

И.А. Керимов, М.В. Дебиев, Х.И. Хамсуркаев, Р. А.-М. Магомадов
(Грозненский государственный нефтяной технический университет
им. академ. М.Д. Миллионщикова; e-mail: mair76@mail.ru)

ОСОБЕННОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВЕТРОВОЙ ЭНЕРГИИ В ЧЕЧЕНСКОЙ РЕСПУБЛИКЕ

Проведён анализ проблем использования в Чеченской Республике ветроэнергетических установок. Материал может быть полезен при решении проблем техносферной безопасности.

Ключевые слова: ветровая энергия, установка, мощность.

I.A. Kerimov, M.V. Debiev, H.I. Hamsurkaev, R. A.-M. Magomadov **FEATURES THE USE OF WIND POWER** **IN THE CHECHEN REPUBLIC**

The analysis of the problem of the use in the Chechen Republic of the wind plants. The material can be useful in solving problems technosphere safety.

Key words: wind power, plant, power.

В последние годы в мире началось интенсивное развитие ветровой электроэнергетики (ежегодные темпы прироста составляют порядка 25 %). Во многих странах вопросы развития возобновляемых источников энергии и, в частности, ветровой электроэнергетики находятся в поле зрения правительственных, научных и экономических кругов, предвещая в обозримом будущем решения многих проблем, волнующих современное человечество: нехватки энергоресурсов, ограничений использования ядерной электроэнергетики, проблем безопасности энергетики и энергетической независимости и др.

Однако, развитие **ветровой электроэнергетики** (для краткости в дальнейшем тексте будем называть её "**ветроэнергетикой**") сталкивается с рядом проблем, многие из которых связаны с технологическими вопросами внедрения и развития ветроэнергетических мощностей. Ранее в работе [2] проведена классификация факторов, влияющих на развитие ветроэнергетики. В настоящей статье полученные в [2] результаты адаптируются к реальным возможностям Чеченской Республики. Близкие проблемы рассмотрены также в [3, 4].

Опираясь на результаты работ [2, 5], проведём более детальный анализ состава и количества возможных факторов развития ветроэнергетики Чеченской Республики.

В соответствии с проведённой в [2] классификацией факторов, определяющих выбор вариантов развития ветроэнергетики, необходимо, прежде всего, описать группы пользователей для разных классов **ветроэнергетических установок (ВЭУ)** (табл. 1).

1. Удалённые хозяйственные объекты. Потребность каждого объекта в энергии до 5-8 кВт. Основные объекты, на которых возможно использование ВЭУ, проанализированы ниже:

1.1. Высокогорные пастбища, где энергия нужна, прежде всего, для приготовления еды пастухами (2-5 человек), для основных бытовых нужд и, возможно, при необходимости обогрева, а также ухода за больными и слабыми животными. Общее количество сёл приблизительно 150 (15 районов и в каждом около 10 сёл), в каждом селе имеется обычно не менее одного стада; в больших сёлах, которые составляют порядка трети от всех сел, обычно имеется не менее двух стад. Общее число высокогорных пастбищ порядка $100 + 50 \cdot 2 = 200$. Минимальные потребности в энергии: три раза в день – приготовление пищи, ещё столько же раз – чаепитие и текущие хозяйственные нужды, два раза – для стирки и в связи с необходимостью ухода за животными – итого в среднем не менее 8 раз в день.

Расчёты показали, что средняя мощность источников энергии должна составлять не менее 4 кВт.

Основными требованиями к ВЭУ являются, прежде всего, **ремонтпригодность** (возможность проведения самостоятельно основных ремонтных работ, так как в горных условиях проведение сложных ремонтных работ практически невозможно), **мобильность** (по мере перемещения по зонам выпаса скота, а также в конце сезона выпаса ВЭУ должны достаточно быстро демонтироваться и перемещаться).

1.2. Удалённые строения лесного хозяйства (прежде всего, дома лесников). Каждое лесное хозяйство связано с контролем определённого лесного участка, находящегося либо на склонах гор, либо около озёр, водохранилищ, рек, и других природных значимых объектов. На территории Чеченской Республики имеется более 35 покрытых лесами горных вершин, в том числе 5 четырёхтысячников, 14 озёр, 25 рек. Поэтому общее число возможных зон охранного лесничества около 90.

