

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ВНЕДРЕНИЯ МИКРО-ГИДРОЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ ДЛЯ РАЗВИТИЯ ЭКОТУРИЗМА В УДАЛЕННЫХ РАЙОНАХ АРКТИЧЕСКОЙ ЗОНЫ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ (НА ПРИМЕРЕ МУРМАНСКОЙ ОБЛАСТИ)

А. В. Бежан, О. Е. Коновалова

Центр физико-технических проблем энергетики Севера Федерального
исследовательского центра «Кольский научный центр Российской академии наук»
(Апатиты, Мурманская область, Российская Федерация)

Статья поступила в редакцию 8 февраля 2022 г.

В удаленных районах для электроснабжения туристических комплексов используются дизель-генераторы, топливо для которых в основном доставляется вертолетами, что является причиной высокой себестоимости электроэнергии. Кроме того, работа дизель-генераторов сопровождается вредными выбросами в окружающую среду, что противоречит принципам экологического туризма, согласно которым влияние человека на природу подразумевает действия, связанные с сохранением природы в естественном состоянии. На примере туристических комплексов «Ача» и «Пача» показано, что одним из решений этих проблем может быть использование микро-гидроэлектростанций совместно с дизель-генераторами. Установлено, что в этом случае основной эффект выражается в экономии топлива и, как следствие, в снижении себестоимости электроэнергии в полтора раза. Также за счет экономии топлива в указанных туристических комплексах выбросы углекислого газа суммарно сократятся на 29 т за рабочий сезон. Дисконтированный срок окупаемости микро-гидроэлектростанций составит около двух лет.

Ключевые слова: гидроэлектростанция, дизельная электростанция, выбросы углекислого газа, чистый дисконтированный доход, экологический туризм, Арктическая зона Российской Федерации, возобновляемые источники энергии, низкоуглеродное развитие.

Введение

В настоящее время успешное развитие Арктической зоны Российской Федерации (АЗРФ) напрямую связано с освоением природных ресурсов, запасы которых в этом регионе велики, а также с возможностью использования Северного морского пути для крупномасштабных перевозок. Вместе тем территория АЗРФ — это место привлечения множества российских и иностранных туристов [1—4]. Повышенный интерес иностранных туристов к АЗРФ связан с проведением исследований в рамках научных экспеди-

ций, с посещением труднодоступных, но уникальных по природным особенностям районов. Одним из них является Мурманская область, находящаяся в европейской части АЗРФ. Основные направления туристической деятельности в Мурманской области связаны с развитием природного и экологического туризма. В целом по России экотуризм набирает популярность. Однако в отличие от других территорий страны районы АЗРФ характеризуются суровыми природно-климатическими условиями, что является главной причиной повышенных потребностей в тепловой и электрической энергии, усложняющих ведение туристической деятельности. В этих условиях

© Бежан А. В., Коновалова О. Е., 2022

важным элементом жизнеобеспечения туристов и работников туристических комплексов является наличие соответствующей инфраструктуры, в том числе системы энергоснабжения [5—7]. В удаленных районах экотуризма АЗРФ энергоснабжение туристических комплексов осуществляется от источников энергии, работающих на органическом топливе, что сопряжено с большими расходами на покупку топлива и его доставку. Вместе с тем использование указанных источников энергии сопровождается вредными выбросами в окружающую среду, что противоречит принципам экологического туризма и не способствует достижению углеродной нейтральности в Арктике. Одним из путей, способствующих снижению зависимости от органического топлива, а следовательно, и сокращению расходов на покупку топлива и его доставку в удаленные районы экотуризма АЗРФ, а также уменьшению вредных выбросов, является использование местных возобновляемых источников энергии (ВИЭ).

Мурманская область располагает широким набором ВИЭ (энергии ветра, солнца, малых рек и др.). Все они в той или иной мере могут выгодно дополнить источники энергии, работающие на органическом топливе, принося ощутимый экономический эффект. Необходимо отметить, что из-за суровых природно-климатических условий (короткий световой день зимой, повышенная облачность, низкие температуры, гололедные явления и др.) только часть ВИЭ в ближайшей перспективе сможет найти в Мурманской области широкое применение. Особенно перспективным представляется использование энергии ветра и гидроэнергии малых рек. Наибольшим потенциалом ветра располагают прибрежные районы Баренцева и Белого морей, где среднегодовая скорость ветра составляет 5—8 м/с на высоте 10 м от поверхности земли. Характерной особенностью является то, что по мере удаления от береговой линии интенсивность ветра снижается [8]. В этих условиях для энергоснабжения туристических комплексов, расположенных вдали от побережья, но вблизи малых рек, хорошим решением может стать использование энергии этих рек. На территории Мурманской области расположено 19 597 малых рек, а их суммарная длина составляет 61,2% общей длины всех рек региона [9; 10]. Большинство малых рек обла-

