермальной, ветровой и гидроэнергии Камчатская область и Корякский АО смогут обеспечить себя экологически приемлемыми и дешевыми источниками электроэнергии.

В свою очередь полуостров уже имеет богатый опыт эксплуатации различных видов ВИЭ. Это Паужетская ГеоЭС (40 лет), Никольская ветродизельная электростанция (ВДЭС) и Быстринская МГЭС (10 лет).

Никольская ВДЭС позволила снизить себестоимость электроэнергии в селе Никольское втрое. Подобные ВДЭС было бы целесообразно использовать в Корякском АО, где тарифы на электроэнергию достигают 10 руб./кВт-ч. Например, строительство в ближайшие 15 лет в Корякском АО ВДЭС мощностью 60 МВт (30 МВт – ВЭС и 30 МВт – местные ДЭС) и установка 3 бесплотинных МГЭС на реках Палана, Авьяваям, Рассошина-Напана позволили бы сократить к 2020 г. расход ископаемого топлива с 45,2 тыс. т.у.т. до 4,4 тыс. т.у.т. Ежегодные затраты на закупку топлива (по ценам 2004 г.) сократились бы с 406,8 млн. руб. до 39,6 млн. руб. Для сравнения: стоимость (по ценам 2004 г.) сетевых «second hand» ветроустановок, подобных ветроагрегатам Никольской ВДЭС, без учета растаможивания и доставки до полуострова составляет 4 250 руб. за 1 кВт установленной мощности (или 127,5 млн. руб. за 30 МВт установленной мощности).

Освоение возобновляемых ресурсов Камчатской области и Корякского АО – крайне важное направление развития ТЭК полуострова не только в социально-экономическом отношении (смягчение жилищно-коммунальной реформы, снижение тарифов, ослабление зависимости от привозного топлива, решение проблемы энергетических катастроф), но и экологическом. Камчатка – это регион с хрупкой природной системой, где воздействие на окружающую среду должно быть сведено к минимуму. Поэтому приоритет в развитии энергетики области следует отдавать безопасным для окружающей среды видам возобновляемых источников энергии.

В Камчатской области и многих других регионах России альтернативная энергетика может решающим образом изменить всю систему энергоснабжения. В первую очередь речь идет о труднодоступных, изолированных районах, а также курортно-санаторных зонах.

Нехватка топлива зачастую ставит под угрозу жизнь людей во многих населенных пунктах России. В таких энергодефицитных местах проживает около 10 млн. человек. В районы Крайнего Севера, Дальнего Востока и Сибири ежегодно завозится 6-8 млн. т мазута и 20-25 млн. т угля. Стоимость топлива здесь постоянно растет и в некоторых случаях достигает до 350 и более долларов за 1 т.у.т. Одновременно, при современной социально-экономической специфике России именно в таких регионах (Республики Тыва, Алтай, Бурятия; Приморский край, Архангельская область и др.) развитие ВИЭ наиболее благоприятно.

В курортных, лечебно-оздоровительных зонах, местах отдыха и туризма, а также на заповедных и особо охраняемых природных территориях широкое использование ВИЭ способствовало бы значительному снижению экологической напряженности (путем вытеснения традиционных энергетических установок, дающих наибольшее количество опасных для здоровья выбросов) и сохранению природной среды.

Сегодня Россия обладает конкурентными технологиями, опытом эксплуатации оборудования, использующим ВИЭ, производственными возможностями. Предлагается широкий выбор установок – тепловые насосы, солнечные коллекторы и панели, ветроагрегаты, малые и микроГЭС. Некоторые виды по качеству практически не уступают западным образцам. Однако они дешевле и лучше адаптированы к российским условиям эксплуатации. При соблюдении определенных правил многие из них можно эффективно использовать практически повсеместно.

## ИЗ РЕЦЕНЗИИ НА СБОРНИК «РАЗВИТИЕ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ В РОССИИ: ВОЗМОЖНОСТИ И ПРАКТИКА (НА ПРИМЕРЕ КАМЧАТСКОЙ ОБЛАСТИ)»

*Роберт Савельевич МОИСЕЕВ, директор Камчатского филиала Тихоокеанского института географии Дальневосточного отделения РАН, к.э.н.*

Общая идея предлагаемого читателю издания может только приветствоваться. Сборник будет, несомненно, полезным в особенности с позиций природосбережения, ресурсосбережения и создания устойчивой, надежной и доступной энергетики.

Сборник освещает проблематику «альтернативной» энергетики для Камчатки. Представлены статьи о гидро, геотермальной, ветровой, приливной, биогазовой энергетике. В качестве определяющего обоснования для выбора «альтернативных» источников энергии названо тупиковое состояние современной энергетики Камчатки, базирующейся на привозных извне региона ресурсах.

Этот выпуск можно назвать пилотным как с точки зрения подбора технических, так и обзорных статей.

Энергетический баланс Камчатской области дифференцирован по географическому расположению, природным условиям функционирования, видам, объемам, технологическим особенностям и другим характерным чертам потребителей, производителей, природно-ресурсного потенциала. Учет этой дифференциации необходим при оценке социально-экономических и экологических условий использования тех или иных видов и «традиционных», и «альтернативных» источников энергии.

Так, строительство Мутновской ГеоЭС с высоким энергетическим потенциалом очень значимо для энергообеспечения Петропавловско-Елизовской агломерации. Но расположение станции в нескольких километрах от кратера действующего вулкана и в географической зоне, где снежный покров достигает мощности 15-20 м, вызывает сомнения в устойчивости, непрерывности производства и передачи электроэнергии. Возможна постановка вопроса о создании новых или консервации существующих энергогенерирующих мощностей, как дублирующих. Это, несомненно, скажется на многих экономических параметрах Мутновской ГеоЭС (например, на капиталоемкости, окупаемости капиталовложений, себестоимости). Такой подход отразится на экономической оценке энергосистемы в целом, энергообеспечении регионального социально-экономического комплекса и, конечно же, на стратегии использования альтернативных энергетических ресурсов.

