

Опыт внедрения солнечно-ветровых автономных энергетических установок для электроснабжения фермерских хозяйств Астраханской области

Зайнутдинов Р. А., инж.

Астраханский государственный университет

Рассмотрены направления энергоснабжения фермерских хозяйств, удаленных от линий электропередачи, с применением солнечных модулей и ветрогенераторов. Описаны технические решения, основанные на технологиях экологически чистой возобновляемой энергетики.

Ключевые слова: автономное энергоснабжение, фермерские хозяйства, новые разработки, солнечные модули, ветроэнергетика.

Более 2/3 территории РФ не охвачено централизованным электроснабжением, а на значительной ее части отсутствуют какие-либо источники энергии. Децентрализация энергоснабжения является жизненной необходимостью для населения, проживающего на огромных пространствах страны, и мощным стимулом для вовлечения этих территорий в хозяйственную деятельность. Решить эту задачу можно на основе экологически чистой возобновляемой энергетики. Автономное энергоснабжение — ниша, где использование ВИЭ уже сегодня экономически оправданно [1]. В последние годы интерес к ВИЭ наблюдается в различных регионах нашей страны, в том числе в Астраханской области.

В 2010 г. в Астраханском государственном университете были организованы выставка “Оборудование альтернативной энергетики регионам России-2010” и научно-практический семинар “Альтернативная энергетика и энергосбережение в регионах России”. Астраханская область расположена в зоне пустынь и полупустынь. Большое число солнечных дней в году и достаточно сильные ветры делают данный регион привлекательным для внедрения солнечной и ветровой энергетики. На территории области сосредоточено много животноводческих ферм, что создает перспективу для внедрения также биогазовых установок.

В соответствии с комплексной целевой программой “Энергосбережение и повышение энергетической эффективности в Астраханской области на 2010 – 2014 годы и перспективу до 2020 года” доля электрической энергии, произведенной генерирующими объектами, функционирующими на основе использования ВЭИ, в совокупном объеме производства электроэнергии должна составить к концу 2020 г. не менее 4,5 %, особенно учитывая, что

область относится к энергодефицитным регионам Российской Федерации.

На основе проведенного анализа климатических особенностей региона [2, 3] было установлено, что наиболее перспективное направление энергоснабжения фермерских хозяйств на территории области — внедрение автономных энергетических систем с применением солнечных модулей и ветрогенераторов. Эффективность солнечных модулей обусловлена большим приходом солнечной радиации на горизонтальную поверхность (рис. 1) и значительным количеством ясных дней и дней с переменной облачностью (рис. 2). От числа ясных дней зависит эффективность использования солнечных электростанций. В Астраханской области их применение наиболее благоприятно в марте-октябре.

С целью оптимального планирования размещения солнечных электростанций имеет смысл воспользоваться техноценологическим подходом [4]. Была проанализирована статистическая информация об электропотреблении муниципальных образований. В качестве особой техноценоза представлены муниципальные образования (МО) Астраханской области, каждое из которых имеет свой объем электропотребления. Всего в области 163 МО.

Рангово-параметрические распределения построены на основе данных об электропотреблении для 159 МО за период 2005 – 2010 гг. Изначально каждое распределение техноценоза в аналитической или графической форме представляет собой совокупность точек, получаемых по эмпирическим данным [5]:

$$(x_1, y_1); (x_2, y_2); \dots; (x_i, y_i); \dots; (x_n, y_n),$$

где i — формальный индекс; n — общее количество точек.