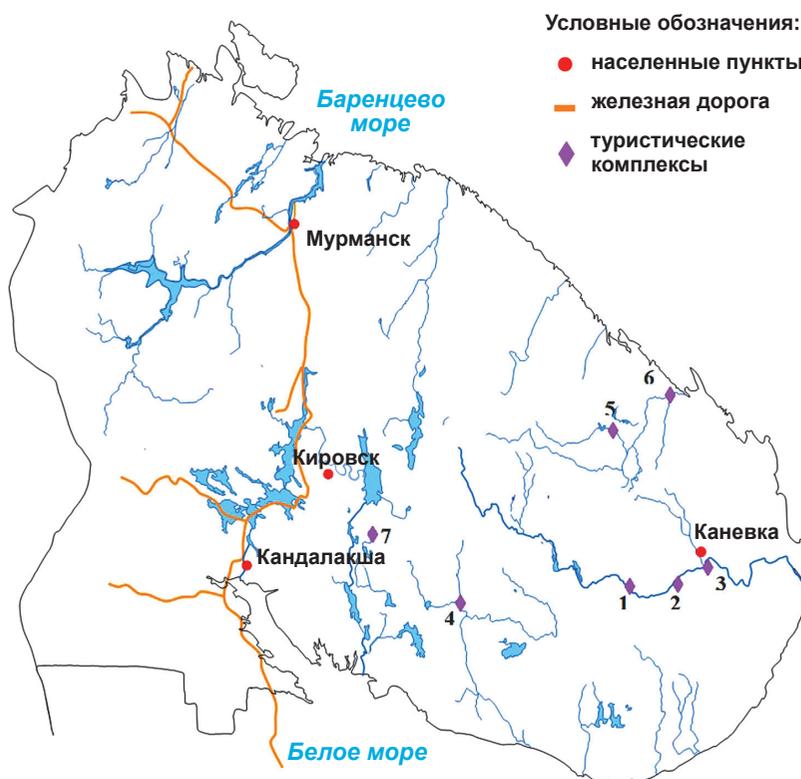


Рис. 1. Расположение туристических комплексов в удаленных районах Мурманской области: 1 – рыболовная база «Лебяжья», 2 – рыболовная база «Пача», 3 – рыболовная база «Ача», 4 – рыболовно-охотничья база «Пана», 5 – рыболовная база «Йоканьга», 6 – палаточный лагерь «Йоканьга», 7 – турбаза «Саамская вежа» (составлено авторами)

Fig. 1. Location of tourist complexes in remote areas of the Murmansk region: 1 – “Lebyazhya” fishing complex, 2 – “Pacha” fishing complex, 3 – “Acha” fishing complex, 4 – “Pana” fishing and hunting complex, 5 – “Yokanga” fishing complex, 6 – “Yokanga” camping site, 7 – “Saamskaya vezha” tourist complex (compiled by the authors)

сти по гидрологическим характеристикам пригодны для эксплуатации на них микро-гидроэлектростанций (микро-ГЭС). Эти реки достаточно многоводны и быстротечны. К тому же микро-ГЭС не требуют создания больших напоров воды. Использование гидроэнергетического потенциала малых рек в свете развития туристической индустрии в Мурманской области имеет большие перспективы.

Краткая характеристика туристических комплексов Мурманской области и возможности использования для них микро-ГЭС

В настоящее время в удаленных районах Мурманской области работают несколько комплексов, предоставляющих услуги в сфере экологического туризма (рис. 1). Эти комплексы представляют собой комфортабельные места, состоящие из нескольких деревянных домиков небольшого размера или из палаточного лагеря. Несмотря на значительную удаленность мест их размещения и бездорожье, в домиках предусмотрены все удобства для комфортного проживания. Имеются горячая и холодная

Таблица 1. Гидрологические характеристики и потенциальная мощность некоторых рек Мурманской области [14; 15]

Река	Среднегодовой расход воды, м ³ /с	Годовой объем стока, млн м ³	Уклон, ‰	Потенциальная мощность, МВт
Иоканьга	75,3	2375	1,2	107,4
Пулоньга	9,31	293,7	3,0	12,7
Инга	4,89	154,2	2,4	1,6
Индель	7,87	248,2	1,6	2,5
Ача	12,6	397	1,6	6,7
Пача	1,32	41,6	Н. д.	Н. д.
Поной	163	5140	0,6	225,9

Таблица 2. Туристические комплексы в центральном и восточном районах Мурманской области

Название	Место расположения	Виды отдыха
Рыболовная база «Ача»	В 4 км от села Каневка на реке Поной	Рыбная ловля, баня
Рыболовная база «Пача»	Место впадения реки Пача в реку Поной	Рыбная ловля
Рыболовная база «Лебяжье»	Правый берег реки Поной напротив устья реки Лебяжья	Рыбная ловля, сауна
Рыболовно-охотничья база «Пана»	Место впадения реки Индель в реку Пана	Рыбная ловля, охота, баня, снегоходы

вода, а также канализация. Электроснабжение туристических комплексов осуществляется от дизель-генераторов (ДГ), топливо для которых в основном доставляется вертолетами, что приводит к высокой себестоимости электроэнергии. Кроме того, работа ДГ сопровождается вредными выбросами в окружающую среду, что противоречит принципам экологического туризма, согласно которым влияние человека на природу подразумевает действия, связанные с сохранением природы в естественном состоянии [11; 12].

Все туристические комплексы находятся вблизи рек, которые обладают значительными гидроэнергетическими ресурсами. Для освоения и дальнейшего использования этих ресурсов в целях электроснабжения туристических комплексов могут использоваться погружные микро-ГЭС круглогодичного действия или (в летнее время) наплавные свободнопоточные микро-ГЭС, которые устанавливаются на любые плавательные средства или стационарно крепятся на дне реки на якоря. Такие микро-ГЭС работают при погружении турбины в свободный поток воды и преобразуют кинетическую энергию потока. Мощность микро-ГЭС не превышает нескольких киловатт. Это связано с ограничениями на размер рабочего колеса гидротурбины, с параметрами створа

реки (необходимо полное погружение гидротурбины), а также с минимальной скоростью течения реки (скорость должна быть более 1 м/с).