Средние потребности каждого объекта составляет около 5 кВт.

Основные требования к ВЭУ. Поскольку строения лесного хозяйства обычно расположены в окружении леса, то сила ветра на уровне строений значительно понижается. Поэтому, первое требование – **возможность установки на большой высоте** (выше деревьев, возможно, даже на верхних кромках деревьев). Второе требование – **неприхотливость**, то есть отсутствие необходимости в проведении периодических профилактических, контрольных и иных регламентированных действий, так как ВЭУ будут располагаться достаточно неудобно для проведения подобных работ. Отметим, что требование надёжности также важно, но непринципиально, так как в условиях лесного хозяйства всегда есть возможности получать энергию традиционными способами.

1.3. Удалённые объекты сельского хозяйства (охраняемые поля, сады, пасеки и др.). Так как в каждом селе в среднем может быть до 3-х таких объектов, то общее их количество порядка 500. Потребность в энергии на объекте – до 4 кВт. Основные требования к ВЭУ – **ремонтпригодность** и **неприхотливость**.

1.4. Объекты туризма, расположенные в удалении от населённых пунктов. На таких объектах обычно предполагается наличие возможностей по относительно комфортному обслуживанию до 10 клиентов. Поэтому предполагается наличие не менее 3 изолированных помещений (каждое площадью приблизительно 20 м²), достаточно содържательное питание (до 3-х различных наборов блюд). На основе приведённых выше расчётов выводим, что затраты на один приём питания потребуют подогрева не менее 9-10 литров воды (то есть в 3 раза больше, чем в предыдущем случае), на обогрев одного помещения до 0,6 кВт мощности, на бытовые и электронные приборы – до 0,3 кВт. Суммарная требуемая мощность – около 7 кВт. Возможное количество подобных пунктов – до 230, поскольку они могут быть привязаны к значимым природным объектам, количество которых около 90.

Среди наиболее важных требований следует указать **надёжность**, поскольку отказ системы энергоснабжения может нанести серьёзный удар по туристическому бизнесу. Поэтому рекомендуется иметь не одну, а несколько ВЭУ малой мощности. Укажем также на требование **стабильности** функционирования системы энергоснабжения в целом (по показателям мощности) для обеспечения бесперебойности функционирования системы обслуживания туристов вне зависимости от параметров ветра в текущий момент. Для обеспечения данного свойства целесообразно иметь средства аккумулирования энергии, а также использовать ВЭУ совместно с другими источниками энергии.

1.5. Метеостанции. Практически каждый район (из 15) должен иметь хотя бы один метеопункт. Поскольку сотрудники обычно живут там годами, то условия проживания должны быть достаточно комфортными. В данном случае на бытовые нужды будет затрачиваться меньше энергии, но необходимы затраты энергии на работу специального оборудования. В итоге средняя потребность в энергетических мощностях – около 7 кВт.

Основное требование – **надёжность**, поскольку предполагается широко-профильное использование ВЭУ как для решения бытовых проблем, так и для работы специального оборудования. Более того, подобные ВЭУ могут быть использованы и для работы автономно функционирующего метеооборудования. В этом случае важно наличие **самодиагностики и информирования** о возможных неполадках в автоматизированном режиме.

Основные группы возможных пользователей ветроэнергетическими установками

№	Тип объекта снабжения электроэнергией	Ориентировочное количество объектов	Средний объём потребностей в энергии на одном объекте, кВт	Основные требования к ВЭУ
1	Высокогорное пастбище	150	4	Ремонтопригодность, мобильность
2	Автономные помещения лесного хозяйства (лесничества)	80	5	Возможность установки на большой высоте, неприхотливость
3	Обособленные объекты сельского хозяйства	500	4	Ремонтопригодность, неприхотливость
4	Удаленные небольшие объекты для туризма, альпинизма	230	7,1	Надёжность, стабильность
5	Метеостанции	15	7	Надёжность, самодиагностика и информирование

2. Малые предприятия, где необходимо наличие определённых энергетических мощностей для ведения относительно небольшой хозяйственной деятельности, а крупные источники энергии либо достаточно удалены, либо их подведение и обслуживание требуют "неподъёмных" затрат. Рассмотрим более подробно каждый тип объектов (результат приведён в табл. 2).

