

УДК 502.174.3

ЭНЕРГООБЕСПЕЧЕНИЕ УДАЛЕННЫХ СЕЛЬСКИХ РАЙОНОВ НА БАЗЕ КЛАСТЕРОВ ВИЭ

Велькин В.И.

*Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н.Ельцина
Екатеринбург, e-mail v.i.velkin@ustu.ru*

В последние 20 лет продолжается отток населения из удаленных районов и территорий России. Одна из причин такого положения – отсутствие надежного энергообеспечения, дороговизна органического топлива и его доставки. В этой связи классическое использование дизельгенераторов не считается специалистами единственным выходом. Вероятной альтернативой могли стать возобновляемые источники энергии, развитие которых во многих странах мира приобретает характер экспоненциального роста.

В условиях России в ближайшие 25-30 лет, ввиду особых географо-климатических особенностей (суровый климат и огромные территории) и наличия значительных запасов углеводородов, нецелесообразно с экономической точки зрения строительство больших энергетических моно-комплексов на базе ВИЭ.

Однако это не означает, что отказ от использования ВИЭ в России – верный вектор в энергетике [1]. Наоборот: стратегически важно для России внедрять ВИЭ на тех территориях, где есть необходимость сохранения и приумножения сельского населения, повышения привлекательности удаленных территорий надежностью и современностью энергетического обеспечения.

Применение моноэнергетических ВИЭ (например, ветро- или солнечных электростанций) целесообразно в определенных местах, имеющих значительный ветро- или солнечный потенциал [2]. Однако, отсутствие ветра или солнца, соответственно, в первом и во втором случае, может привести к полной потере энергоснабжения, обеспечивающих жизнедеятельность людей. Выходом из такого положения могут быть гибридные системы с расширенным набором разных видов возобновляемых источников – кластеры ВИЭ [кластер (англ. cluster), -группа объектов с общими признаками].

Среди возобновляемых источников энергии широко распространены ветроэнергетические, малые гидроэнергетические (в т.ч. микро-, мини- и малые ГЭС), солнечные установки: солнечные коллекторы (СК), солнечные фотоэлектрические преобразователи (ФЭП), биогазовые установки (БГУ), а в числе нетрадиционных источников энергии (тепла) – тепловые насосы с использованием низкопотенциального тепла грунта, сбросных вод очистных сооружений, тепловых стоков промышленных отходов или просто окружающего воздуха вплоть до небольших отрицательных температур.

Все указанные источники энергии могут использоваться в той или иной конфигурации в составе гибридных установок, состоящих из дизель- или газо-генератора (для гарантированного обеспечения энергией) и вариативного набора оборудования ВИЭ.

Так, известны гибридные ветро-солнечные, ветро-дизельные и дизель-ветро-солнечные установки, использующие два и три ВИЭ (соответственно, их можно классифицировать, как дуплекс- и трио-системы). Таким образом, теоретически возможно наращивание резервирования систем с учетом местных, региональных или территориальных возможностей, до quadro- (четырёх), пента- (пяти), сикстет- (шести), септ- (семи) видов НВИЭ в соответствующие кластеры.

В России, в Свердловской области в 2005 году был введён в эксплуатацию Энергоэффективный дом (п. Растущий, Белоярского района, пер. Профессорский, д.1).

Первая его особенность – реабилитация из бывшей фермы КРС, простоявшей более 18 лет без использования и возведение на её основе комфортного жилья. Вторая – использование, помимо ДГ, широкого спектра нетрадиционных и возобновляемых источников энергии (рис.1). [3]. В составе НВИЭ дома три ветроэнергетические установки суммарной установленной мощностью 8,3 кВт, ветронасос, 16 солнечных коллекторов тепловой мощностью 32 кВт, 80 фотоэлектрических преобразователей пиковой мощностью 2,4 кВт, тепловой насос мощностью 5,5 кВт и биогазовая установка рабочим объемом 2,2 м³) [4]. В рассматриваемом кластерном подходе указанная система обозначится, как септ-кластер: ДГ(1)+ВЭУ(2) +ВН(3)+ СК(4)+ ФЭП(5)+ТН(6)+БГУ(7). Кроме указанных НВИЭ, на близлежащей к Энергоэффективному дому плотине Верхне-Бобровского пруда была установлена переносная микро-ГЭС, успешные испытания которой прошли в сентябре 2011 г.. Таким образом, мГЭС также может быть включена в состав кластера, как элемент комплекса НВИЭ.



