

Боженко А. Л.,
ведущий специалист кафедры качества, стандартизации и техногенно-экологической безопасности ЧГУ имени Петра Могилы, г. Николаев, Украина

Кубов В. И.,
канд. техн. наук, доцент кафедры медицинских приборов и систем, ЧГУ имени Петра Могилы, г. Николаев, Украина

Зюляев Д. Д.,
аспирант кафедры экологии и природопользования, ЧГУ имени Петра Могилы, г. Николаев, Украина

Павленко А. А.,
магистрант кафедры медицинских приборов и систем, ЧГУ имени Петра Могилы, г. Николаев, Украина

ОЦЕНКА ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСТОЧНИКОВ «ЗЕЛеной» ЭНЕРГИИ МАЛОЙ МОЩНОСТИ ДЛЯ ДАЧНОГО ИЛИ ПРИУСАДЕБНОГО ХОЗЯЙСТВА

Рассматриваются вопросы энергетической и экономической целесообразности использования установок солнечной и ветровой энергетики на приусадебных участках Николаевской области. Показано, что Николаевская область имеет потенциал для эффективного использования солнечной и ветровой энергии.

Ключевые слова: ветровая энергетика; солнечная энергетика; коэффициент использования установленной мощности.

Постановка проблемы.

Для Украины как страны, не обладающей значительными запасами нефти и газа, всегда актуальны поиски других источников энергии. Кроме того, экономический кризис делает электроэнергию, которая не является дефицитным ресурсом в Украине, всё более дорогой для конечного потребителя. С другой стороны, многие альтернативные источники энергии на данном этапе развития отрасли эффективны только при наличии «зелёных тарифов» и других форм субсидирования со стороны государства. Таким образом, частное лицо, которое не планирует производить энергию в больших масштабах, рискует неэффективно вложить деньги в энергетическую установку.

Анализ первоисточников.

Информация об альтернативных источниках энергии является довольно разнородной и противоречивой. Важные технические данные о современных установках альтернативной энергетики, предоставленные производителем, всегда носят рекламный характер, а научные доклады и статьи являются отражением противостояния в современной экономике производителей традиционных и нетрадиционных энергетических установок. Вследствие активного развития данного сектора энергетики, актуальная информация постоянно обновляется, что требует регулярных осмотров новых публикаций по теме.

Цель данной статьи.

Анализ энергетической и экономической целесообразности использования установок солнечной и

ветровой энергетики на приусадебных участках Николаевской области, путем сравнения их стоимости.

Основные критерии при выборе солнечных и ветровых установок.

Эффективность солнечных батарей определяется их энергетической эффективностью, затратами на обслуживание и стоимостью батарей. Данные по стоимости можно найти у конкретного изготовителя, и во многом этот фактор определяется технологией изготовления батареи [12]. Энергетические характеристики солнечной фотоэлектрической батареи зависят от двух главных факторов:

1. Параметров непосредственно самой батареи и характеристик составляющих ее фотоэлементов.
2. Величины потока солнечного излучения в конкретном месте и в конкретных условиях.

При выборе ветровой установки базовым критерием является её мощность. Важно учитывать, что мощность ветряка очень сильно меняется, в зависимости от скорости ветра. Установка с заявленной мощностью 1 кВт при расчетной скорости 12 м/с даст максимум 0,4 кВт при 9 м/с, хотя на первый взгляд она может показаться более выгодной, чем ВЭУ 0,5 кВт с расчетной скоростью ветра 9 м/с. Особенно при приблизительно равной цене [1].

Оптимальная скорость ветра для маломощных (0,5–2 кВт) генераторов составляет 7–8 м/с, и 10–12 м/с для генераторов мощностью более 10 кВт [6]. Практически все источники называют скорости ветра ниже

4 м/с нерентабельними и рекомендуют рассматривать проекты по ветроэнергетике при средней скорости ветра в регионе от 5 м/с. При этом, для частного сектора маловероятно обеспечение обогрева помещений для наших, достаточно холодных широт.

Для определения средней скорости ветра в данной географической точке можно воспользоваться данными местной метеостанции, но намного целесообразнее, хотя и труднее в исполнении, провести измерения ветра на разных высотах в том конкретном месте, где предполагается установка мачты. Такие измерения следует выполнять на протяжении некоторого – статистически значимого, интервала времени, так как скорость ветра может значительно отличаться даже на небольшом расстоянии, что определяют многие факторы, в первую очередь шероховатость поверхности [1; 2; 3].

При использовании данных метеонаблюдений о средних скоростях ветра также следует учитывать, что они соответствуют конкретным рельефным и ландшафтным условиям в районе метеостанции. Некоторые фирмы предлагают прокат соответствующего измерительного оборудования и консультации по его использованию для желающих купить у них ВЭУ.