Свободнопоточная микро-ГЭС может работать параллельно с ДГ, сокращая расход дорогостоящего топлива. Большим преимуществом такой микро-ГЭС является отсутствие земляных и строительных работ при ее установке в месте использования. В [13] показано, что свободнопоточные микро-ГЭС наиболее эффективны при использовании на реках с уклонами менее 10‰, что как раз наблюдается на реках, где расположены рассматриваемые туристические комплексы Мурманской области (табл. 1).

Микро-ГЭС уже получили распространение во многих странах. Их производством занимаются как зарубежные, так и российские предприятия. Среди российских компаний, давно изготавливающих оборудование для микро-ГЭС, хорошо зарекомендовало себя Межотраслевое научно-техническое объединение ИНСЭТ, расположенное в Санкт-Петербурге и специализирующееся на разработке и изготовлении гидроагрегатов для малых и микро-ГЭС мощностью от 3 до 100 кВт. Все микро-ГЭС компании ИНСЭТ относятся к напорному типу, при их установке требуются строительные работы. Наряду с этим на российском рынке появились и но-

Таблица 3. Основные энергетические и экономические показатели действующих ДГ на туристических комплексах «Ача» и «Пача»

Показатель	Значение
Продолжительность работы туристического комплекса, мес/год	4
Расчетная суммарная мощность энергетического оборудования в одном туристическом комплексе, кВт	27,9
Мощность ДГ, кВт	30,0
Выработка электроэнергии ДГ, тыс. кВт·ч	34,56
Удельный расход топлива ДГ при 75%-ной нагрузке на агрегат, л/ч	7
Количество расходуемого топлива, т у. т. за сезон	13,1
Средняя стоимость ДГ с учетом доставки, млн руб.	1
Эксплуатационные расходы ДГ, млн руб.:	
топливо	2,54
зарботная плата	0,60
амортизация	0,10
прочие расходы	0,14
всего	3,38
Себестоимость электроэнергии ДГ, руб./кВт·ч	97,8
Выбросы CO ₂ от работающих ДГ, т за сезон	27,5

вые разработчики оборудования для микро-ГЭС, например концерн «Русэлпром» (Москва) и предприятие ООО «Деалан Энерго» (Ижевск, Удмуртская Республика). Концерн «Русэлпром» разрабатывает и производит микро- и мини-ГЭС мощностью от 5 до 300 кВт в контейнерном исполнении, что очень удобно, так как сокращаются сроки строительства и монтажа оборудования. «Деалан Энерго» занимается изготовлением микро-ГЭС погружного свободнопоточного типа мощностью до 100 кВт. Подобное оборудование выпускает и китайская компания ASUM.

Сейчас микро-ГЭС в Мурманской области пока не используются, но в связи с развитием экологического туризма (посещения мест с относительно нетронутой природой) скоро будут востребованы. Уже сейчас туристическая индустрия Мурманской области предлагает туристам рыбную ловлю, сбор ягод, зимнюю охоту в удаленных красивейших районах региона. В табл. 2 представлены некоторые туристические комплексы, которые могут стать потенциальными заказчиками микро-ГЭС. Поэтому представляется важным определение эффекта, который может быть получен от использования микро-ГЭС для электроснабжения туристических комплексов. На примере туристических комплексов «Ача» и «Пача» была проведена технико-экономическая оценка перспектив использования микро-ГЭС для электроснабжения указанных комплексов.

Технико-экономическая оценка эффективности использования микро-ГЭС для электроснабжения туристических комплексов «Ача» и «Пача»

Туристические комплексы «Ача» и «Пача» по инфраструктуре, режиму работы, спектру предоставляемых туристам услуг и оборудования мало отличаются друг от друга. Принимая также во внимание близость их расположения (рыболовная база «Ача» находится в 25 км вниз по течению реки Поной от базы «Пача»), можно считать, что все исходные данные совпадают. Таким образом, результаты расчетов для одного туристического комплекса подходят и для другого.

В качестве исходной информации были использованы сведения о деятельности и режиме работы комплексов «Ача» и «Пача» (табл. 3). В ней содержатся расчетные данные о мощности необходимого ДГ и требуемом расходе топлива, определенные на основе режима работы рассматриваемых комплексов и предоставляемых туристам услуг, информация о выбросах углекислого газа, а также об эксплуатационных расходах ДГ и себестоимости вырабатываемой электроэнергии.

Продолжительность работы каждого туристического комплекса составляет 4 мес в год, при этом электроэнергия в течение суток подается не все время, а только с 7 утра до 11 вечера. В расчетах принималось, что туристические комплексы загру-

жены по времени только на 80%, поэтому суммарный объем работы ДГ составляет примерно 1536 ч в год.

Количество необходимого дизельного топлива рассчитывалось через удельный расход топлива при 75%-ной нагрузке на агрегат согласно техническим характеристикам современных ДГ мощностью 30 кВт, что составило 13,1 т у. т. за сезон. В реальности фактический расход топлива может значительно отличаться от указанного, так как на расход топлива влияет много различных факторов.