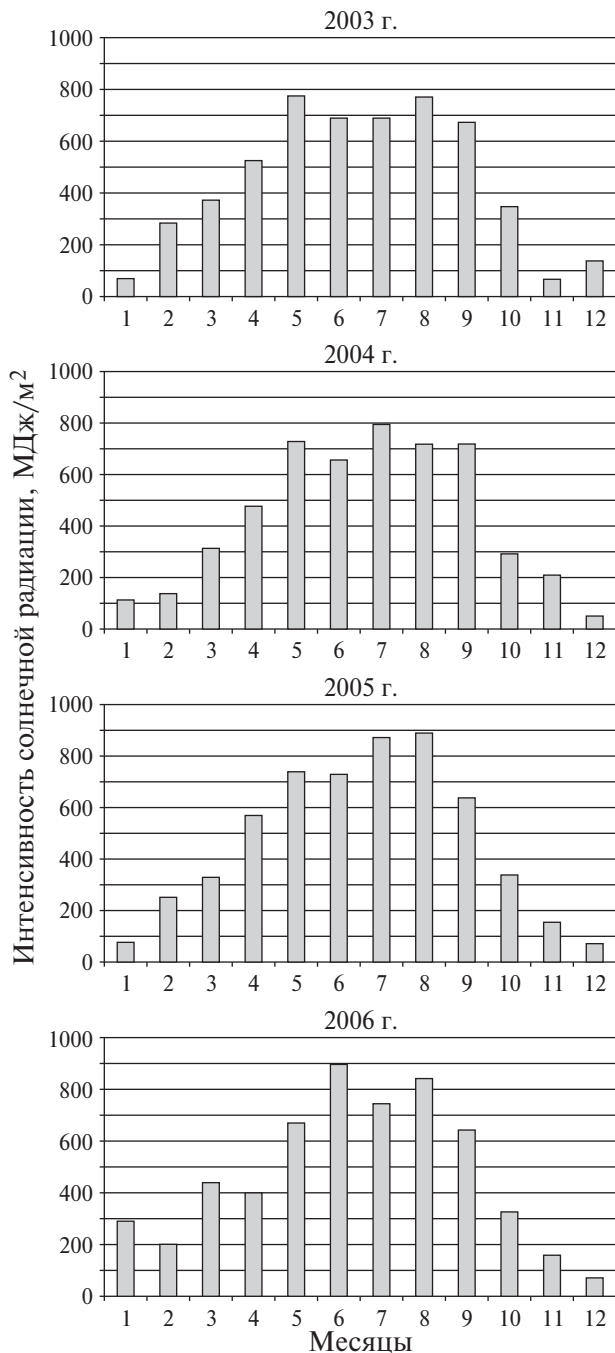


Рис. 1. Диаграмма распределения прямой солнечной радиации на горизонтальную поверхность

Табулированное ранговое распределение объединяет полную статистику о техноценозе (см. таблицу). На основе полученного табулированного распределения построены ранговые распределения (рис. 3).

Техноценологический анализ электропотребления МО за несколько лет позволил выявить объекты с аномальным электропотреблением. Среди них объекты с аномально низким электропотреблением. Это Покровский, Федоровский и Средневожский сельсоветы. На их территориях рекомендуется

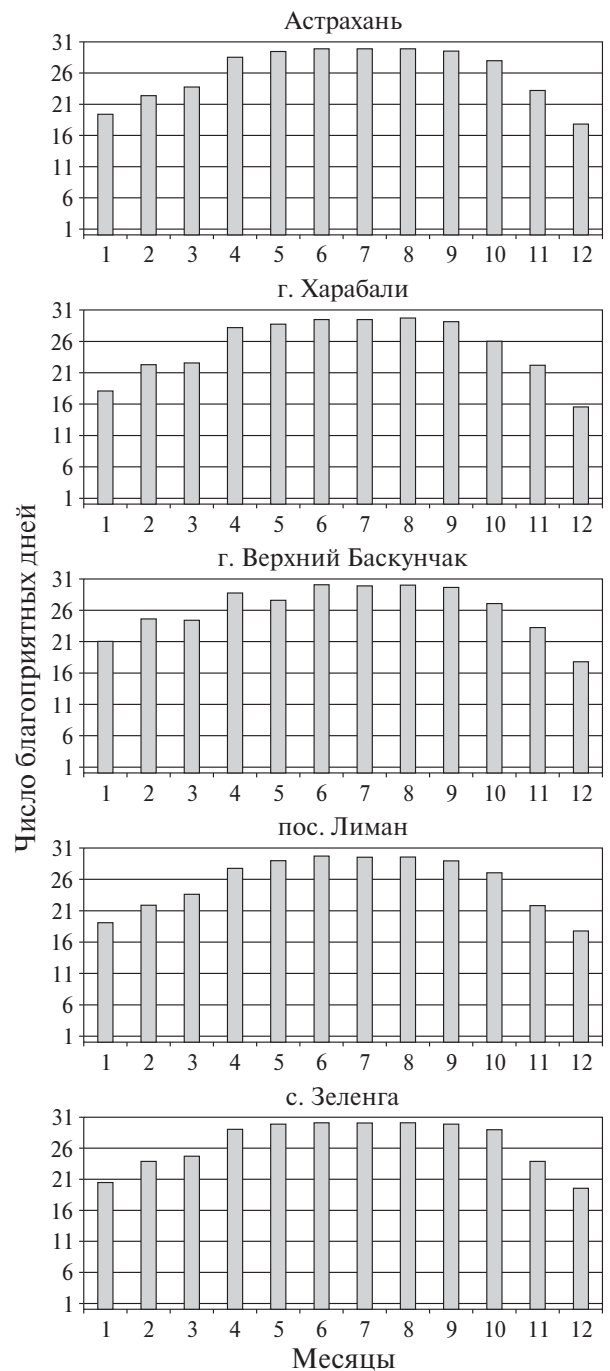


Рис. 2. Диаграмма распределения количества ясных дней и дней с переменной облачностью по месяцам

строительство электростанций с использованием ВИЭ [6].