Выявление зон и объектов с небольшими энергетическими потребностями, сомнительной рациональностью включения их в централизованную систему энергообеспечения, наличием «альтернативных» видов энергетических ресурсов рядом с

такими потребителями и т. д. и т. п. – несомненно, усилит практическое значение рассматриваемого сборника.

Решение энергетических проблем Камчатской области недопустимо искать без учета проблем экономических, экологических. Очевидно, что в энергетических проблемах регионов России главная причина – не «местность» природных энергетических ресурсов, а особенности экономических отношений в стране. На Сахалине существует большое количество видов экономически освоенных энергетических природных ресурсов. Но каждую зиму многие годы подряд на острове фиксируют энергетические катастрофы. Отсутствие тепла и электричества зимой – не кризис, а катастрофа.

Очевидно также, что в Камчатской области водные биологические ресурсы являются экономическим приоритетом общегосударственного значения. Этим определяется не только экологически, но и экономически обусловленная первостепенная важность сохранения природной среды, экосистемная оценка всех объектов.

Одним из наиболее перспективных направлений для локальных небольших потребителей в Камчатской области и Корякском автономном округе могло бы быть использование бесплотинных ГЭС относительно небольшой мощности. Однако необходимо обращать внимание на возможность использования предлагаемых установок в северных природно-климатических условиях и также учитывать возможные экологические последствия функционирования этих установок на реках рыбохозяйственного значения, например на лососевых нерестово-выростных водоемах, характерных для Камчатки.

В геотермальной энергетике следует учитывать не бесспорность экономических и экологических характеристик использования отдельных месторождений геотермальных ресурсов.

О «приливной электростанции» в Пенжинской и Гижигинской губах. Очевидно, что практическая потребность в этом объекте, а, следовательно, и заказчики, подрядчики, и т. д. появятся нескоро. Это связано не с малой важностью объекта, а с его гипотетичностью. Целесообразно иметь в виду экологическую проблематику, связанную с созданием столь крупномасштабного объекта. Ранее назывались, например, проблемы, связанные с вторжением в природный энергетический баланс Охотского моря, возможные изменения направлений параметров морских течений, гидрологических и гидрохимических условий в районах нереста и нагула рыбы и других морских организмов и т. д.

Объективность оценки применимости отдельных видов ресурсов в разных условиях должна быть основным принципом, гарантирующим от эмоциональной пристрастности узких специалистов при подготовке, принятии и реализации управленческих решений.

В целом материалы сборника будут полезны не только для поисков рациональных решений в развитии энергетики на Камчатке, но и для рационализации построения развития энергетики и в других регионах.



ПРОИЗВОДИТЕЛЬ	ПРОДУКЦИЯ	АДРЕС, E-MAIL, САЙТ	ТЕЛЕФОН, ФАКС
<b>ВЕТРОВАЯ ЭНЕРГЕТИКА</b>			
Энергетический холдинг «Гранд-Престиж»	Ветровые электростанции (ВЭС)	195027, г. Санкт-Петербург, ул. Магнитогорская, д. 51 e-mail: grandprestig_pav@mail.ru http://grand-prestige.narod.ru	тел.: (812) 924-92-50, 974-03-05, 329-53-57 факс: (812) 329-53-57, 324-70-04, 324-98-29
Тушинский машиностроительный завод	Ветро двигатели и ветрогенераторы с горизонтальной осью	123362, г. Москва, ул. Свободы, 35. e-mail: jsctmz@mail.ru	тел.: (495) 493-30-47, 497-48-25 факс: (495) 497-43-61
ООО "Стройинжиниринг СМ"	Автономные ветрогенераторы. ВДЭУ и ВДЭС	117321, г. Москва, а/я 118 E-mail: wind@scienmet.ru http://www.scienmet.ru	Тел./факс: (495) 425-51-11
Государственное машиностроительное конструкторское бюро (МКБ) "Радуга" (разработчик)	ВЭУ мощностью от 1 кВт до 1 МВт	141980, г. Дубна, Московской обл., ул. Жуковского, д. 2а. Представительство: 107076, г. Москва, ул. Матросская Тишина 23/7, корп. 5. E-mail: raduga15@dubna.ru	тел.: (221) 2-46-47, 5-17-01, факс: 2-35-28. тел./факс: (495) 268-43-49
СКБ "АТИК" - Авиацонные технологии и композиты (Спецремтекс)	Ветрогенераторы: ветроэнергетическая установка (ВЭУ 2000) мощностью 2000 Вт.	125080, г. Москва, Волоколамское шоссе 13, стр.1 E-mail: info@clean-wind.ru www.clean-wind.ru	Тел.: (495) 786-89-75, 786-89-76
Государственный научный центр РФ - ЦНИИ "Электроприбор"	ВЭУ	197046, г. С.-Петербург, ул. Малая Посадская 30. E-mail: office@eprib.ru www.electropribor.spb.ru	тел.: (812) 232-59-15, 238-78-01 факс: (812) 232-33-76
АО НПК "Ветроток"	ВЭУ мощностью 4-16 кВт	620151, г. Екатеринбург, а/я 54.	тел.: (3432) 39-98-19 факс: (3432) 53-14-60
НПК "ВетраСтар"	ВЭУ (16 кВт)	111024, г. Москва, пр-д Энтузиастов 15. E-mail: vest@online.ru www.vetrastar.narod.ru	Тел.: 8-901-700-59-63 8-901-791-75-92
"Ветромоторы"	Ветроэнергетический комплекс ВП-3,72 мощностью 3,2 кВт	г. Челябинск www.electric-wind.euro.ru	Тел.: (3512) 72-55-33, 75-22-30 Факс: 75-10-48
ОАО "ЭЛСИБ"	ВЭУ мощностью 10 кВт	630088, г. Новосибирск, ул. Сибиряков-Гвардейцев 56 E-mail: elsib@ru.ru www.elsib.ru Представительство в Москве: 101000, г. Москва, ул. Покровка 15/16-8	Тел.: (383-2) 42-69-67, 42-11-62, 42-03-66 Факс: (383-2) 42-08-84 Тел./факс: (495) 925-98-16
ООО "Стройинжсервис"	ВЭУ «Шексна-1» мощностью 0,5 кВт	152901, Ярославская обл., г. Рыбинск, ул. Введенская 2, оф. 6 E-mail: stroydesign@hotmail.ru wind-energy.hut.ru	Тел./факс: (4855) 24-76-74
ADVISION Ltd.	ветрогенераторы мощностью 0,5-12 кВт, ветронасосы	г. С.-Петербург, пл. Карла Фаберже 8, оф. 625 webstory.advision.ru	Тел.: (812) 335-96-34
ООО "Аэролла"	Ветроустановки роторного типа	Белоруссия, г. Минск, Могилевское шоссе, 11-й км	тел.: (37517) 244-56-83 факс: (37517) 244-60-62