Выработка электроэнергии ДГ также определялась при условии 75%-ной нагрузки на агрегат.

Суммарные расходы на покупку дизельного топлива складываются из стоимости самого топлива (59 руб./л в ценах 2022 г.) и аренды вертолета грузоподъемностью 4 т (175 тыс. руб./ч) на 5 ч полета (туда и обратно). В этом случае использование вертолета приводит к удорожанию топлива в 4,1 раза, что соответствует конечной цене 243 руб./л. Необходимо отметить, что использование других видов транспорта (автомобильного и водного) для доставки топлива в комплексы «Ача» и «Пача» не представляется возможным. Прежде всего это связано с плохой развитостью или отсутствием автомобильных дорог и прямых воднотранспортных путей, а также с особенностями гидрографических характеристик рек Кольского полуострова, характеризующихся наличием валунов, перекатов, порогов, водопадов и незначительными глубинами на отдельных участках. Так, на реке Поной на ее нижнем участке протяженностью 50 км от села Каневка до устья насчитывается 11 порогов с общим падением 60 м. Все это неблагоприятным образом сказывается на развитии речного судоходства.

Годовая заработная плата одного работника по обслуживанию ДГ с учетом всех социальных и налоговых отчислений принималась равной 0,6 млн руб. (50 тыс. руб./мес). Предполагается, что этот работник уже находится в штате и совмещает несколько рабочих функций, в том числе обслуживание ДГ.

Норма амортизационных отчислений для дизель-генераторов определяется сроком их службы. В свою очередь, срок службы ДГ зависит от интенсивности их эксплуатации (числа рабочих моточасов), а также от конструктивного исполнения и мощности. Как правило, для ДГ мощностью 30 кВт норма амортизационных отчислений составляет 17—20%. В рассматриваемых комплексах ДГ эксплуатируются 4 мес в год, и с учетом физического износа ДГ под влиянием природных факторов и условий содержания норма амортизационных отчислений принималась равной 10%.

Из [16] известно, что при сжигании 1 т дизельного топлива образуется около 3 т углекислого газа. Тогда при сжигании дизельного топлива в объеме 13,1 т у. т. выбросы CO₂ от работающих ДГ должны составить около 27,5 т.

Для повышения экономической и экологической эффективности работы туристических комплексов в целях их электроснабжения совместно с ДГ могут быть установлены по три свободнопоточных микро-ГЭС «Акула» фирмы «Деалан Энерго» мощностью 3 кВт каждая. По информации, полученной от «Деалан Энерго», стоимость этих трех микро-ГЭС с учетом дополнительного оборудования (включая аккумуляторы и инвертор), транспортировки и монтажа на месте установки составит около 2 млн руб. Дальнейшее увеличение суммарной мощности микро-ГЭС нецелесообразно, так как это связано с увеличением количества микро-ГЭС, что нежелательно, поскольку может привести к механическому повреждению ценных пород рыб или значительному сужению русла реки. Микро-ГЭС необходимо устанавливать поперек русла, но вдоль берега на достаточной глубине и ограждать металлической сеткой, препятствующей попаданию рыбы в рабочее колесо. При этом рассмотренные туристические комплексы расположены на территории заказников, основная деятельность которых связана с охраной мест обитания, сохранением численности и путей миграций ценных пород рыб. Поэтому установка даже таких микро-ГЭС, как «Акула», наносящих минимальный вред окружающей среде, требует согласования с уполномоченными органами власти.

При расчете выработки электроэнергии микро-ГЭС важным параметром является расход воды. Данные о расходе воды получают на основе ряда наблюдений основных гидрологических характеристик на близко расположенном водомерном посту реки. При недостаточности исходных данных о расходе воды для предварительной оценки возможности использования микро-ГЭС можно воспользоваться информацией, предоставленной производителем в технической документации к объекту, в которой указано, что максимальная величина выработки электроэнергии микро-ГЭС «Акула» составляет около 1900 кВт·ч в месяц при скорости потока 2,3 м/с [17]. Тогда при работе микро-ГЭС 4 мес в год и загруженности по времени каждого туристического комплекса на 80% выработка электроэнергии для трех микро-ГЭС может составить 18,24 тыс. кВт·ч. В расчетах принято, что микро-ГЭС работают 24 ч в сутки, вырабатывая электроэнергию в ночное время для зарядки аккумуляторов. В этом случае появляется возможность при необходимости использовать энергию, полученную в ночное время, дополнительно сокращая участие ДГ в электроснабжении туристического комплекса и тем самым экономя дизельное топливо. Норма амортизационных отчислений для микро-ГЭС принималась равной 10%. Полученные данные представлены в табл. 4.