2.1. Фермерские и семейные хозяйства, расположенные достаточно удаленно. Уровень потребностей жилой части хозяйства аналогичен потребностям удалённых объектов туризма. Однако, фермерские хозяйства обычно включает также большое число хозяйственных и промышленных объектов, потребность которых в электроэнергии существенно зависит от профиля хозяйства: например, потребность в энергии в хозяйствах, занимающихся животноводством, существенно выше чем в хозяйствах, занимающихся выращиванием сельскохозяйственных культур. Применительно к фермерскому хозяйству, имеющему ориентировочно 100 голов крупного рогатого скота (что реально для большинства фермерских хозяйств), необходимо иметь возможность обогрева, освещения и обслуживания (доильное оборудование, хранение и др.) для двух ферм общей площадью до 400 м².

Общая потребность в электроснабжении может быть оценена в среднем в 65 кВт.

Количество удалённых фермерских хозяйств в Чеченской Республике составляет ориентировочно не менее 150.

Основные требования: **надёжность** и **стабильность**, поскольку отказ системы электроснабжения в случае отсутствия адекватных альтернативных возможностей получения энергии может привести к большим потерям в фермерском хозяйстве (например, в холодное зимнее время).

2.2. Добывающие артели, связанные с добычей и использованием различных строительных материалов (строительного и декоративного камня, строительного песка), в том числе из заброшенных и малоэффективных карьеров, других полезных ископаемых, не представляющих интерес для крупных компаний. Обычно такие артели включают прядка от 10 до 20 человек и не ра-

ботаю в холодное (зимнее) время. Потребности их занимают промежуточное место между потребностями удалённых объектов туризма и небольших фермерских хозяйств, что позволяет оценить объём требуемой электроэнергии приблизительно в 50 кВт . Количество подобных артелей в Чеченской Республике потенциально может достигать нескольких десятков (для оценки возьмём за основу 20).

Основные требования к ВЭУ: *мобильность*, поскольку артель потенциально может периодически менять свою дислокацию, и *неприхотливость*, так как желательно как можно меньше времени тратить на обслуживание ВЭУ.

2.3. Малые строительные объекты в зонах и местах, где нет источников централизованного энергоснабжения. Общую потребность каждого такого объекта можно оценить приблизительно в $42\text{-}45 \text{ кВт}$, количество таких объектов – порядка 150. Среди требований к ВЭУ следует выделить способность поддерживать заданные параметры энергоисточника – *стабильность*, а также *надёжность* работы для того, чтобы не прерывался основной технологический процесс.

2.4. Опорные объекты туристического бизнеса, прежде всего, туристические базы и пансионаты относительно небольшого размера (приблизительно на 100 клиентов), расположенные изолированно от основных населенных пунктов. Объём потребностей в энергии составляет порядка 70 кВт , количество объектов составляет порядка 90-100. Основные требования к ВЭУ – *надёжность* и *стабильность*.

2.5. Объекты лесного хозяйства, занятые хозяйственной деятельностью: лесозаготовительные работы, сбор даров природы и т.п. Масштабы их потребностей – порядка 45 кВт . Количество таких объектов пропорционально количеству населённых пунктов: приблизительно один объект лесного хозяйства на 2 или 3 населённых пункта, то есть общее количество объектов равно приблизительно 60. Требования к ВЭУ – *возможность установки на большой высоте* и *неприхотливость*.

2.6. Придорожные комплексы объектов, расположенные вдали от населенных пунктов: магазины, заправочные станции, пункты питания. Обычно такие объекты располагаются рядом, составляя единый комплекс с целью лучшего обслуживания клиентов и более надёжного обеспечения безопасности. Среднее количество таких объектов в одном комплексе – до 4-х.

Суммарная потребность в энергии – приблизительно 46 кВт . Возможное количество таких объектов оцениваем, исходя из того, что в каждом из 15 районов республики имеется не меньше 2-х дорог, которые связывают их с соседними районами, и хотя бы на одной из них могут быть отдаленные придорожные пункты – около 15-20 таких пунктов. Среди основных требований к ВЭУ выделим возможность равноправного совместного использования всеми объектами (*комплексность* использования) и возможность *размещения на высоте*, поскольку подобные комплексы обычно располагаются в местах, не самых благоприятных для работы ВЭУ.