Упрощенная формула расчета реально отдаваемой ветром мощности P в зависимости от скорости ветра V и диаметра винта D [1; 2]:

$$P\{kW\} = D\{m\}^2 \cdot V\{m/s\}^3 / 7000$$

Из формулы следует, что при равной мощности ВЭУ следует выбирать ту, у которой диаметр ветроколеса больше. Надо понимать, что из технических особенностей конкретной модели ВЭУ эта формула учитывает только диаметр лопастей, так что она даёт лишь приблизительную информацию, которую желательно уточнить у производителя или у третьих лиц.

Как это ни парадоксально, но чем меньше лопастей в ветроколесе, тем выше его КПД. Это проверено теоретически и практически (продувками в аэродинамической трубе), хотя разница между 1, 2 и 3 лопастями незначительна [1].

Некоторые источники категорически не рекомендуют установку любых ВЭУ в городской местности [1; 3]. Так, в издании Which magazine протестирована малогабаритная Windsave турбина (диаметр ротора 1,8 м) в черте одного из городов Великобритании, где скорость ветра была 4,7 м/с. В связи с тем, что эта модель была снабжена контроллером, который потреблял электроэнергию даже в безветрие, установка потребила больше энергии, чем произвела за шестимесячный период [3]. Тем не менее, исследования в этой области пока не прекращаются: архитекторы ищут способы использовать ВЭУ для обеспечения части энергоснабжения новых проектов небоскрёбов. Такие поиски ведутся в основном в странах, граничащих с морем, лучше океаном, например в Юго-Восточной Азии, и продолжаются в Великобритании [4]. Что касается солнечных батарей, то они в

городах разной этажности могут использоваться на крышах зданий.

Если планируется установка ВЭУ рядом с частным домом, то высота мачты должна быть на 3–5 м выше дома [1]. Более оптимальным считается расположение на расстоянии от дома, не меньшем трёхкратной высоты дома, в связи с чем, такие установки наиболее целесообразны на хуторах, околицах сёл. При наличии высоких деревьев, установку следует соорудить на расстоянии, равном двукратной их высоте, соответственно ветроустановки более целесообразно использовать с той стороны населённого пункта, где нет лесопосадок. Если местность неровная, ВЭУ следует устанавливать на вершине холма, учитывая расположение домов.

Высота мачты относительно крыш близлежащих зданий влияет на шумовое загрязнение и определяет скорость ветра, на которой будет работать данная установка. В среднем, если принять скорость потока на высоте 10 м за 1, то на высоте 5 м она составит 0,87; 15 м – 1,08; 20 м – 1,15; 25 м – 1,20. А если учесть кубическую зависимость, то энергетика для 5 м – 0,66; 15 м – 1,28; 20 м – 1,52; 25 м – 1,73. Таким образом, одна и та же ветроустановка на мачте 20 м по сравнению с 5 м даст энергии в (1,52/0,66) 2,3 раза больше [1].

Результаты одновременных измерений скорости ветра и инсоляции в г. Николаев.

На автоматизированном цифровом исследовательском комплексе ЧДУ им. Петра Могилы (г. Николаев) проводились одновременные исследования скорости ветра и инсоляции в течение 461 суток с августа 2013 по октябрь 2014. На рис. 1 приведены примеры многочасовых вариаций среднесуточных значений скорости ветра (показатель 1000rpm анемометра отвечает скорости ветра приблизительно 4,7 м/с) и фототока солнечных фотозлектрических батарей (максимальный ток батареи приблизительно 1,7 А для условий 1,5 АМ – максимальная освещённость летом днём) [13].

Как и следовало ожидать, наибольший ветер был в зимний период, а наибольшая инсоляция летом. Среднесуточные значения скорости ветра на крыше университета изменялись от 0,5 до 5 м/с, при среднем значении 1,85 м/с. Среднесуточные значения фототока в безоблачные дни изменялись от 0,43 А летом до 0,26 А зимой. При условиях значительной облачности (преимущественно зимой) фототок уменьшается в несколько десятков раз, по этому среднее значение фототока на многодневном интервале достигает лишь 0,25 А, что приблизительно в 7 раз меньше максимального паспортного фототока этой батареи.

Для удобства дальнейших расчётов значения скорости ветра и фототока были нормированы к соответствующим средним значениям. На рис. 2 представлена двумерная гистограмма нормированных среднесуточных значений скорости ветра и инсоляции.