"Світ вітру"	Ветроустановки для обеспечения электроэнергией небольших объектов. Блоки бесперебойного питания и преобразователи	Украина, г. Харьков E-mail: wind.world@ai.kharkov.com Представители: ЧП «Аванте», г. Киев, ул. Щусева 18/14, оф. 2. E-mail: avante@svitonline.com www.avante.com.ua	Тел.: (057) 707-45-63 Тел.: (044) 453-86-87, 453-87-56
Ветроген	Поставки, продажа, установка ветроэлектрических систем	г. С.-Петербург, Московский пр. 173 E-mail: info@windgen.ru wg.bronson.ru	Тел.: (812) 970-43-51, 373-54-30 Факс: (812) 373-89-29
Рыбинский завод приборостроения	ВЭУ, ветронасосы	152907, Ярославская обл., г. Рыбинск, пр-т Ленина 163 или пр-т Серова 89 E-mail: pribor@yaroslavl.ru www.rzp.narod.ru	Тел.: (4855) 55-87-00, 55-02-98 Факс: (4855) 55-45-24
«Экоэнергетика»	ВЭУ	г. С.-Петербург, Политехническая ул. 29, СПбГТУ, каф. ВИЭГ	Тел.: (812) 552-77-71
Государственное конструкторское бюро "Южное" им. М.К. Янгеля	ВЭУ	Украина, 49008, г. Днепропетровск, ул. Криворожская 3 E-mail: info@yuzhnoye.com	Тел.: 38 (0562) 42-00-22 Факс: 38 (0562) 92-50-41
"САПСАН - ЭНЕРГИЯ ВЕТРА"	ВЭС мощностью 0,5-5 кВт	111399, г. Москва, 36-й км Ленинградского шоссе E-mail: sev@sapsan.ru www.sev.ru	тел.: (495) 787-39-59, 787-69-22
Государственный ракетный центр "КБ ИМЕНИ АКАДЕМИКА В.П. МАКЕЕВА"	ВЭУ, ВДЭС	456300, Челябинская область, г. Миасс, Туроякское шоссе 1.	тел.: (35135) 2-39-70, 2-62-05, 6-61-91, 2-28-31
АО "ВЕТРОЭНЕРГОМАШ"	Агрегат ветроэлектрический АВЭУ6-4М (4 кВт)	414045, Астраханская область, г. Астрахань, ул. Брестская 30	Факс: 33-57-11 Тел.: 33-57-11, 33-08-44
ОАО "МОСКОВСКИЙ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫЙ ЗАВОД "ВПЕРЕД"	Автономные мобильные ветроэнергетические комплексы мощностью 0,5-30 кВт	111024, г. Москва, проезд Энтузиастов 15. E-mail: company@mmz-vpered.ru www.mmz-vpered.ru	Тел.: (495) 673-44-27 Факс: (495) 673-36-18
ФГУП ЦНИИ "Электроприбор"	ВЭУ УВЭ-500М	197046, С.-Петербург, ул. Малая Посадская 30. e-mail: elprib@online.ru www.electropribor.spb.ru	Тел.: (812) 238-81-81, 232-59-15 Факс: (812) 232-33-76
НИЦ "Виндэк"	Однолопастные ветроустановки мощностью 0,2-1,5 кВт	107005, г. Москва, ул. Радио 17. E-mail: windec@mail.ru windec.mail333.com	Тел./факс: (495) 263-44-87
"ВИЭСХ"	ВЭУ мощностью 220, 600, 1200 Вт	109456, г. Москва, 1-й Вешняковский пр. 2. E-mail: energy@viesh.msk.su	Тел.: (495) 171-14-23 Факс: (495) 170-51-01
ВНИПТИМЭСХ	ВЭУ мощностью до 0,5 кВт	347720, г. Зеленоград, Ростовская область, ул. Ленина 14.	Тел.: (863-59) 3-24-98 Факс: (863-59) 322-80
ООО СКБ "Искра"	ВЭУ мощностью 0,5 кВт	123592, г. Москва, ул. Кулакова 20. E-mail: iskrawind@iskrawind.ru www.iskrawind.ru	Тел.: (495) 757-65-10 Тел./факс: (495) 757-48-33