В области существуют многочисленные фермерские хозяйства, удаленные от линий электропередачи на десятки километров. Сооружение ЛЭП и подключение к сети — дорогостоящие мероприятия. Но подключение еще не гарантирует высокого качества электроснабжения. Анализ обращений владельцев частных домовладений, расположенных в отдельных поселениях, показывает, что напря-

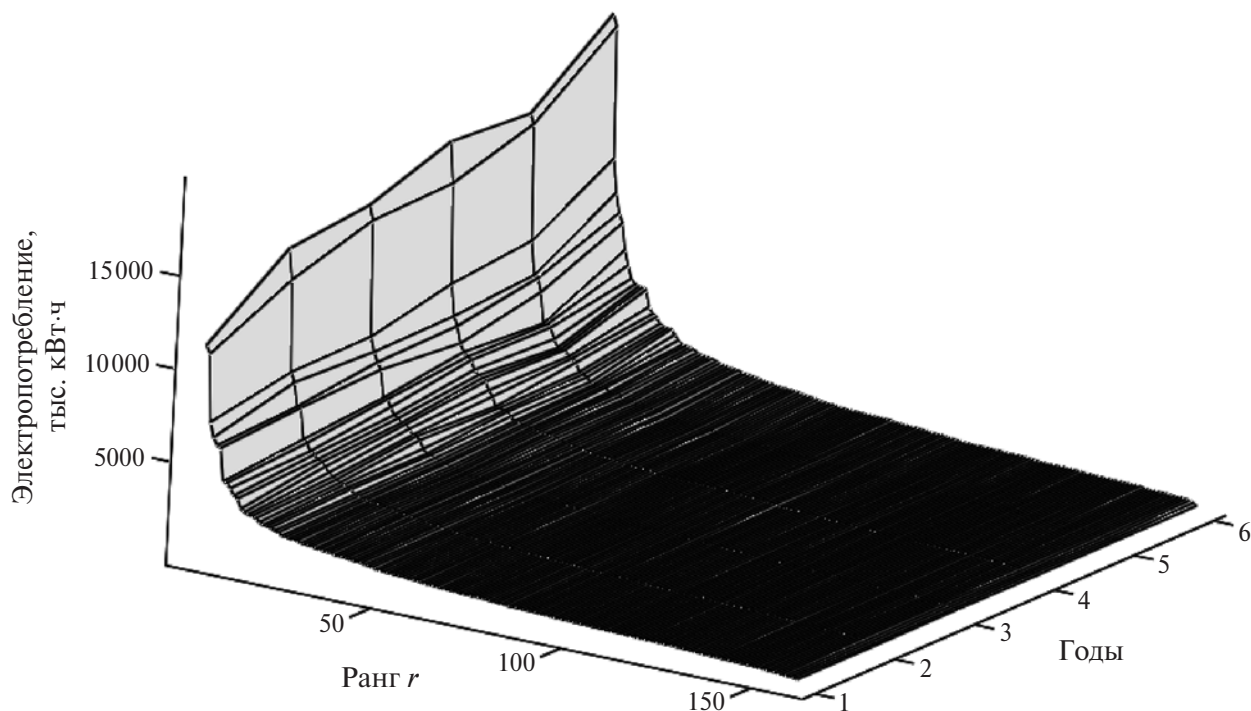


Рис. 3. Трехмерная ранговая поверхность техноценоза

Ранг	Наименование МО	Табулированное ранговое распределение электропотребления, млн кВт · ч						
		Январь	Февраль	Март	...	...	Ноябрь	Декабрь
1	г. Харабали	1,117000	1,123000	0,994000	...	...	1,037000	1,451000
2	Черноярский сельсовет	1,034000	0,848000	0,812000	...	...	0,596000	0,814000
3	Икрянинский сельсовет	0,776000	0,443000	0,446000	...	...	0,495000	0,603000
4	г. Камызяк	0,636000	0,552000	0,552000	...	...	0,600000	0,636000
...
157	Джанайский сельсовет	0,002000	0,001000	0,000500	...	...	0,000800	0,001000
158	Степновский сельсовет	0,002000	0,014000	0,016000	...	...	0,010000	0,010000
159	Новокрасинский сельсовет	0,000283	0,018000	0,019000	...	...	0,015000	0,015000

жение в сети в часы максимальной нагрузки снижается в некоторых случаях до 140 В, что отрицательно сказывается на работе и сокращает срок службы электрооборудования. Поэтому электроснабжение фермерских хозяйств осуществляется дизель- или бензо-генераторами, которые негативно влияют на окружающую среду. Кроме того, цены на топливо постоянно повышаются.