Располагая этими данными, можно перейти к определению эффекта от использования микро-ГЭС совместно с ДГ для целей электроснабжения туристических комплексов. Расчеты показали, что основной эффект выражается в экономии дизельно-

Таблица 4. Основные энергетические и экономические показатели действующих ДГ и микро-ГЭС на туристических комплексах «Ача» и «Пача»

Показатель	Значение
Продолжительность работы туристического комплекса, мес/год	4
Мощность, кВт:	
ДГ	30,0
микро-ГЭС	9,0
Выработка электроэнергии, тыс. кВт-ч:	
ДГ	16,32 (47,2%)
микро-ГЭС	18,24 (52,8%)
Количество расходуемого топлива, т у. т. за сезон	6,18
Стоимость источников энергии с учетом доставки и монтажа, млн руб.:	
ДГ	1
микро-ГЭС (включая аккумуляторы и другое дополнительное оборудование)	2
Эксплуатационные расходы ДГ и микро-ГЭС (включая аккумуляторы), млн руб.:	
топливо	1,20
заработная плата	0,60
амортизация	0,30
прочие расходы	0,18
всего	2,28
Себестоимость электроэнергии ДГ и микро-ГЭС, руб./кВт-ч	65,97
Сокращение выбросов CO ₂ , т за сезон	14,52

го топлива и, как следствие, в снижении себестоимости вырабатываемой электроэнергии в 1,5 раза. При такой экономии дизельного топлива в каждом из двух рассмотренных комплексов выбросы углекислого газа сократятся на 14,52 т.

Для реализации проекта использования микро-ГЭС потребуются начальные инвестиции. При этом необходимо знать, насколько быстро эти инвестиции окупятся и начнут приносить прибыль. В качестве критерия прибыльности рассматриваемого проекта можно использовать величину чистого дисконтированного дохода ЧДД:

$$\text{ЧДД} = \left[\frac{B_1}{(1+r)} + \frac{B_2}{(1+r)^2} + \dots + \frac{B_n}{(1+r)^n} \right] - I_0,$$

где B_1, B_2, \dots, B_n — годовые доходы от работы микро-ГЭС, получаемые за счет экономии денежных средств на покупку топлива, руб.; $n = 10$ лет (срок службы микро-ГЭС); $r = 12\%$ (ставка дисконтирования); $I_0 = 2$ млн руб. (начальные инвестиции).

ЧДД позволяет учесть изменение уровня инфляции и сравнить инвестиции, сделанные сегодня, с денежными доходами, поступающими в будущем, в едином масштабе цен.

Согласно данным Росстата, инфляция в России в 2021 г. составила около 8,4% годовых. Если принять, что в дальнейшем изменение уровня инфляции

в России будет находиться в пределах 7% в 2022 г., 6% в 2023 г., 5% в 2024 г. и оставаться на уровне 4% в последующие годы, тогда за годы работы микро-ГЭС формирование ЧДД будет выглядеть так, как изображено на рис. 2, из которого видно, что в год сооружения микро-ГЭС (на графике это нулевой год) имеют место только инвестиции, далее формируется доход, за счет которого кривая ЧДД идет вверх, и инвестиции окупаются. Расчеты показали, что дисконтированный срок окупаемости трех микро-ГЭС в каждом рассмотренном туристическом комплексе составит около 2 лет, и к завершению планового срока службы микро-ГЭС дисконтированный доход может достигнуть 6 млн руб.

Необходимо отметить, что в России в настоящее время в рамках реализации «Стратегии социально-экономического развития Российской Федерации с низким уровнем выбросов парниковых газов до 2050 года» обсуждается план создания системы торговли квотами на выбросы парниковых газов. Предполагается, что компании, реализовавшие проекты по сокращению выбросов на своих предприятиях, будут получать сертификаты, которые в дальнейшем можно будет продавать другим компаниям, пока этого не сделавшим. При этом налог на прибыль и НДС будут равны нулю. Также планируется возмещать часть затрат на выплату процентов по кредитам при внедрении «зеленых» технологий. Та-

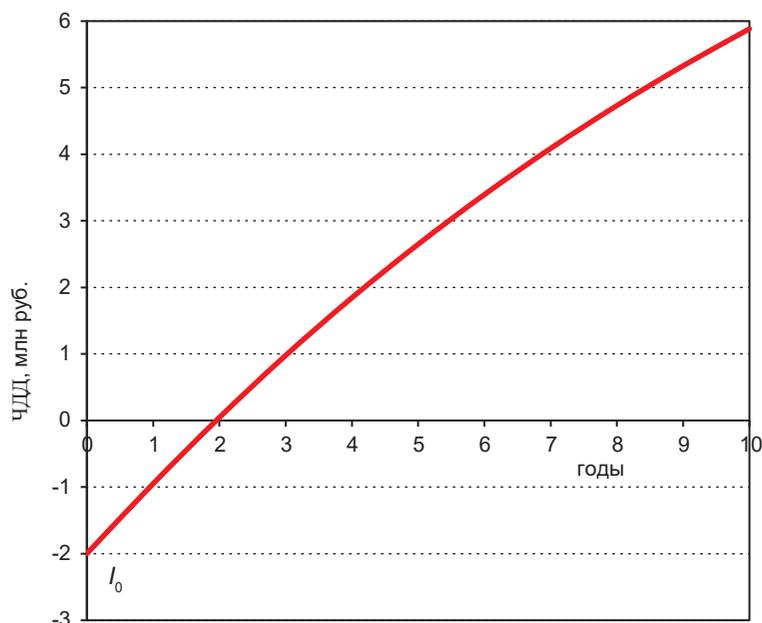


Рис. 2. Формирование чистого дисконтированного дохода за счет работы микро-ГЭС в каждом из комплексов «Ача» и «Пача» (составлено авторами)

Fig. 2. Formation of net present value due to the operation of micro-hydroelectric power plants in each complex “Acha” and “Pacha” (compiled by the authors)

кие меры позволят получать дополнительный доход за счет торговли квотами, способствуя расширению направлений применения ВИЭ в удаленных районах экотуризма АЗРФ и развитию возобновляемой энергетики России в целом.