НТП Корпорация “Каспий”	ВДЭУ ВТЭС-32	414056, г. Астрахань, ул. Татищева 16.	Тел.: (85122) 25-74-63
ТОО “Молинос”	ВЭУ М-250 (250 Вт)	г. Москва, ул. Герцена 46, а/я 36.	Тел.: (495) 158-44-09 Факс: (495) 158-02-49
Завод “Азимут-электроприбор”	ВЭУ мощностью 0,1-0,2 кВт	197046, г. С.-Петербург, ул. Малая Посадская 30. E-mail: elprib@erbi.spb.su	Тел.: (812) 233-38-29 Факс: (812) 232-74-67
Центральное КБ машиностроения	Ветрогенераторы и ветрогенераторы с горизонтальной осью	С.-Петербург, Красногвардейская пл. 3.	Тел.: (812) 224-12-79, 224-32-01
Московское опытно-конструкторское бюро “Марс”	Оборудование регистрации данных, управления и телеметрическая аппаратура для ветродвигателей и ветрогенераторов	Москва, 1-й Щемилковский пер. 16.	Тел./факс: (495) 973-18-96
“Ремстроймаш”	Ветрогенераторы с горизонтальной и вертикальной осью	г. Волгоград, ул. Жигулевская 2.	Тел.: (8442) 39-45-25, 39-72-51
ООО “Ветро-Свет”	Производство ВЭУ. Поставка роторов для ВЭУ	195220, С.-Петербург, ул. Гжатская 21. E-mail: mail@vetro-svet.spb.ru vetro-svet.spb.ru	Тел.: (812) 535-98-49, 535-21-89 Факс: (812) 535-67-20
НПП “ВЕТРОЭН”	ВЭУ, проектирование ВЭС	143960, Московская область, г. Реутов, ул. Транспортная 9. E-mail: nppvetroen@mtu-net.ru	Тел.: (495) 528-95-83
НПО “Электросфера”	Производство ветрогенератора “БРИЗ-5000” и ветродизельного комплекса на его базе	194044, С.-Петербург, Б. Сампсониевский пр. 61. E-mail: vetr@esk.spb.ru	Тел.: (812) 324-48-88 Факс: 324-48-84
Лианозовский электромеханический завод (ЛЭМЗ)	ВДЭУ мощностью до 30 кВт	127411, г. Москва, Дмитровское шоссе 110. E-mail: wind_lemz@front.ru	Тел.: (495) 485-15-88; 484-60-10
Компания ЛМВ “Ветроэнергетика” (“Windenergy Company LMW”)	Производство, установка и обслуживание небольших ветрогенераторов и гибридных энергетических установок	680030, г. Хабаровск, ул. Павловича 26. E-mail: lmw@winde.khv.ru http://ovis.khv.ru	Тел.: (4212) 217-352 Факс: (4212) 221-384
ЗАО “Ветроэнергетическая компания”	Серийное производство, монтаж и сервис ВЭУ, поставки и строительство локальных комплексов и ВЭС мощностью от 300 кВт до 500 МВт	195197, С.-Петербург, Полустровский пр. 60. E-mail: wind@esk.spb.ru www.breezex.ru	Тел.: (812) 324-4888 Факс: (812) 324-4884
ООО «ИнжИвест-Строй»	ВЭС мощностью 0,5-1,5 кВт; комбинированные установки: ветродизельные, ветросолнечные	111401, Москва, Зеленый пр-т 23/43. E-mail: iis97@yandex.ru www.iis97.narod.ru	Тел.: (495) 306-40-45, 672-96-92 Факс: (495) 306-40-45

НПО «ИНВЕРСИЯ»	ВЭС мощностью 1-10 кВт	620026, г. Екатеринбург, ул. Сони Морозовой 180, оф. 137 E-mail: inversi@rambler.ru www.inversiya.com	Тел.: (343) 372-66-13, 372-66-14 Тел./факс: (343) 261-14-31, 261-72-76, 261-73-60
<b>СОЛНЕЧНАЯ ЭНЕРГЕТИКА</b>			
НПО “Орион”	Фотоэлектрические полупроводниковые приемники оптического излучения и фотоприемные устройства	111123, Москва, шоссе Энтузиастов, 46/2 E-mail: root@orion.extech.ru orion@sw-eet-com.ru www.orion-ir.ru	Факс: (495) 373-68-62
ОКБ “Красное Знамя”	Фотоэлектрические преобразователи на основе монокристаллического кремния	390043, г. Рязань, пр. Шабулина, 2А 101000, г. Москва, Чистопрудный бульвар д. 12а, оф. 727 E-mail: npcsol@yandex.ru npc-screen@yandex.ru www.npcsol.ryazan.ru Официальная розничная торговая организация в Москве: компания “НЬЮ ТЕЛ” E-mail: info@newtel.ru www.solar.newtel.ru	Тел.: (0912) 21-35-40, 21-92-49, 93-85-56 Факс: (0912) 98-45-02, 21-92-49 Тел. в Москве: (495) 748-40-32 Тел.: (495) 158-01-05, 723-36-69
ООО «ИнжИвест-Строй»	Солнечные фотоэлектрические модули мощностью от 30 Вт, солнечные коллекторы	111401, Москва, Зеленый проспект, 23/43 E-mail: iis97@yandex.ru www.iis97.narod.ru	Тел.: (495) 306-40-45, 672-96-92 Факс: (495) 306-40-45
НПЦ Гелиоцентр	Фотоэлектрические преобразователи, солнечные термические системы	E-mail: gelio@kmw.ru www.region.kmw.ru	
ОАО “РЯЗАНСКИЙ ЗАВОД МЕТАЛЛОКЕРАМИЧЕСКИХ ПРИБОРОВ”	Фотоэлектрические элементы, солнечные модули	390027, г. Рязань, ул. Новая, 51 “В” E-mail: marketing@rmcip.ru www.rmcip.ru Представительство: 630049, г. Новосибирск, Красный пр-т, 220/10 E-mail: slay62@mail.ru	Тел.: (4912) 44-68-07, 44-19-70 Тел.: (3832) 28-52-89
ВНИИ «Электрификации сельского хозяйства» (“ВИЭСХ”)	Фотоэлектрические модули, фотоэлектрические станции, солнечные коллекторы.	109456, г. Москва, 1-й Вешняковский проезд, 2, ВИЭСХ. E-mail: viesh@dol.ru energy@viesh.msk.su	Тел.: (495) 170-91-74, 171-19-20, 171-02-10 Факс: (495) 170-51-01
ООО “Нью Энеджи”	Зарядные устройства на солнечных элементах для аккумуляторов, сотовых телефонов, ноутбуков и т. п.	101000, г. Москва, ул. Мясницкая д. 24/7, стр. 3. E-mail: info@sun-charge.com www.sun-charge.com	Тел.: (495) 225-57-83 Факс: (495) 923-98-04
ООО «Виссманн»	Солнечные коллекторы	129337, Россия, Москва, ул. Вешних вод, 14 E-mail: info@viessmann.com www.viessmann.ru	Тел.: (495) 775-8-83 Факс: (495) 775-82-84
ЗАО “ТЕЛЕКОМ-СТВ”	Фотоэлектрические модули	103527, г. Москва, Зеленоград, Солнечная ал., 1 E-mail: akam@df.ru www.telstv.ru	Тел.: (495) 531-83-51, 532-90-36 Факс: (495) 531-83-54