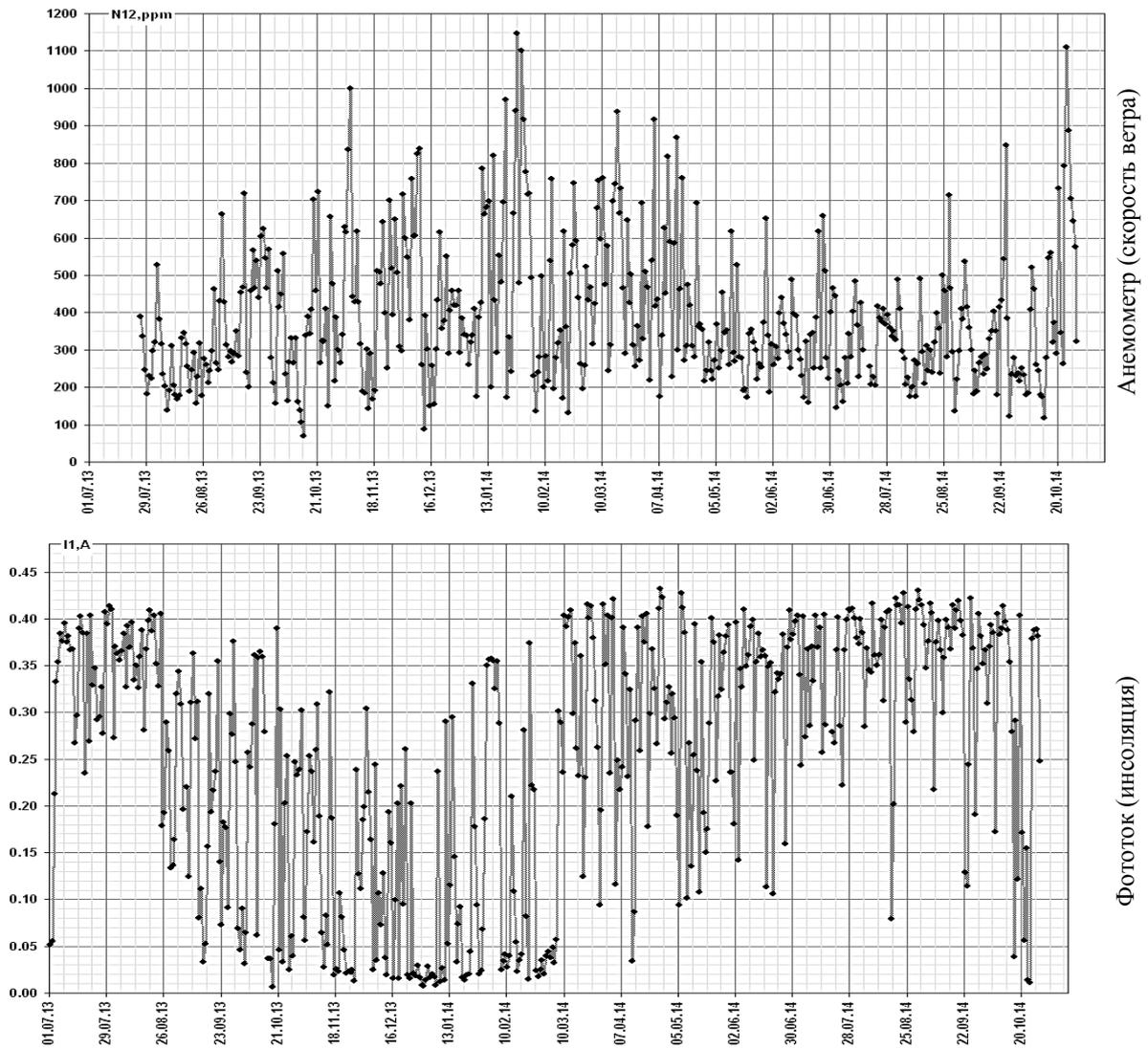
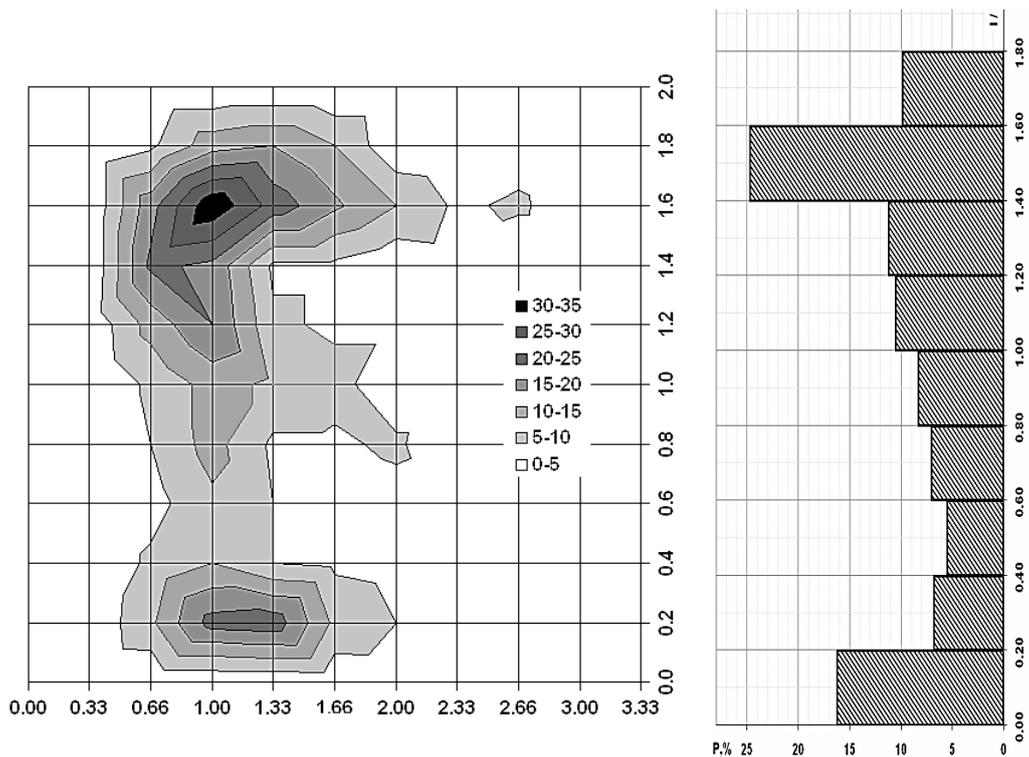