Рис. 1. Фото Энергоэффективного дома с комплексом нетрадиционных и возобновляемых источников энергии.

Различные сочетания кластеров ВИЭ могут стать востребованы лишь при определенных условиях (наличие соответствующих источников энергии), их рентабельность зависит от точного выбора видов ВИЭ, соотношения замещаемых каждым ВИЭ мощностей и, наконец, возможностей заказчика.

Для рассмотрения вопроса о соотношении замещаемых мощностей целесообразно ввести классификацию распределения кластеров ВИЭ по типам. Условно кластеры могут быть разделены на 5 крупных типов:

1. Микро-кластер (Эстет)
2. Мини-кластер (Аварийный)
3. Малый
4. Средний
5. Полный

Каждый из пяти указанных типов должен надежно обеспечить определённый уровень мощности (долю энергетических потребностей) от полной потребности в энергозатратах по объекту, независимо от отсутствия какого либо одного источника энергии (табл. 1).

Табл. 1.

Тип кластера	Обозначение	Доля обеспечения мощности (%%)
Полный (Full)	F	100
Средний (Middle)	M	50
Малый (Small)	S	20
Мини-кластер (Аварийный)	A	10
Микро-кластер (Эстет)	Э	5

Для представленной классификации с долями обеспечения энергетических затрат необходимо понимать, что «Полный-кластер» F обеспечивает уровень, соответствующий 100% потребностей каждого конкретного потребителя, а тип «Эстет» (или микро-кластер Э) гарантированно обеспечит только 5 % потребностей, которых хватит на эстетическое освещение территории, но может не хватить на аварийные нужды (например, функционирование мощной помпы при тушении пожара).

Важнейшим условием эффективности при построении энергетической системы на основе кластерного подхода, становится оптимизация внутренней структуры и по видам ВИЭ, и по мощностям.

В данном случае при построении «долевого» распределения между установками ВИЭ необходимо исходить из того, что в любой момент времени гибридный энергетический кластер (комплекс ВИЭ) должен обеспечить надежное покрытие нагрузок, соответствующих мощностям, представленным в (табл.1).

Оптимизация внутренней структуры кластера по типам и мощностям означает выбор установленной мощности для каждого вида оборудования ВИЭ, входящего в состав кластера гибридной ЭС.

Так, для микро-кластера «Эстет» необходимой гарантированной долей (в соответствии с табл. 1) будут являться 5%, которые должен обеспечить, с одной стороны, ДГ. В то же время, «гибридность» «Эстет»- кластера должна быть поддержана в дуплекс-системе ветроустановкой соответствующей мощности, покрывающей те же 5% потребностей, либо другим видом ВИЭ.

В табл. 2 представлены возможные сочетания ВИЭ по кластеру «Э» и долям мощности:

Табл. 2.

Микро-кластер ВИЭ (Эстет) (5%)

Тип кластера	Состав энергетического оборудования кластера	Покрываемая мощность в % от потребляемой
Двойной гибрид Э-2	ДГ+ВЭУ Э-2	5%+5%
Трио-кластер Э-3	ДГ+ВЭУ+ФЭП	5%+4%+1%
Квадро-кластер Э-4	ДГ+ВЭУ+ФЭП+ТН	4%+3%+0,5%+1,5%
Пента-кластер Э-5	ДГ+ВЭУ+ФЭП+ТН+мГЭС	4%+2%+0%+1%+2%
Сикстет-кластер Э-6	ДГ+ВЭУ+ФЭП+ТН+мГЭС +БГУ	3%+2%+0,5%+1%+2%+0,5%

Необходимость введения кластерного подхода в энергообеспечении сельских районов России определяется целым спектром особенностей нашей страны:

- протяженностью территорий;
- удаленностью потребителей от централизованных сетей;
- необходимостью (в отсутствие ВИЭ) обеспечения топливом на продолжительный период (сокращение Северного завоза);

- низкой плотностью населения в удаленных районах;
- актуальностью поддержания демографического уровня населения;
- необходимостью повышения качества жизни, благосостояния и (для некоторых районов) сохранение этноса;
- средним невысоким уровнем доходов значительной части населения, особенно в сельской местности.