ООО "СОВЛАКС"	Портативная складная солнечная батарея на основе аморфного кремния	129626, г. Москва, Кулаков пер., 15	Тел.: (495) 287-97-58 Факс: (495) 286-35-67
ФГУП "Научно-исследовательский институт полупроводниковых приборов"	Солнечная батарея СБ-200 "Ольхон" для автономного электроснабжения мощностью до 600 Вт	634034, Россия, г. Томск, ул. Красноармейская, 99а www.niipp.ru	Тел.: (3822) 55-089
www.solar-battery.narod.ru	Солнечные элементы и коллекторы	E-mail: solbat@narod.ru www.solar-battery.narod.ru	
Компания "Солнечный ветер", Краснодар	Производство солнечных элементов, модулей, энергосистем	350000, г. Краснодар, ул. Базовская, 69 E-mail: solwind@mail.kuban.ru	Тел./факс: (8612) 55-22-86
НПО «МАШИНОСТРОЕНИЯ»	Солнечный коллекторы, солнечные опреснители воды	143952, Московская обл., г. Реутов, ул. Гагарина, 33 E-mail: fnpc@npomash.ru reynaers@orc.ru www.npomit.ru	Тел.: (495) 528-34-18, 528-61-41 Факс: (495) 300-84-00, 508-87-12
ОАО «Ковровский механический завод»	Мобильная солнечная установка горячего водоснабжения	601909, Владимирская область, г. Ковров, ул. Социалистическая, 26 E-mail: kmz@kovrov.ru www.kmz.kovrov.ru	Тел.: (49232) 9-42-86, 9-42-01, 9-42-38 Факс: (49232) 3-47-54, 3-09-12, 3-08-31
НПФ "Санэнеджи"	Складываемые солнечные батареи	129626, г. Москва, 3-я Мытищинская ул., 16, корп. 60, оф. 2 E-mail: unenergy@hotmail.ru www.makesite.ru	Тел.: (495) 287-98-54, (495) 287-98-40 Факс: (495) 287-67-97
"Геофизика-АРТ"	Подрядчики по устройству гелиоустановок, солнечных батарей для тепло-снабжения	107014, г. Москва, ул. Стромынка, 18 E-mail: geoart@cityline.ru	Тел.: (495) 269-21-32
ООО "АЛТЕКТ"	Солнечные системы электропитания и горячего водоснабжения. Проектирование, монтаж, обслуживание	125167, г. Москва, Ленинградский пр-т, д. 3	Тел.: (495) 155-57-47
Опытный механический завод "НИИХиммаш"	Водонагреватели солнечные	Московская обл., г. Щелково, Пролетарский пр-т, 8	Тел.: (495) 526-96-50
"Термосол-Рус"	Система отопления и горячего водоснабжения на основе солнечных вакуумных коллекторов и тепловых труб	г. Москва, ул. Жебрунова, д. 6, оф. 357 E-mail: thermosolrus@mail.ru www.thermosolrus.ru	Тел: (495) 269-01-03, 139-90-83 Факс: (495) 269-01-03, 182-22-20
Подольский химико-металлургический завод	Производство поликристаллического кремния, используемого при производстве солнечных элементов	142100, Московская область, г. Подольск, ул. Рошинская, 3. E-mail: art@psmp.ru http://psmp.ru	Тел.: (495) 502-78-20 Факс: (7-0967) 54-89-17

НПО «ИНВЕРСИЯ»	Солнечные фотоэлектрические модули	620026, г. Екатеринбург, ул. Сони Морозовой, 180, оф. 137 E-mail: invers@rambler.ru www.inversiya.com	Тел.: (343) 372-66-13, 372-66-14 Тел./факс: (343) 261-14-31, 261-72-76, 261-73-60
ОАО «Правдинский ОПЗ источников тока «Позит»	Солнечные батареи	Московская обл., Пушкинский р-н, п. Правдинский, ул. Фабричная, д. 8	Тел.: (495) 584-32-82, 584-34-02, 584-62-52
ЗАО «ОКБ ЗАВОДА КРАСНОЕ ЗНАМЯ»	Модули фотоэлектрические, солнечные батареи, солнечные водоподъемные системы	г. Рязань, пр. Шабулина, 2А	Тел.: (4912) 53-84-03, 53-84-42, 53-85-39 Факс: (4912) 98-38-11
<b>ЭНЕРГИЯ БИОМАССЫ</b>			
ЦЕНТР «ЭкоРос»	Биогазовые установки	125315, г. Москва, Ленинградский пр., 74, корп. 4, оф. 75 E-mail: pan380401@sea.ru	Тел.: (495) 147-36-69 Факс: (495) 152-67-65
"ВИЭСХ"	Биогазовые установки	109456, г. Москва, 1-й Вешняковский проезд, 2, ВИЭСХ. E-mail: viesh@dol.ru energy@viesh.msk.su	Тел.: (495) 170-91-74, 171-19-20, 171-02-10 Факс: (495) 170-51-01
"СИПРИС"	Биогазовые установки	644001, г. Омск, а/я 3330. E-mail: sipris@yandex.ru	Тел./факс: (3812) 31-77-44
ЗАО «Петрозаводскмаш»	Производство котлов на биотопливе	185031, Республика Карелия, г. Петрозаводск, ул. Зайцева, д. 65 E-mail: info@pbm.onego.ru www.pbm.onego.ru	Факс: (8142) 70-30-42, 71-69-00
НПО «Инверсия»	Газогенераторная электростанция для автономного электроснабжения на биотопливе	620026, г. Екатеринбург, ул. Сони Морозовой 180, оф. 137 E-mail: invers@rambler.ru www.inversiya.com Представитель в г. Тюмени – ООО «АДИ-ТИ»: 625037, г. Тюмень, ул. Ямская, 87а, оф. 600 E-mail: aditi@tyumen.ru	Тел./факс: (343) 261-14-31, 261-76-72, 261-73-60 Тел.: 372-66-13, 372-66-14 Тел./факс: (3452) 43-18-81, 92-60-49
Компания «Котломонтажсервис»	Котельные установки на биотопливе	113909, г. Москва, Болотниковская ул., д. 52, к. 4 E-mail: kotel@kotel.ru www.kotel.ru	Тел.: (495) 332-1721, 121-1011, 121-0260, 121-4210 Тел./факс: (495) 718-4000, 718-5011
ООО «ПЕТРОКОТЕЛ»	Котельные установки на биотопливе	194021, г. С.-Петербург, 2-й Муринский пр., 49, оф. 341 E-mail: info@petrokotel.ru http://petrokotel.ru	Тел: (812) 322-65-38, 247-85-04 Тел./Факс: (812) 247-46-33
НПК «Адаптика»	Газогенераторные установки, водогрейные котлы: КВрМГ, КЧУМГ; КВр-Да на биотопливе	241902, г. Брянск, Белые Берега, ул.Ромашина, 2А e-mail: german@adaptika.ru www.adaptika.ru	т/факс: (4832) 67-86-12, 67-88-40
ООО «BGM»	Теплогенераторы, отопительные твердотопливные котлы «КВр-А»	241007, г. Брянск, пр-т. Ст-Димитрова, д.54а e-mail: bgmgroup@032.ru http://www.bgm.ru	т. (4832) 211-446; тел./факс: (4832) 411-791