Малые предприятия, нуждающиеся в ветроэнергетических установках

№	Тип объекта снабжения электроэнергией	Ориентировочное количество объектов	Средний объём потребностей в энергии на одном объекте, кВт	Основные требования к ВЭУ
1	Фермерские и семейные хозяйства	150	65	Надёжность, стабильность
2	Добывающие артели	20	50	Мобильность, неприхотливость
3	Малые строительные объекты	150	45	Стабильность, надёжность
4	Опорные объекты туристического бизнеса	100	70	Надёжность, стабильность
5	Объекты лесного хозяйства	60	45	Возможность установки на большой высоте, неприхотливость
6	Придорожные комплексы объектов	20	45	Комплексность использования, возможность установки на большой высоте

3. Средние и крупные объекты, не имеющие достаточных энергетических мощностей для удовлетворения своих потребностей либо централизованное энергоснабжение которых ненадёжно из-за возможных негативных природных или иных воздействий: удаленные села, туристические и горнолыжные базы. Потребности в энергомощностях могут колебаться от 100 кВт до 1 МВт. Обязательно наличие нескольких аккумулирующих накопителей для обеспечения стабильности поставок электроэнергии. Достаточно высоки требования по надёжности, что часто предполагает диверсификацию источников энергии (то есть использование не одного мощного источника, а нескольких менее мощных), совместное использование ВЭУ с другими средствами получения энергии, средств её аккумулирования.

Основные типы объектов данного класса показаны в табл. 3.

3.1. Удалённые сельские поселения небольшого уровня – около 10-50 домов. Обычно в таком поселении также ведёт определенная хозяйственная деятельность, масштабы которой сравнимы с масштабами фермерской, все же уступают ей: несколько преуспевающих фермеров могут вести хозяйство, сравнимое с хозяйством среднего колхоза, которые обычно создавались в подобных поселениях.

Суммарная потребность в электроэнергии – около 700 кВт.

Количество таких поселений в Республике относительно невелико (около 40) ввиду достаточно полной электрификации. Основные требования к ВЭУ – **надёжность** (с учётом суровости горного климата), поскольку возможности ремонта в этих поселениях ввиду их отдалённости крайне ограничены, а также обеспечение **сохранности** ВЭУ.

3.2. Туристические и горнолыжные базы, расположенные в отдалении от основных населенных пунктов и пригодные для обслуживания сотен клиентов (за основу возьмём наиболее распространённое количество – 200 клиентов).

Суммарная потребность в электроэнергии на одном объекте – около 300 кВт.

Количество подобных организаций в Чеченской Республике составляет не менее 30. Основные требования к ВЭУ – *надёжность* и *стабильность*.

3.3. Строительные объекты среднего уровня, расположенные вдалеке от основных источников электроэнергии: строительство туристических баз, пансионатов, других объектов. Обычно работы выполняются бригадой численностью 15-20 человек.

Суммарная потребность в электроэнергии достигает 100 кВт.

Количество объектов определяется многими факторами, но прежде всего состоянием экономики, и при подъеме экономики может достигать до 5 объектов на каждый район – всего до 75 объектов. Основные требования к ВЭУ – *надёжность* при любых погодных и иных условиях и *стабильность* работы, особенно в условиях резких перепадов нагрузки.

Таблица 3

Средние и крупные объекты, нуждающиеся в ветроэнергетических установках

№	Тип объекта снабжения электроэнергией	Ориентировочное количество объектов	Средний объём потребностей в энергии на одном объекте, кВт	Основные требования к ВЭУ
1	Удалённые сельские поселения	40	700	Надёжность, сохранность
2	Туристические и горнолыжные базы	30	300	Надёжность, стабильность
3	Строительные объекты среднего уровня	75	100	Надёжность, стабильность

4. Крупные энергопоставляющие компании, которые могут устанавливать ВЭУ на всю территории Республики как подспорье для своих систем энергоснабжения и, возможно, с целью снижения себестоимости используемой электроэнергии, а также для обеспечения стабильности функционирования энергосистемы. Мощности отдельных ВЭУ выбираются, исходя из структуры розы ветров и соображений рентабельности эксплуатации. Рассмотрим более детально отдельные классы объектов, входящих в эту группу (табл. 4).