Заключение

В удаленных районах экотуризма Мурманской области, имеющих большой гидроэнергетический потенциал малых рек, могут быть реализованы проекты по сооружению микро-гидроэлектростанций. Их использование совместно с дизель-генераторами способно обеспечить все энергетические потребности имеющихся в этих районах туристических комплексов.

На примере туристических комплексов «Ача» и «Пача» была проведена технико-экономическая оценка эффективности использования микро-гидроэлектростанций общей мощностью 9 кВт совместно с дизель-генератором мощностью 30 кВт для электроснабжения указанных комплексов. Показано, что использование микро-гидроэлектростанций способствует сокращению эксплуатационных расходов за счет уменьшения топливной составляющей и снижению себестоимости электроэнергии в 1,5 раза. Дисконтированный срок окупаемости микро-гидроэлектростанций составит около 2 лет, и при сроке службы 10 лет может быть сформирован дисконтированный доход в размере 6 млн руб. Суммарные выбросы углекислого газа в рассмотренных туристических комплексах сократятся на 29 т за рабочий сезон (за 4 мес работы в году). При этом снижение выбросов углекислого

газа в будущем позволит получать дополнительный доход. Это станет возможно благодаря продаже квот на выбросы парниковых газов компаниям, не реализовавшим проекты по сокращению выбросов на своих предприятиях.

В целом реализация этих и других подобных проектов с использованием микро-гидроэлектростанций для энергоснабжения удаленных районов экотуризма АЗРФ имеет большое социально-экономическое значение для развития арктических территорий. Прежде всего это связано с возможностями расширения направлений применения возобновляемых источников энергии и снижения зависимости от поставок органического топлива, а следовательно, уменьшения расходов на покупку топлива и его доставку в удаленные и труднодоступные районы АЗРФ, а также с возможностью сокращения выбросов парниковых газов, что в свете развития экотуризма особенно важно. Вместе с тем мероприятия, направленные на развитие экотуризма, приводят к созданию новых рабочих мест, позволяют увеличить количество приезжающих туристов и повысить приток инвестиций, а также повысить налоговые поступления в бюджеты всех уровней, что в конечном счете положительно сказывается не только на развитии АЗРФ, но и России в целом.

Литература

1. Кунников А. В. Перспективы развития арктического круизного туризма в западном секторе российской Арктики // Арктика: экология и экономика. — 2020. — № 4 (40). — С. 130—138. — DOI: 10.25283/2223-4594-2020-4-130-138.

2. Севастьянов Д. В. Арктический туризм в Баренцевоморском регионе: современное состояние и границы возможного // Арктика и Север. — 2020. — № 39. — С. 26—36. — DOI: 10.37482/issn2221-2698.2020.39.26.
3. Timoshenko D. S. Sustainable Tourism Development in the Russian Arctic: Challenges And Prospects // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. — 2020. — Vol. 539. — 012097. — DOI: 10.1088/1755-1315/539/1/012097.
4. Грушенко Э. Б. Экологический морской туризм как фактор устойчивого развития русской Арктики // Труды Ферсман. науч. сессии ГИ КНЦ РАН. — 2018. — № 15. — С. 433—436. — DOI: 10.31241/FNS.2018.15.110.
5. Нефедова Л. В., Соловьев Д. А. Возможности и риски использования ВИЭ при энергообеспечении туризма в Арктике // Возобновляемая энергетика: проблемы и перспективы. Актуальные проблемы освоения возобновляемых энергоресурсов: Материалы VI Международной конференции «Возобновляемая энергетика: проблемы и перспективы» и XII школы молодых ученых «Актуальные проблемы освоения возобновляемых энергоресурсов» им. Э. Э. Шпильрайна. — Махачкала, 2020. — С. 92—96. — DOI: 10.33580/2313-5743-2020-8-1-92-96.
6. Чайка Л. В. Традиционная и новая малая энергетика в северных регионах России // Север и рынок: формирование экон. порядка. — 2021. — № 1 (71). — С. 13—25. — DOI: 10.37614/2220-802X.1.2021.71.002.
7. Иванов А. В., Складчиков А. А., Хренников А. Ю. Развитие электроэнергетики арктических регионов Российской Федерации с учетом использования возобновляемых источников энергии // Рос. Арктика. — 2021. — № 2 (13). — С. 62—80. — DOI: 10.24412/2658-4255-20212-62-80.
8. Минин В. А., Рожкова А. А., Бежан А. В. Возможные направления интеграции возобновляемых источников энергии в энергетическое хозяйство Мурманской области // Вестн. Кольского науч. центра РАН. — 2019. — № 3 (11). — С. 124—133. — DOI: 10.25702/KSC.2307-5228.2019.11.2.124-133.
9. Коновалова О. Е. Возобновляемые речные ресурсы Мурманской области и их использование в энергетике: вчера, сегодня, завтра // Север и рынок: формирование экон. порядка. — 2020. — № 3 (69). — С. 144—156. — DOI: 10.37614/2220-802X.2.2020.69.010.
10. Ресурсы поверхностных вод СССР. — Т. 1 / Под ред. Ю. А. Елшина, В. В. Куприянова. — Л.: Гидрометеоиздат, 1970. — 316 с.
11. Егорова Е. Н., Каурова О. В., Дробышев Е. А., Михалёва Ю. Ю. Проблемы развития экологического туризма в особо охраняемых природных территориях России // Соц. политика и социология. — 2017. — Т. 16, № 2 (121). — С. 29—37. — DOI: 10.17922/2071-3665-2017-16-2-29-37.
12. Blamey R. K. Ecotourism: The Search for an Operational Definition // J. of Sustainable Tourism. — 1997. — Vol. 5 (2). — P. 109—130. — DOI: 10.1080/09669589708667280.
13. Спиринов Е. А., Никитин А. А., Головин М. П. и др. О выборе типа микро-ГЭС и ее оптимальной мощности в зависимости от гидрологических параметров // Актуальные проблемы машиностроения. VI Всероссийская конференция 25—27.03.2014: Изв. Самар. науч. центра Рос. акад. наук. — 2014. — Т. 16, № 1 (2). — С. 543—547.
14. Богданов В. В., Балашов К. Н., Панин А. П. Реки Варзина и Дроздовка // Водноэнергетические ресурсы Кольского полуострова. — Вып. 4. — М.; Л.: Изд-во Акад. наук СССР, 1960. — 83 с.
15. Каталог рек Мурманской области. — М.; Л.: Изд-во Акад. наук СССР, 1962. — 210 с.
16. Приказ Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации «Об утверждении методических указаний и руководства по количественному определению объема выбросов парниковых газов организациями, осуществляющими хозяйственную и иную деятельность в Российской Федерации» от 30 июня 2015 г. № 300. — URL: <https://docs.cntd.ru/document/420287801>.
17. Микро ГЭС Акула для рек и каналов. (Патент №119866). — URL: <https://dealanenergo.ru/nasha-produkciya/ges/ges-akula>.