Рис. 1. Вариации среднесуточных значений ветра и инсоляции



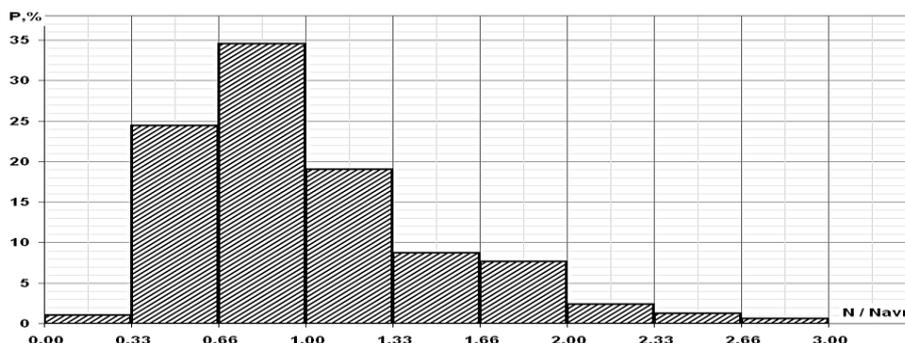


Рис. 2. Взаимная статистика скорости ветра (горизонтальная ось) и инсоляции (вертикальная ось)

Рядом с соответствующей осью приведена обычная, одномерная гистограмма вероятности определённых значений скорости ветра и инсоляции. Средним значениям ветра и инсоляции соответствует точка с координатами (1,1) на двумерной гистограмме.

Для более определённой оценки надёжности энергообеспечения были рассчитаны интегральные зависимости вероятности превышения определённого минимального порога обеспеченности энергией относительно среднегодового значения. Соответствующие результаты для некоторых низких порогов обеспечения энергией приведены в таблице 1. Из таблицы можно определить, как часто следует ожидать случая, когда необходимый минимальный порог поставок энергии не будет обеспечен. Для сравнения, во втором столбце приведено минимальное значение мощности относительно среднегодового значения при

условии отсутствия аккумуляции энергии.

Согласно нашим расчётам, ветер является более надёжным источником энергии, чем солнечные батареи, но больше доверия внушают результаты для композиции средств ветровой и солнечной энергии. Достаточно иметь аккумулятор ёмкостью на 2 суток, чтобы гарантировать, что мощность не упадёт ниже порога 0,3 от среднегодового значения.

Коэффициент использования установленной мощности

Для установок с одинаковой мощностью коэффициент использования установочной мощности (КИУМ) может значительно отличаться, что определяется не только скоростью ветра, но и конструкцией лопастей, и новизной технологии, по которой произведён данный ветряк.