4.1. Энергосистема Чеченской Республики в целом удовлетворяет потребности всех субъектов в значительной степени за счёт поставок извне. Развёртывание систем обеспечения электроэнергией, опирающихся на внутренние ресурсы, позволило бы значительно повысить уровень стабильности снабжения, снизить возможные риски, связанные с энергоснабжением. Количество таких объектов оцениваем, исходя из следующих соображений. Каждый район должен иметь альтернативный источник энергии на случай отказа существующей системы централизованного энергообеспечения; также отдельные системы должны быть в крупных городах, причём пропорционально численности населения и экономическому потенциалу. Считая, что в каждом районе пока достаточно иметь по одному энергетическому комплексу, получаем в среднем порядка 20 энергетических комплексов в Республике. Отметим, что источниками альтернативной энергетики могут являться, прежде всего, гидростан-

ции, поскольку Республика имеет большой потенциал гидроресурсов, а также другие альтернативные источники (солнечная энергия, ветроэнергетика и др.). Мощность каждого такого объекта должна быть достаточной, чтобы обеспечить минимальные потребности в энергии в случае отказа централизованной системы электроснабжения. Целесообразно иметь в каждом районе альтернативные источники энергии суммарной мощностью не менее 2 МВт. Основные требования – способность работать в составе других систем электроснабжения (*комплексность*) и *рентабельность* (то есть конкурентоспособность, по сравнению с другими источниками энергии).

4.2. Энергосистемы отраслей: железнодорожного транспорта, систем связи и др. Обычно эти отрасли имеют свои независимые системы электроснабжения, необходимость в которых вызвана желанием обеспечить стабильность работы соответствующих систем и независимость от состояния общей системы электроснабжения, возможностью функционирования этих систем даже в ситуациях, когда энергосистема общего назначения выходит из строя, происходят её отключения по экономическим и иным мотивам. Количество подобных объектов – 25 (3, связанных с железнодорожным транспортом, 22 – с системами стационарной связи с учётом масштабов районов). Минимальная потребность в электроэнергии – не менее 1 МВт на каждый объект. Основные требования – *комплексность* и *надёжность*.

4.3. Отдельные регионы могут создавать свои региональные энергосистемы, опирающиеся на местные источники энергии, в частности на потенциал ветровой энергии. Цель создания – обеспечение большей стабильности снабжения региона электроэнергией, что может оказаться актуальным для отдалённых районов и районов с недостаточно надёжной системой коммуникаций. Ориентировочное количество таких районов – 4, минимально востребованный уровень потребностей – 1,5 МВт. Основные требования к ВЭУ – *простота в эксплуатации* и *надёжность*.

Таблица 3

Крупные энергопоставляющие компании, нуждающиеся в ветроэнергетических установках

№	Тип объекта снабжения электроэнергией	Ориентировочное количество объектов	Средний объём потребностей в энергии на одном объекте, кВт	Основные требования к ВЭУ
1	Энергосистема Чеченской республики	20	2000	Комплексность, рентабельность
2	Энергосистемы отраслей	25	1000	Комплексность, надёжность
3	Региональные энергосистемы	4	1500	Простота в эксплуатации, надёжность

Заключение

Приведённые в статье результаты могут быть использованы при разработке планов развития ветровой электроэнергетики как в Республике в целом, так и в отдельных её регионах.

Литература

1. http://www.energosoft.info/ref_vetro.html.
2. **Дебиев М.В., Попов Г.А.** Системная классификация факторов, определяющих выбор вариантов развития ветроэнергетики // Вестник АГТУ "Управление, вычислительная техника и информатика". Астрахань, 2011, № 2. С. 15-29;
3. **Ветроэнергетика** / Под ред. Д.де Рензо. Пер. с англ. М.: Энергоатомиздат, 1982. 272 с.
4. **Неисчерпаемая** энергия. Кн. 2. Ветроэнергетика: Учебник / Кривцов В.С. и др. Харьков: Нац. космич. Ун-т, 2004. 519 с.
5. **Ресурсы** солнечной и ветровой энергии Чеченской Республики // Матер. Всерос. науч.-техн. конф. "Современные проблемы геологии, геофизики Северного Кавказа". Грозный: Академия наук Чеченской Республики, 2011. С. 288-296.
6. **Безруких П.П.** Использование энергии ветра // Техника, экономика, экология. М.: Колос, 2008. 196 с.
7. **Сибикин Ю.Д., Сибикин М.Ю.** Нетрадиционные возобновляемые источники энергии. М.: КНОРУС, 2010. 232 с.