Информация об авторах

Бежан Алексей Владимирович, научный сотрудник, Центр физико-технических проблем энергетики Севера Федерального исследовательского центра «Кольский научный центр РАН» (184209, Россия, Мурманская область, Апатиты, ул. Ферсмана, д. 14), e-mail: a.bezhan@ksc.ru.

Коновалова Ольга Евгеньевна, младший научный сотрудник, Центр физико-технических проблем энергетики Севера Федерального исследовательского центра «Кольский научный центр РАН» (184209, Россия, Мурманская область, Апатиты, ул. Ферсмана, д. 14), e-mail: o.konovalova@ksc.ru.

Библиографическое описание данной статьи

Бежан А. В., Коновалова О. Е. Оценка эффективности внедрения микро-гидроэлектростанций для развития экотуризма в удаленных районах Арктической зоны Российской Федерации (на примере Мурманской области) // Арктика: экология и экономика. — 2022. — Т. 12, № 2. — С. 288—297. — DOI: 10.25283/2223-4594-2022-2-288-297.

THE EFFECTIVENESS EVALUATION OF IMPLEMENTING MICRO-HYDROELECTRIC POWER PLANTS FOR THE ECOTOURISM DEVELOPMENT IN REMOTE AREAS OF THE ARCTIC ZONE OF THE RUSSIAN FEDERATION (ON THE EXAMPLE OF THE MURMANSK REGION)

Bezhan, A. V., Konovalova, O. E.

Northern Energetics Research Centre Kola Science Centre of the Russian Academy of Sciences (Apatity, Murmansk region, Russian Federation)

The article was received on February 8, 2022

Abstract

The article considers the problem of power supply to remote ecotourism areas of the Murmansk region. In such areas, diesel generators are used to supply tourist complexes, the fuel for which is mainly delivered by helicopters, which is the reason for the high cost of electricity. At the same time, the operation of diesel generators is accompanied by harmful emissions into the environment, which contradicts the principles of ecotourism, where human influence on nature implies actions related to the preservation of nature in its natural state. Using the example of two tourist complexes “Acha” and “Pacha”, the authors suggest one of the solutions to these problems: the use of micro-hydroelectric power plants together with diesel generators. They outline that in this case the main effect is expressed in fuel economy and, as a result, in 1.5-fold reduction in the cost of electricity generated. Also, due to fuel economy in the two tourist complexes considered, carbon dioxide emissions will be reduced by a total of 29 tons per working season. The discounted payback period of micro-hydroelectric power plants will be about 2 years.

Keywords: hydroelectric power plant, diesel power plant, carbon dioxide emissions, net present value, ecological tourism, the Arctic zone of the Russian Federation, renewable energy sources, low carbon development.