ООО «Юникс»	Многоотопливные котлы «КВМ(а)» на биотопливе	г. Брянск, ул. Калинина 98а, офис 329 e-mail: riti@list.ru www.unikc.ru	т. (4832) 68-07-39, 58-08-06
ООО «Теплолес»	Водогрейные котлы «Е» с отдельными и совмещенными топками, котельные установки (от 100 кВт до 5,0 МВт) на биотопливе	160001, г. Вологда, пр. Победы, 55, оф. 6 e-mail: teploles@visp.ru teploles@rambler.ru http://teploles.smtp.ru	т. (8172) 72-74-00, факс (8172) 72-30-13
Энергетический холдинг «Гранд-Престиж»	Электростанции на древесных отходах, дровах, торфе	195027, г. С.-Петербург, ул. Магнитогорская, д. 51, оф. 308-314 E-mail: grandprestig_pav@mail.ru grandprestig@rambler.ru http://grand-prestige.narod.ru	Тел./факс: (812) 329-53-57, 324-70-52, 324-70-04, 924-92-50
ООО «Ковровские котлы»	Тепловые установки, водогрейные котлы «КВТ», воздушонагреватели «ВНТ» на биотопливе	Владимирская обл., г. Ковров, ул. Социалистическая, 20/1 e-mail: geysers@termowood.ru, http://www.termowood.ru Представительства: в Красноярске: НПЦ «БИК-Сервис», 660049, пр. Мира, 53, оф. 409 в Москве - «РусВест»: e-mail: geysers-msk@termowood.ru; в Санкт-Петербурге: e-mail geysers-spb@termowood.ru	т.: (49232) 616-96, 617-04  в Москве: т. (495) 130-26-54, факс (495) 741-56-21; в Красноярске: тел./факс: (3912) 238-315
ООО «Аграф»	Котельные на биотопливе	107113, г. Москва, Сокольнический вал 37/10 E-mail: agraf@agraf.ru http://derevo.agraf.ru	Тел.: (495) 268-63-44, 268-34-84, 268-61-70, 727-28-61
«Станкоинком»	Водогрейные котлы на биотопливе	614016, г. Пермь, ул. Краснофлотская, 40а. E-mail: inkom@mail.perm.ru www.stanko-inkom.ru	Тел.: (3422) 44-17-57, 44-45-22
ООО «ПромАрсенал»	Тепловые станции на биотопливе	125438, г. Москва, Лихоборская наб., 11, территория «ОХТЗ» E-mail: pts@asvt.ru promars@promars.ru www.promars.ru	Тел./факс: (495) 154-71-41 Тел.: 913-29-64
ООО «КИМЕХ»	Энергетические установки от 50 до 1000 кВт, котлы, котельные, мини-котельные на биотопливе	187110, Ленинградская обл., г. Кириши, пр. Победы, 40 e-mail: kimeh@lens.spb.ru http://www.kimech.ru	т/ф (81368) 5-40-67
Представительство компании «Флекс Текнолоджис Инк.»	Газогенераторные электростанции от 20 до 850 кВт, мини-ТЭЦ на биотопливе	129085, Москва, пр-д Ольминского, 3А, 9 этаж e-mail: flextech@rol.ru http://www.flextech.ru/	т. (495) 215-3491, 472-65-65 факс: (495) 472-41-29
ООО «ТЕРМАКС»	Водогрейные котлы, твердотопливные котлы «КВСр», котельные на биотопливе	620149, г. Екатеринбург, ул. Зоологическая, 4 e-mail: sales@uralkotel.ru http://www.uralkotel.ru	т. (343) 243-42-47; 343-42-73; 243-43-86