Таблица 1

Вероятность необеспеченности заданного порога минимальной энергии в зависимости от возможности усреднения (аккумуляции) энергии на определённом суточном интервале

Источник энергии	Средне-суточный Минимум (461 день)	Количество дней и вероятности для разных суточных интервалов усреднения энергии				Порог от среднего
		1 сутки	3 суток	5 суток	7 суток	
Ветер	0,18	0 0 %	0 0 %	0 0 %	0 0 %	0,1
		1 0,2 %	0 0,0 %	0 0,0 %	0 0,0 %	0,2
		3 0,7 %	2 0,4 %	0 0,0 %	0 0,0 %	0,3
Инсоляция	0,02	41 9 %	18 4 %	11 2,4 %	6 1,3 %	0,1
		74 16 %	40 9 %	23 5 %	25 5 %	0,2
		90 20 %	57 12 %	43 9 %	35 8 %	0,3
Композиция ветер и инсоляция 1:1	0,19	0 0 %	0 0 %	0 0 %	0 0 %	0,1
		1 0,2 %	0 0,0 %	0 0,0 %	0 0,0 %	0,2
		7 1,5 %	0 0,0 %	0 0,0 %	0 0,0 %	0,3

Согласно [6; 7] теория идеального ветряка проф. Н. Е. Жуковского, которая носит название **классической теории**, устанавливает, что максимальный коэффициент использования энергии ветра идеальным ветряком равен 0,593, но наиболее полно, с точки зрения практического применения, теория идеального ветряка изложена проф. Г. Х. Сабининым, согласно которой, коэффициент использования энергия ветра

идеальным ветряком равен 0,687. Тем не менее, чаще сегодня используется коэффициент 0,593. Так, английские специалисты рекомендуют продавца, который обещает КИУМ больше 0,59, считать мошенником [3]. В любом случае, расчётный КИУМ идеального ветряка можно считать недостижимым для реальной ВЭУ.

Вообще если КИУМ, предоставленный в рекламных целях высок, всегда есть вероятность некоторой неаккуратности расчетов со стороны производителя. Кроме того, надо понимать, что этот коэффициент не является постоянной, а изменяется вместе со скоростью ветра, и частный потребитель не может на него рассчитывать в каждый момент времени.

По данным английских специалистов, обычно маломощные турбины имеют КИУМ 25–35 %, а крупногабаритные промышленные 40–50 % [3]. Коэффициент 40 % для промышленных ветропарков был достигнут американцами в 2010 г., 24 % шотландцами и 17,5–17,9 % немцами [7; 8]. В России существуют патенты, согласно которым максимально достигнут КИУМ 43 % [6].

Выше описаны успешно реализованные проекты по ветроэнергетике. Не менее широко распространены более умеренные ожидания отдачи энергии от ветроустановок. Согласно [5], КИУМ в современных ВЭУ (2013 г.) колеблется от 15 до 30 %. Для сравнения, в 2005 г КИУМ всех электростанций России составил 50 % [5], а Украины 40 % [8]. Для проектов по ветроэнергетике в Николаевской области тоже предлагается ориентироваться на КИУМ 30 % [9]. Фактические КИУМ для промышленных ветроэнергетических установок Николаевской области (Очаковский ветропарк) достаточно высоки: 33,8–38,5 % [10; 11], но южная часть Николаевской области отличается максимальными для области ветрами, и в других районах условия для установки ВЭУ могут быть не такими благоприятными. Вообще г. Николаев является вторым в Украине по среднему уровню солнечной радиации (усреднённые показатели за 22 года) и Николаевская область второй по суммарному технически-достижимому энергетическому потенциалу энергии ветра [8, с. 231, 239].

В [7] приведён пример того, насколько могут отличаться реальная и проектно установленная мощность. Расчётные проектные КИУМ, например, Донуз-

лавской (Крым) и Новоазовской (Донецкая область) ВЭС составляют 14,5 и 18,4 % соответственно. Фактически достигнуты на Донузлавской ВЭС – 5,8 % (средний за 1994–2000 гг.), а на Новоазовской – 4,7 % (средний за 1998–2000 гг.), а средний КИУМ всех ВЭС, укомплектованных USW 56–100, за 1998–2000 гг. составил 4,8 %. Всё это означает, что фактическая выработка в 2,5–4 раза меньше расчётной. Понятно, что новые модели ВЭУ, как правило, технологично более совершенны. Тем не менее, интернет-ресурсы типа ebay.com предлагают как новые модели, так и залежавшиеся у конкретного продавца на складах, на что необходимо обращать внимание. Производитель из России [2] рекомендует покупателю быть готовым к КИУМ 2–5 % в неблагоприятные дни. Другое дело, что этого может хватить для удовлетворения отдельных нужд частного лица.