Современное фермерское хозяйство немислимо без применения электрооборудования, что актуализирует использование ВИЭ. Эффективность их применения обоснована в [7, 8], где электроснабжение фермерского хозяйства, удаленного от линий электропередачи, рекомендуется осуществлять несколькими способами с помощью оборудования возобновляемой энергетики. Наибольшее рас-

пространение находят системы на основе ветрогенераторов, солнечных модулей и комбинированные солнечно-ветровые установки.

Ветроэнергетическая система. В качестве примера ветроэнергетической системы можно привести автономную энергетическую установку, генерирующую электроэнергию для фермерского хозяйства, расположенного в Харабалинском районе Астраханской области. Здесь установлен ветрогенератор выходной мощностью 500 Вт. Система также включает в себя один контроллер заряда, две аккумуляторные батареи (изготовлены по технологии AGM) емкостью 200 А·ч каждая, инвертор выходной мощностью 1500 Вт. Практика показала, что выработка электроэнергии ветрогенератором в летнее время значительно снижается, в связи с чем в систему добавили два солнечных модуля суммарной мощностью 240 Вт. Система предназначена для питания нескольких осветительных приборов, небольшого холодильника, телевизора и другой маломощной бытовой техники.

Автономный уличный фонарь с применением солнечного модуля. Примером малой энергетической системы с использованием солнечных модулей служит автономный уличный фонарь, размещенный в с. Старая Кучергановка Астраханской области. В его состав входят солнечный модуль мощностью 150 Вт, специальный контроллер заряда с таймером включения светильника, две аккумуляторные батареи (также изготовлены по технологии AGM) емкостью 55 А·ч каждая, светодиодный светильник мощностью 30 Вт (аналог светильника РКУ с ДРЛ 125) на напряжение постоянного тока 24 В. Уличный фонарь установлен для освещения исторического мемориала.

В ходе эксплуатации был выявлен недостаток. При продолжительной облачности в зимний период наблюдается преждевременное отключение светильника в вечернее время, что обусловлено недостаточным зарядом аккумуляторных батарей.

Автономная комбинированная солнечно-ветровая энергетическая система. Наиболее перспективным решением проблемы энергоснабжения удаленных поселений, в том числе фермерских хозяйств, является построение автономных комбинированных систем, где устройствами генерации электроэнергии служат солнечные модули и ветрогенератор. Решение о построении комбинированной системы принято на основе данных о климатических особенностях области и опыта эксплуатации других энергетиче-



Рис. 4

ских установок на базе ВИЭ. В соответствии с метеорологическими сведениями суммарная солнечная радиация достигает максимальных значений в период с апреля по сентябрь. Средняя скорость ветра в данный период составляет 4 м/с, что недостаточно для оптимальной выработки электроэнергии от ветрогенератора. Однако с октября по апрель средняя скорость ветра возрастает, но солнечная радиация минимальна. В итоге комбинированная система (рис. 4) обеспечивает стабильное электроснабжение фермерского хозяйства в течение всего года.

Исходными данными для проектирования автономной энергоустановки служили сведения об имеющемся в хозяйстве электрооборудовании и режимах его работы в течение суток. Основные элементы установки: солнечные модули (Kvazar, Украина), ветрогенератор (Exmork, Китай), гибридный контроллер заряда с балластом (Hefei, Китай), аккумуляторные батареи (Haze, Англия, Китай) и инвертор (Tripp Lite, США). Применено шесть солнечных модулей мощностью 185 Вт каждый на номинальное напряжение 24 В. Суммарная мощность солнечных моду-

лей составила 1110 Вт, номинальное напряжение постоянного тока — 48 В.