Последнее обстоятельство для России имеет немаловажное значение в связи с невозможностью частных потребителей ориентироваться на кластеры S, M, F из-за высокой удельной стоимости установленной мощности и, как следствие, общей цены оборудования.

Важная составляющая затрат – стоимость удельной мощности оборудования ВИЭ, которая определяет цену оборудования в целом. Состояние и потенциальное изменение установленной мощности, текущей и ожидаемой стоимости энергии от ВИЭ известны и представлены в (табл.3).

Табл. 3

Технологии ВИЭ	Уровень уст.мощности и её рост за 5 лет (% в год)	Удельная стоимость уст.мощности (\$ / кВт)	Текущая стоимость энергии новых систем (ц /кВт*ч)	Ожидаемая стоимость в будущем (ц /кВт*ч)
Эл. энергия ВЭУ	204 ГВт /25%	1100-1700	5-13	3-10
Фотоэлектричество	39,8ГВт /30%	5000-10000	25-125	5-25
Эл. энергия от солнечных ТЭС	1,1 ГВт / 5%	3000-4000	12-18	4-10
Низкопотенциальное тепло от солн. уст.	28 ГВт(т) /8%	500-1700	3-20	2-10
Эл. энергия от ГЭС				
- мощных	672 ГВт (2%)	1000-3500	2-8	2-8
- малых	35 ГВт (3%)	1200-3000	4-10	3-10
Биомасса				
- электричество	59 ГВт (3%)	900-3000	5-15	4-10
- тепло	254 ГВт (3%)	250-750	1-5	1-5

Задачи, стоящие перед Российской возобновляемой энергетикой, требуют поиска нового подхода при решении проблемы устойчивого гарантированного и экономически целесообразного для удаленных объектов, регионов, территорий обеспечения энергией.

В качестве такого подхода и предлагается использование расширенного комплексного применения различных видов ВИЭ (кластеров) с учетом возможностей природно-климатического потенциала конкретного региона, территории.

Заказчик (муниципалитеты, мелкие производители, частные лица) на удаленных территориях смогут сами выбирать тип кластера и соотношения по видам ВИЭ в зависимости от потребностей и возможностей. При этом, мотивами для роста интереса к ВИЭ (как и во всем мире), являются увеличение стоимости органических топлив, конечность их запасов на планете и объективный вектор на постепенное снижение удельных затрат при использовании ВИЭ в мире.

С учетом специфики России (протяженность транспортных коммуникаций (или их отсутствие), гигантские территории, резко-континентальный климат с низкопо-

тенциальными ветрами (3-5 м/с) и относительно низкая инсоляция-250-400 Вт/м²), кластерный подход при использовании возобновляемых источников энергии становится более конкурентоспособной альтернативой. Он может интенсифицировать процесс внедрения ВИЭ, постепенно вывести его на другой уровень и способствовать реализации программы по достижению намеченных в стране индикаторов к 2020 г.- 4,5 %, а к 2030 г – 7% выработки энергии за счет возобновляемых источников энергии.

Принципиальная схема функционирования септ-кластера на объекте «Энерго-эффективный дом» представлена на (рис. 2).

Представленная схема функционирования позволила в период 2006 по 2012 год провести исследования, накопить практический опыт использования и оценить экономическую целесообразность применения различных типов кластеров нетрадиционных и возобновляемых источников энергии [4].