Что касается солнечных батарей, то наилучшие экземпляры многослойных батарей имеют КИУМ около 44 %. КИУМ дорогих батарей из монокристаллического кремния достигает 30 %. Более распространенные батареи среднего ценового сегмента имеют КИУМ 10–16 %, а наиболее распространенные в массовых изделиях батареи из аморфного слоя на стеклянной подложке имеют самые низкие КИУМ 3–10 %, и это тоже переменная величина, которая зависит от величины потока солнечного излучения в данный день [12].

Оптимальный выбор солнечных и ветровых установок.

В Украине существует ряд сайтов, поставляющих интересующую нас продукцию. Нами проведён для примера анализ наиболее типичных предложений по ветроустановкам и солнечным батареям на ebay.co.uk как популярной площадке для частных покупок, где представлены установки широкого диапазона мощностей, состоянием на март 2015 г. По данным этого сайта нами построены графики соотношения цены установки и её мощности для ветровых (рис. 3) и солнечных (рис. 4) установок.

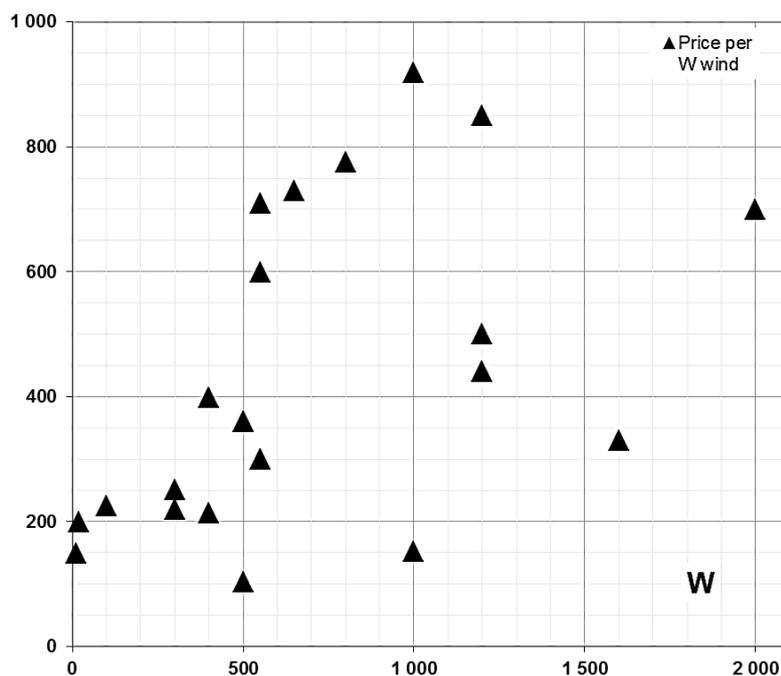


Рис. 3. Зависимость цены установки (\$) от её мощности (W) для ветровых установок

Из зависимостей на рис. 3, 4 видно, что ветровые установки предлагаются в значительно более широком диапазоне мощностей. Наиболее широко представлены солнечные батареи очень слабой мощности

(для мобильного телефона и т. п.), которые мы при анализе цен проигнорировали, т. к. ветровые установки аналогичного диапазона мощности в принципе не производятся.

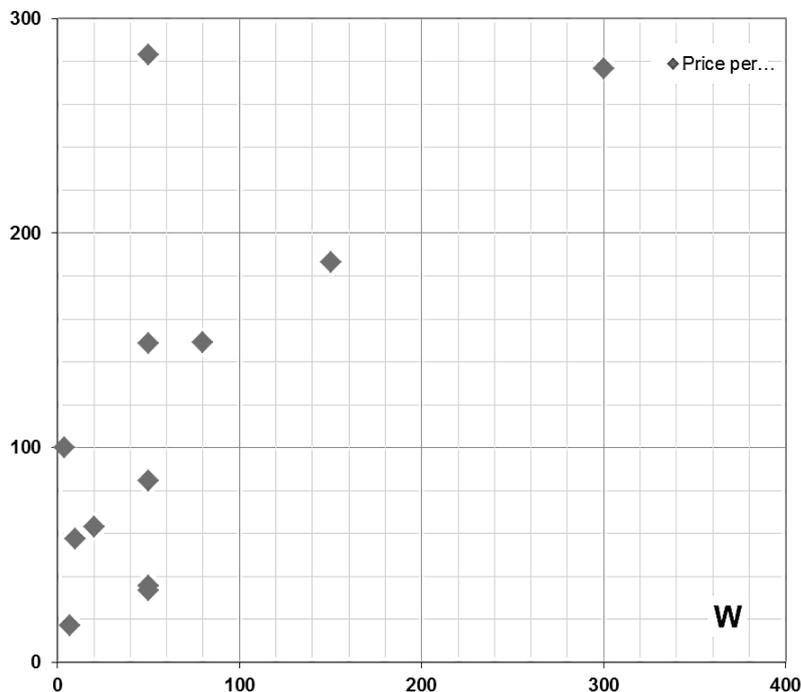


Рис. 4. Зависимость цены установки (\$) от её мощности (W) для солнечных установок

Для более удобного визуального анализа мы построили график, где по оси ординат не цена, а соотношение цены и мощности (\$/W), и выбрали логарифмическую шкалу для оси ординат (рис. 3).