ООО «СМУ СПЕЦМОНТАЖ»	Твердотопливные котлы «Еу», «КВД», блочные котельные на биотопливе	170000, г. Тверь, пр-т 50 лет Октября, 45 А e-mail: ltk@tvcom.ru http://www.specmontash.ru	т. (4822) 44 65 27
ООО «ЭкоТерм»	твердотопливные водогрейные котлы, котельные на биотопливе	454077 г. Челябинск ул.Хохрякова 12-а e-mail: ekoterm@bk.ru http://www.ekoterm-chel.narod.ru	тел/факс (351) 773 92 86
НП ЗАО «ТЕПЛОГАЗ»	Водогрейные котлы на биотопливе	600017, г. Владимир, ул. Краснознаменная 3. E-mail: teplogas33@mail.ru http://teplogas33.bimost.com www.teplogas33.ru	Тел.: 8 (4922) 35-40-75, 8 (4922) 35-34-90
Ingekon, Ltd "Rus Biomass Team"	Оборудование для гранулирования биомассы, производства топливных гранул	г. С.-Петербург, ул. Варшавская, д. 7 E-mail: ingekoncz@yandex.ru	Тел.: (812) 389-09-96, 389-62-91 Факс: (812) 389-27-96
ООО Р.П. Энерго	Водогрейные котлы на биотопливе	г. Калининград, ул. Ялтинская, д. 66 E-mail: rpenergo@coalcompany.ru www.RPEnergo.ru	Тел.: (4112) 58-19-32, 58-21-40 Факс: (4112) 58-23-64, 46-75-05
«Риико»	Котлы на биотопливе	г. С.-Петербург, ул. Александра Невского, д. 9, оф. 417 e-mail: info@riico.ru www.riico.ru	Тел./факс: (812) 274-33-31, 324-69-77
Тюменский станкостроительный завод	Водогрейные котлы на биотопливе	г. Тюмень, ул. Станкостроителей, д. 1 E-mail: stankozavod@mail.ru	Тел.: (3452) 44-21-76, 44-21-80 Факс: (3452) 44-21-80
Центр ОВМ	Котельное оборудование на биотопливе	г. Москва, ул. Свободы, д. 4, стр. 1 E-mail: ovnm@ovm.ru www.ovm.ru	Тел./факс: (495) 490-45-52, 490-56-04, 491-57-88, 491-00-94
ООО «Экологические программы»	Производство и поставка топливных гранул (пеллет). Поставка систем отопления на биотопливе	Ленинградская обл., г. Тихвин, ул. Советская, д. 47 E-mail: simmm@mail.ru	Тел.: (812) 941-99-78 Факс: (813) 675-89-70
Экология дома	Поставка товаров для отопления, в том числе на биотопливе	Московская обл., г. Химки, ул. Репина, д. 6/34 E-mail: info@aquaeo.ru www.aquaeo.ru	Тел.: (495) 937-16-17 Факс: (495) 937-16-18
ООО «Энергобаланс»	Проектирование, поставка, монтаж и наладка котельного оборудования на любом виде биотоплива	г. С.-Петербург, 10-я линия Васильевского острова, д. 3, оф. 126 E-mail: balance@energobalans.ru www.energobalans.ru	Тел./факс: (812) 327-78-01
ОАО ПТП «Энергомет»	Котлы на биотопливе. Реконструкция котельных с переводом на местное биотопливо	г. С.-Петербург, Выборгская наб., д. 63. E-mail: energomet-ptp@narod.ru ptpenergommet@yandex.ru	Тел.: (812) 245-10-24, 245-51-41, 245-05-39

Национальный фонд биоэнергетики	Консультирование по вопросам биотоплива	г. Москва, Гороховский пер., д. 4, стр. 2, оф. 20. E-mail: natalia.halturina@bioenergyfoundation.ru www.bioenergyfoundation.ru	Тел.: (495) 262-95-13 Факс: (495) 263-88-14
ООО «Агроинвест»	Производство биотоплива из зерноотходов	г. Н. Новгород, ул. Б. Печорская, д. 49-6 E-mail: agroinvest@selprom.ru www.Selprom.ru	Тел.: (8312) 19-88-73, 19-88-69 Факс: (8312) 19-88-73
Гринлат	Производство топливных гранул из лузги подсолнечника	г. Ростов-на-Дону, ул. Шолохова, д. 11-6 E-mail: grinlat@aaanet.ru	Тел.: (863) 279-88-79, 279-88-79, 270-67-39 Факс: (863) 250-65-00
ООО «Южный полюс»	Производство топливных гранул из лузги подсолнечника	Краснодарский край, г. Копоткин, ул. Шоссейная, д. 26 E-mail: info@south-pole.ru www.south-pole.ru	Тел./факс: (86138) 7-64-38, 7-91-99, 7-92-74, 7-39-62

# ГИДРОЭНЕРGETИKA

ЗАО "Гидроэнергопром"	Малые ГЭС, определение потенциалов НВИЭ по регионам. Разработка схем размещения МГЭС, ВЭС, ВДС, гелио- и биоэнергисточников	197342, г. С.-Петербург, ул. Торжковская 5, оф. 310 E-mail: gep@gidroenergoprom.spb.ru www.gidroenergoprom.ru	Тел.: (812) 324-40-64; 324-40-66 Факс: (812) 324-40-57
АОЗТ "МНТО ИНСЭТ"	Малые и микроГЭС	191186, г. С.-Петербург, ул. Гороховая, 20 E-mail: office-inset@inset.ru www.inset.ru	Тел.: (812) 315-58-06, 312-68-04 Факс: (812) 571-67-42
ОАО НИИЭС	Проектирование приливных электростанций и малых ГЭС	123362, г. Москва, Строительный проезд, 7а E-mail: info@niies.ru	Тел.: (495) 493-5132, 497-5601 Факс: (495) 363-5651
ООО "ИнжИвест-Строй"	Микро- и миниГЭС мощностью от 10 кВт до 2,5 МВт напорные и бесплотинные	111401, г. Москва, Зеленый проспект, 23/43 E-mail: iis97@yandex.ru www.iis97.narod.ru	Тел.: (495) 306-40-45, 672-96-92 Факс: (495) 306-40-45
ООО "Энерго-Альянс"	Изготовление оборудования для агрегатов микро- и малой гидроэнергетики	198095, г. С.-Петербург, наб. Обводного канала, 122 E-mail: mail@energy-alliance.spb.ru http://energy-alliance.spb.ru	Тел.: 259-91-27 Факс: 113-02-07
ОАО "Тяжмаш"	Гидротурбины для малых ГЭС	446010, г. Сызрань, ул. Гидротурбинная, 13 E-mail: ztm-serv@tyazhmash.com www.tyazhmash.com	Тел.: (84643) 7-22-81, 7-82-02 Факс: (8464) 99-06-10
ООО "Фирма МАГИ-Э"	Строительство и реконструкция малых ГЭС	111250, г. Москва, Красноказарменная ул., 17, к. Г-203 E-mail: contact@magi.ru www.magi.ru	Тел./факс: (495) 362-74-11
НПО "ИНВЕРСИЯ"	Малые ГЭС	620026, г. Екатеринбург, ул. Сони Морозовой 180, оф. 137 E-mail: invers@rambler.ru www.inversiya.com	Тел./факс: (343) 261-14-31, 261-72-76, 261-73-60 Тел.: 372-66-13, 372-66-14
НПО "Ранд"	Оборудование для малых ГЭС	195251, С.-Петербург, Политехническая ул., 29 E-mail: rund@delfa.net	Тел.: (812) 534-67-18 Факс: (812) 247-59-30