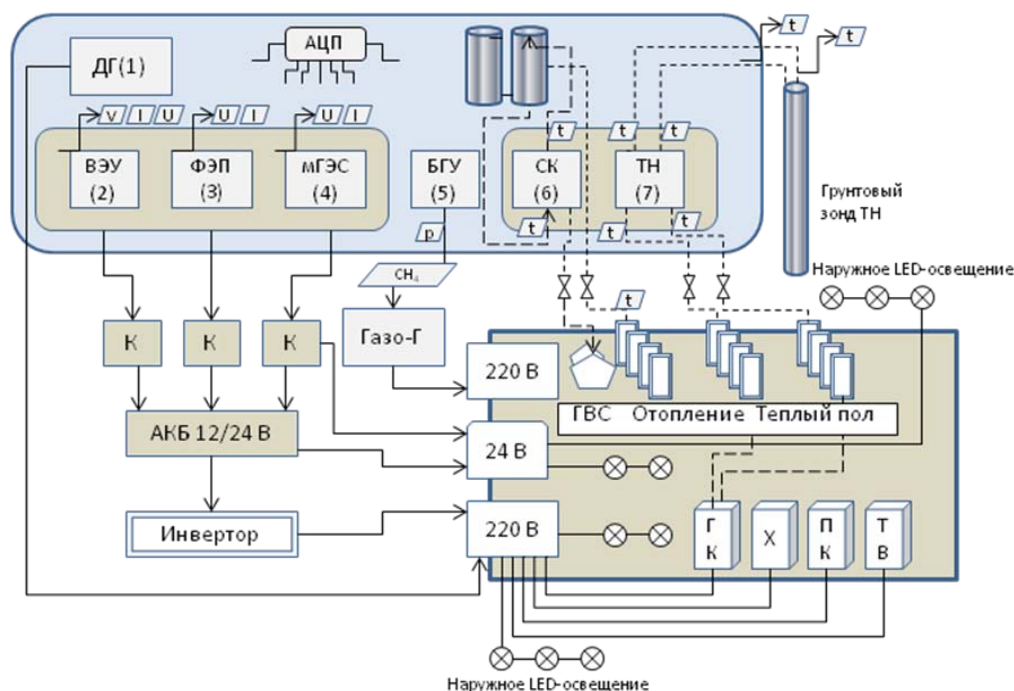


Рис. 2. Схема функционирования септ-кластера НВИЭ в энергообеспечении Энергоэффективного дома.

ДГ-дизельгенератор; ВЭУ-ветроэнергетические установки; ФЭП- фотоэлектрические преобразователи; МГЭС-микро гидроэлектрическая станция; БГУ-биогазовая установка на отходах жизнедеятельности; СК-солнечные коллекторы; К-контроллеры; Газо-Г – низконапорный газогенератор на очищенном биогазе; АКБ-аккумуляторные батареи; ТН-тепловой насос с грунтовым зондом (источник низкопотенциальной энергии); ГК-газовый котел «Vaillant»; X –абсорбционный холодильник; ПК-персональный компьютер; ТВ-телевизор, радио; LED-освещение –освещение на базе светодиодов; АЦП-аналого-цифровой преобразователь.

По своим мощностным параметрам септ-кластер Энергоэффективного дома обеспечивал до 15% от уровня «Full» и гарантировал минимальные (аварийные) потребности. В их числе:

- дежурное освещение помещений в доме,
- декоративное освещение территории светодиодными LED-светильниками;
- питание автоматики газовых котлов;

- энергообеспечение скважного насоса для подачи воды;
- электропитание средств коммуникаций (телевидение, радио, телефон, компьютеры);
- энергообеспечение энергомалозатратных бытовых абсорбционных холодильников;
- обеспечение ГВС в период с апреля по октябрь;
- отопление тех.блока (круглогодично);
- использование низкоэнергоёмких электроинструментов;
- энергообеспечение кондиционера в дни повышенной инсоляции;
- гарантированное энергообеспечение пожарной электропомпы.

Для определения оптимального состава оборудования в кластере ВИЭ разработан и опробован математический алгоритм с применением регрессионного анализа многофакторной модели [5].

Литература

1. Безруких П.П., Стребков Д.С. Состояние и перспективы развития возобновляемых источников энергии в России.// Малая энергетика.-М.: ОАО «НИИЭС», 2008, №4-5.
2. Велькин В.И., Щеклеин С.Е., Власов В.В., Тягунов Г.В. Оптимизация структуры ВИЭ для обеспечения ответственных потребителей автономного жилого дома//Тезисы 6-го Всероссийского Совещания по энергосбережению, Екатеринбург, 2005 г.
3. Велькин В.И., Щеклеин С.Е., Тягунов Г.В. Первые результаты инновационного проекта «Энергоэффективный дом» в Свердловской области//«Энергоанализ и энергоэффективность», Екатеринбург, 2005.
4. Велькин В.И., С.Е.Щеклеин, Г.В.Тягунов. Инновационный проект вузов Свердловской области «Энергоэффективный дом для села» // Тезисы конференции «Региональные проблемы энергосбережения и пути их решения», Нижний Новгород, 2005
5. Велькин В.И., Логинов М.И. Выбор оптимального состава оборудования в кластере возобновляемых источников энергии на основе регрессионного анализа// «Альтернативная энергетика и экология» №3, 2012, С. 46-51.