Из графиков видно, что удельная стоимость солнечной установки составляет 1–2 \$/W, а стоимость

ветряной установки несколько ниже – 0,1–1 \$/W. Но при этом следует учитывать, что наиболее дешевые ветряные установки не всегда имеют необходимую комплектацию.

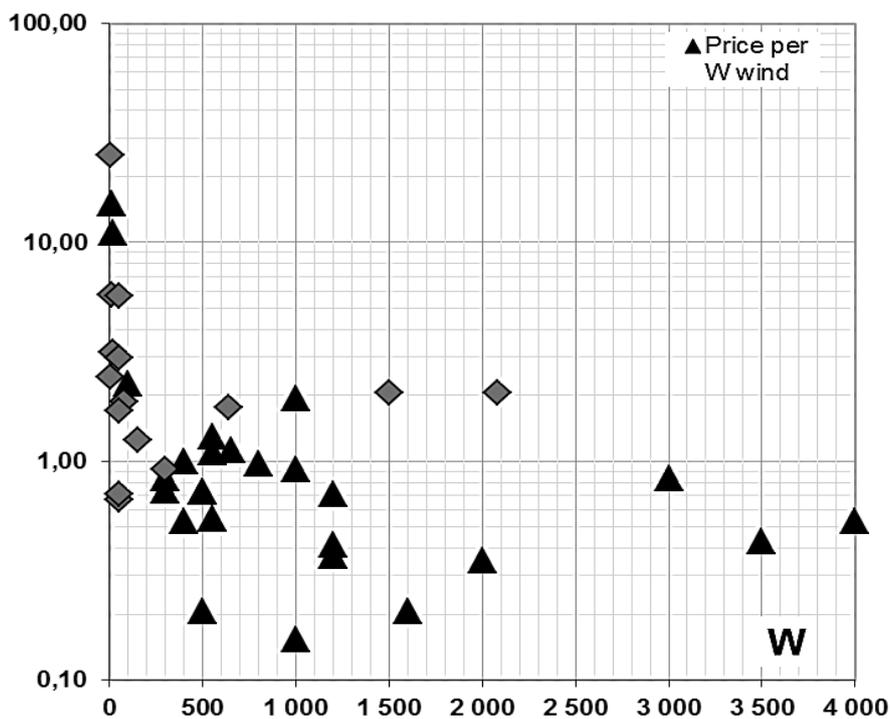


Рис. 5. Зависимость удельной цены установки приведенной к её мощности от мощности для ветровых и солнечных установок

На основании рис. 3–5, с учётом предлагаемой комплектации, было отобрано по три наиболее оптимальных примера для каждого типа установок в характерных для данного ассортимента диапазонах мощностей (табл. 2–3).

Из таблиц 2, 3 видно, что при выборе оптимальной установки просматривается тенденция того, что

солнечные батареи представлены в меньшем диапазоне мощностей, чем ветровые установки. Очевидно, для получения больших мощностей, удобно покупать дополнительные комплекты батарей, вероятнее всего у того же производителя, у которого приобретён первичный комплект.

Таблица 2

Примеры оптимальных по соотношению мощность-цена ветровых установок для диапазонов мощности: до 500 Вт, до 2000 Вт, выше 2000 Вт

Название лота	Цена, \$	Мощность, Вт	Наличие мачты	Наличие контроллера заряда аккумуляторов	Наличие инвертора
Turbine 300W wind generator	218.99	300	-	+	+
Wind Turbine Generator Kit	849.99	1200	+	+	+
Aleko 3KW wind turbine wind generator	2499	3000	+	+	+

Таблица 3

Примеры оптимальных по соотношению мощность-цена солнечных батарей для диапазонов мощности: до 500 Вт, до 2000 Вт, выше 2000 Вт

Название лота	Цена, \$	Мощность, Вт	Наличие контроллера заряда аккумуляторов	Наличие инвертора
20W Solar Power Module Panel 12v Battery Charger	63.17	20	+	-
640W 4x 160W Solar Panel	1123.8	640	+	-
New 24V/1500W stand alone solar systems	3074.3	1500	+	+

Можно заметить, что нами выбраны не самые дешёвые предложения, представленные на рис. 1, 2. Это связано с тем, что практически всегда самый дешёвый лот не укомплектован ни контроллером, ни инвертором, которые будут достаточно дорогими при отдельной покупке. Также следует заметить, что при анализе цен мы совершенно не учитывали стоимость аккумуляторов, так как они практически никогда не входят в комплект. Но нужно помнить, что аккумуляторы, сами по себе, тоже недешёвы.