Трехфазный ветрогенератор мощностью 3000 Вт и солнечные батареи подключаются к гибриднему контроллеру, который осуществляет выпрямление переменного напряжения ветрогенератора в напряжение постоянного тока 48 В, заряд аккумуляторных батарей по специальному алгоритму и сброс избытка вырабатываемой электроэнергии от ветрогенератора на балласт при полном заряде аккумуляторных батарей. Емкость и число аккумуляторных батарей выбирают по объему потребления электроэнергии в сутки с запасом на определенное количество часов на случай облачной погоды и безветрия. Было установлено восемь аккумуляторных батарей. Емкость каждой батареи — 200 А·ч, напряжение — 12 В. Для автономных и резервных систем электроснабжения применяются VRLA батареи (Valve Regulated Lead Acid — свинцово-кислотные батареи с клапанным регулированием), изготовленные по технологиям AGM и GEL.

При выборе инвертора основными параметрами являются его выходная мощность и напряжение постоянного тока, который преобразуется в 220 В переменного тока. Кроме того, немаловажны также форма выходного сигнала и качество сборки. Имеется немало инверторов разной мощности с формой выходного сигнала “синус” или “модифицированный синус”. Применение инвертора с формой выходного сигнала “модифицированный синус” может негативно отразиться на работе электроприборов, чувствительных к его форме, например насосов. В рассматриваемом фермерском хозяйстве был установлен инвертор выходной мощностью 6 кВт на напряжение постоянного тока 48 В, выходной сигнал “синус”.

Первоначально данная система имела два отдельных контроллера заряда для солнечных батарей и ветрогенератора. В процессе эксплуатации возникало рассогласование их работы, которое привело к выходу из строя контроллера ветрогенератора. Пришлось установить один гибридный контроллер, в котором предусмотрена согласованная работа двух источников электроэнергии.

Полученный опыт внедрения автономных энергоустановок для электроснабжения фермерских хозяйств позволяет сделать вывод, что наибольшей популярностью в Астраханской области пользуются маломощные автономные энергетические системы с применением солнечных модулей. Такой выбор

обусловлен относительно низкой стоимостью комплекта оборудования, высокой надежностью (срок службы солнечных модулей — более 20 лет), легкостью монтажа (систему с солнечными модулями фермер может установить самостоятельно в кратчайшие сроки).

Несмотря на отсутствие со стороны государства явной поддержки возобновляемой энергетики, интерес к ней ежегодно растет. Заметен и увеличивающийся спрос на оборудование возобновляемой энергетики, что объясняется снижением стоимости солнечных модулей и ветрогенераторов и повышением тарифов на традиционные энергоресурсы.

Перспектива развития солнечной и ветровой энергетики в Астраханской области весьма велика. Это обусловлено необходимостью увеличения генерирующих мощностей, обветшанием существующих линий электропередачи и трансформаторных подстанций, стремлением к улучшению социально-демографической обстановки удаленных поселений и фермерских хозяйств.

Список литературы

1. Стребков Д. С., Харченко В. В. Роль и место ВИЭ в развитии глобальной энергетики. — Малая энергетика, 2011, № 3 — 4.
2. Вознесенская Л. М., Зайнутдинов Р. А. Климатические условия Астраханской области как фактор перспективности солнечной энергетики. — Электрика, 2008, № 9.
3. Вознесенская Л. М., Зайнутдинова Л. Х., Зайнутдинов Р. А. Радиационный режим Астраханской области как фактор перспективности развития солнечной энергетики. — В кн.: Экокультура и фитобиотехнологии улучшения качества жизни на Каспии. Материалы международной конференции (Астрахань, 7 — 10 декабря 2010 г.). Астрахань: Издательский дом “Астраханский университет”, 2010.
4. Пушин Л. С. Ценология — это просто. — В кн.: Ценологические исследования. М.: Технетика, 2010, вып. 45.
5. Гнатюк В. И. Закон оптимального построения техноценозов. — В кн.: Ценологические исследования. М.: Изд-во ТГУ — Центр системных исследований, 2005, вып. 29.
6. Зайнутдинов Р. А. Ранговое параметрическое распределение муниципальных образований региона по электропотреблению. — Вестник УГАТУ, 2012, т. 16, № 3 (48).
7. Анализ эффективности применения ветроэнергетических установок по районам Астраханской области / А. Р. Абельдаев, В. А. Беляева, Д. В. Жаворонков, Р. А. Зайнутдинов. — Электрика, 2007, № 7.
8. Зайнутдинов Р. А. Перспективы развития альтернативной энергетики в Астраханской области. — В кн.: Повышение эффективности электрического хозяйства потребителей в условиях ресурсных ограничений. Материалы всероссийской науч.-практ. конф. (Москва, 16 — 20 ноября 2009 г.). М.: Технетика, 2009.