# ГЕОТЕРМАЛЬНАЯ ЭНЕРGETИKA

ФГУП НПЦ «Недра»	Грунтовые теплонасосные установки для децентрализованного теплообеспечения зданий	150000, г. Ярославль, ул. Свободы, д. 8/38 E-mail: postmaster@nedra.ru	Тел.: (4852) 72-81-01, Факс: (4852) 32-84-71
ООО «Виссманн»	Тепловые насосы	129337, г. Москва, ул. Вешних вод, 14. E-mail: info@viessmann.com www.viessmann.ru	Тел.: (495) 775-8-83 Факс: (495) 775-82-84
ОКБ "КАРАТ"	Производство тепловых насосов	196240, г. С.-Петербург, ул. Краснопутиловская, 113, корп. 2 E-mail: mail@okbkarat.ru www.okbkarat.ru	Тел.: (812) 122-71-11, 122-71-53 Факс: 290-35-86, 375-16-17
РЫБИНСКИЙ ЗАВОД ПРИБОРОСТРОЕНИЯ	Установки теплонасосные автоматизированные	152907, Ярославская обл., г. Рыбинск, пр. Серова, 89. E-mail: pribor@yareoslavl.ru www.rzp.narod.ru	Тел.: (4855) 55-02-98, 55-29-41, 55-87-00 Факс: (4855) 55 87 00; 55-45-24
НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ ФИРМА "ТРИТОН-ЛТД"	Тепловые насосы	603146, г. Н. Новгород, ул. Чукотская 32а, а/я 257. E-mail: triton@pop.sci-nnov.ru	Тел.: (8312) 621-220 Факс: (8312) 621-033
Конструкторское бюро альтернативной энергетики "ВодОмет"	тепловые насосы	644053, г. Омск, ул. Магистральная 60, к. 17	Тел.: (3812) 42-0593, 42-0635 Факс: (3812) 42-0608
Научно-производственная кооперативная фирма «Экип»	Промышленные тепловые насосы	111020, г. Москва, ул. Солдатская 3.	Тел./факс: 7 (495) 263-03-26, 7 (495) 360-92-53
ЗАО "ЭНЕРГИЯ"	Производство пароконденсационных тепловых насосов	630128, г. Новосибирск ул. Кутателадзе, 18/1, а/я 378. E-mail: energy@online.nsk.su	Тел.: (3832) 12-55-66, 39-13-89 Факс: (3832) 12-55-66
ЗАО "Геотерм"	Разработка и строительство геотермальных электрических станций	г. Москва, а/я 60, ул. Красноказарменная, 9, стр. 1.	Тел.: (495) 918 1996, 361 2321 Факс: (495) 918 1560
Калужский турбинный завод	Турбины для использования геотермальной энергии	г. Калуга, ул. Глаголева, 32. г. Москва, Протопоповский пер., 25А. E-mail: shumikhin@power-m.ru, kaluga@power-m.ru http://ktz.kaluga.ru/default.htm	Тел.: (4842) 78-36-00, 78-36-02 Тел.: (495) 688-47-65 Факс: (4842) 78-36-10, (495) 688-47-65
ОАО «Инсолар-Инвест»	Внедрение энергосберегающих систем с использованием нетрадиционных возобновляемых источников энергии, в том числе с применением тепловых насосов	г. Москва, ул. Б. Филевская, д. 32, корп. 3. E-mail: insolar-invest@mtu-net.ru	Тел.: (495) 144-06-67 Факс: (495) 144-01-75



## GREENPEACE

**Гринпис** – международная экологическая организация, использующая ненасильственные методы борьбы с целью охраны и защиты окружающей среды от глобальных угроз. Гринпис – некоммерческая организация, имеющая представительства в 40 странах мира. Организация выступает от имени 2,8 миллионов сторонников во всем мире и призывает к действиям в защиту планеты миллионы людей. Для поддержания своей независимости Гринпис не принимает средств от государственных и коммерческих структур и существует исключительно на деньги сторонников и гранты фондов.

Гринпис ведет свою работу по предотвращению деградации окружающей среды с 1971 года, когда небольшое судно с группой энтузиастов и журналистов на борту прибыло на атолл Амчитка вблизи Аляски, где правительство США проводило подземные ядерные испытания. В этой связи флот Гринпис традиционно является важной составной частью деятельности организации.

### ГРИНПИС РОССИИ

127994, Москва, ГСП-4, Гринпис России  
Москва, ул. Новая Башиловка, д. 6

Тел.: (495) 926-50-45

Факс: (495) 926-50-45, доб. 106

[www.greenpeace.ru](http://www.greenpeace.ru)

[join@ru.greenpeace.org](mailto:join@ru.greenpeace.org)

**Редакторы:** Д. Мягких, В. Писарева, В. Чупров, Г. Шумкин.

**Дизайн:** И. Шарапов.

**Фото на обложке:** ветроэнергетическая установка мощностью 150 кВт, которая обеспечивает электроэнергией пансионат в поселке Работки Нижегородской области.

**Автор фото:** Е. Усов