References

1. Kunnikov A. V. Prospects for the development of the Arctic cruise tourism in the western sector of the Russian Arctic. *Arktika: ekologiya i ekonomika*. [Arctic: Ecology and Economy], 2020, no. 4 (40), pp. 130—138. DOI: 10.25283/2223-4594-2020-4-130-138. (In Russian).
2. Sevastyanov D. V. Arctic tourism in the Barents Sea region: current situation and boundaries of the possible. *Arktika i Sever*, 2020, no. 39, pp. 26—36. DOI: 10.37482/issn2221-2698.2020.39.26. (In Russian).
3. Timoshenko D. S. Sustainable Tourism Development in the Russian Arctic: Challenges And Prospects. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 2020, vol. 539, 012097. DOI: 10.1088/1755-1315/539/1/012097.
4. Grushenko E. B. Ecological sea tourism as a factor in the sustainable development of the Russian Arctic. *Proceedings of the Fersman Scientific session of the Mining Institute of the KSC RAS*, 2018, no. 15, pp. 433—436. DOI: 10.31241/FNS.2018.15.110. (In Russian).
5. Nefedova L. V., Solovyov D. A. Opportunities and risks of using renewable energy in the energy supply of tourism in the Arctic. *Renewable energy: problems and prospects. Actual problems of development of renewable energy resources. Materials of the VI International Conference “Renewable Energy: Problems and Prospects” and the XII School of Young Scientists “Actual Problems of Development of Renewable Energy Resources” named after E. E. Spielrain*. Makhachkala, 2020, pp. 92—96. DOI: 10.33580/2313-5743-2020-8-1-92-96. (In Russian).
6. Chaika L. V. Traditional and new small-scale power generation in the northern regions of Russia. *Sever i rynek: formirovaniye ekon. poryadka*, 2021, no. 1 (71), pp. 13—25. DOI: 10.37614/2220-802X.1.2021.71.002. (In Russian).
7. Ivanov A. V., Skladchikov A. A., Khrennikov A. Yu. Development of the electric power industry in the Arctic regions of the Russian Federation, taking into account the use of renewable energy sources. *Ros. Arktika*, 2021, no. 2 (13), pp. 62—80. DOI: 10.24412/2658-4255-20212-62-80. (In Russian).
8. Minin V. A., Rozhkova A. A., Bezhan A. V. Possible directions for the integration of renewable energy sources in the energy sector of the Murmansk region. *Herald of the Kola Science Centre of RAS*, 2019, vol. 3 (11), pp. 124—133. DOI: 10.25702/KSC.2307-5228.2019.11.2.124-133. (In Russian).
9. Konovalova O. E. Renewable river resources of the Murmansk region and their use in the energy sector: yesterday, today, and tomorrow. *Sever i rynek: formirovaniye ekon. poryadka*, 2020, no. 3, pp. 144—156. DOI: 10.37614/2220-802X.2.2020.69.010. (In Russian).
10. Resources of surface waters of the USSR. Vol. 1. Ed. by Yu. A. Elshina, V. V. Kupriyanova. Leningrad, Gidrometeoizdat, 1970, 316 p. (In Russian).

11. Egorova E. N., Kaurova O. V., Drobyshev E. A., Mikhalyova Yu. Yu. Problems of Development of Ecological Tourism in Especially Protected Natural Territories of Russia. *Sots. politika i sotsiologiya*, 2017, vol. 16, no. 2 (121), pp. 29—37. DOI: 10.17922/2071-3665-2017-16-2-29-37. (In Russian).
12. Blamey R. K. Ecotourism: The Search for an Operational Definition. *J. of Sustainable Tourism*, 1997, vol. 5 (2), pp. 109—30. DOI: 10.1080/09669589708667280.
13. Spirin E. A., Nikitin A. A., Golovin M. P. et al. On the choice of the type of micro-hydro power plant and its optimal capacity depending on hydrological parameters. VI All-Russian Conference 25—27.03.2014. Proceedings of the Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences, 2014, vol. 16, no. 1 (2), pp. 543—547. (In Russian).
14. Bogdanov V. V., Balashov K. N., Panin A. P. Rivers Varzina and Drozdovka. Water and energy resources of the Kola Peninsula. Iss. 4. Moscow; Leningrad, Publ. Academy of Sciences of the USSR, 1960, 83 p. (In Russian).
15. Catalog of the rivers of the Murmansk region. Moscow; Leningrad, Publ. Academy of Sciences of the USSR, 1962, 210 p. (In Russian).
16. Order of the Ministry of Natural Resources and Ecology of the Russian Federation “On approval of guidelines and guidelines for quantifying greenhouse gas emissions by organizations engaged in economic and other activities in the Russian Federation” dated June 30, 2015, no. 300. Available at: <https://docs.cntd.ru/document/420287801>.
17. Micro hydropower plant Akula for rivers and canals. (Patent no. 119866). Available at: <https://dealanenergo.ru/nasha-produktsiya/ges/ges-akula>. (In Russian).

Information about the authors

Bezhan, Alexey Vladimirovich, Researcher, Northern Energetics Research Centre Kola Science Centre of the Russian Academy of Sciences (14, Fersman St., Apatity, Murmansk Region, Russia, 184209), e-mail: a.bezhan@ksc.ru.

Konvalova, Olga Evgenievna, Junior Researcher, Northern Energetics Research Centre Kola Science Centre of the Russian Academy of Sciences (14, Fersman St., Apatity, Murmansk Region, Russia, 184209), e-mail: o.konvalova@ksc.ru.

Bibliographic description of the article

Bezhan, A. V., Konvalova, O. E. The effectiveness evaluation of implementing micro-hydroelectric power plants for the ecotourism development in remote areas of the Arctic zone of the Russian Federation (on the example of the Murmansk region). *Arktika: ekologiya i ekonomika*. [Arctic: Ecology and Economy], 2022, vol. 12, no. 2, pp. 288—297. DOI: 10.25283/2223-4594-2022-2-288-297. (In Russian).

© Bezhan A. V., Konvalova O. E., 2022