Выводы

1. Эксплуатация ветровых установок в городских условиях не представляется эффективной, солнечные батареи могут использоваться на крышах домов. В сельской местности могут использоваться оба вида энергетических установок, с учётом расположения конкретного частного дома.

2. Диапазоны коэффициентов использования установленной мощности для ветровых и солнечных установок являются сопоставимыми, и в обоих случаях КИУМ изменяется во времени с силой ветра или величиной солнечного потока.

3. Как для солнечных батарей, так и для ветровых установок стоимость одного ватта уменьшается с возрастанием мощности установки. При этом следует

учитывать, что более мощные установки удельно несколько дороже за счет лучшей комплектации вспомогательным оборудованием.

4. Однозначно утверждать, что солнечные батареи предпочтительнее ветровых установок, или наоборот, на основании данного анализа нельзя. В перспективе следует ожидать развития рынка гибридных солнечно-ветровых установок.

5. Несмотря на то, что солнечные дни и дни с высокой доминирующей скоростью ветра не обязательно сменяют друг друга в удобной нам последовательности, гибридная установка позволяет максимально использовать потенциал обоих источников энергии. Среди рассмотренных нами предложений присутствовали несколько гибридных установок (в основном марки Apollo с гибридным контроллером), они оказались неплохими, но не наилучшими по соотношению мощность – укомплектованность – цена.

6. Для того, чтобы провести точные расчёты экономической эффективности использования солнечных и ветровых установок на приусадебных участках Николаевской области, особенно в условиях постоянно изменяющихся тарифов, требуются дальнейшие исследования.

ЛИТЕРАТУРА

1. Отчёт о научно-исследовательской работе по теме «Комплексное исследование перспектив использования возобновляемых источников энергии и вторичных энергетических ресурсов на территории Самарской области». Рук. Бирюк В. В. – Самара : СГАУ (НИУ). – 2011. – 237 с.
2. Рекомендации по выбору и установке ВЭУ для РФ [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.electroveter.ru/faq.html>.
3. Рекомендации по выбору и установке ВЭУ для Великобритании [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.wind-power-program.com>.
4. Сайт, посвящённый энергосбережению в мире [Электронный ресурс]. – Режим доступа : http://elektrovesti.net/418_energiya-vetra-obespechenit-elektrichestvom-neboskreb-v-londone.

5. Безруких П. П. Ветроэнергетика. Справочное и методическое пособие. Изд. «Directmedia». – 2013. – 315 с. – С. 99 [Електронний ресурс] / П. П. Безруких. – Режим доступу : <https://books.google.com.ua/books?isbn=5989080328>.
6. База данных патентов [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.findpatent.ru/patent/249/2492353.html>.
7. Владимир Подгуренко. Мифы и реалии украинской ветроэнергетики [Електронний ресурс] / В. Подгуренко, В. Бордюгов. – Режим доступу : http://gazeta.zn.ua/SCIENCE/mify_i_realii_ukrainskoj_vetroenergetiki.html.
8. Стоян О. Ю. Державне регулювання розвитку сфери відновлюваної енергетики в Україні: теорія, практика, механізми : [монографія] / О. Ю. Стоян. – Миколаїв : Смелянова Т. В., 2014. – 387 с.
9. Кудря С. А. Материалы исследования территории для обоснования размещения объектов Тилигульской ветровой электростанции мощностью 500 МВт / С. А. Кудря, В. А. Мажара. – Николаев, 2010. – С. 165.
10. Ефимов М. В. Внедрение прогрессивных технологий строительства мощных ветроэлектростанций Северного Причерноморья на базе ветротурбин мегаватного класса / М. В. Ефимов, Н. П. Круглов, Ю. Г. Куцан, В. С. Подгуренко // Новини енергії : науково-технічний інформаційно-аналітичний журнал. – 2014. – № 10. – С. 6–12.
11. Подгуренко В. С. Анализ эффективности работы промышленной ВЭС Очаковского ветропарка / В. С. Подгуренко, Е. Ф. Никитенко, В. Е. Терехов. / Матеріали міжнародної науково-технічної конференції «Суднова енергетика: стан та проблеми», жовтень 2013 р., м. Миколаїв [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://conference.nuos.edu.ua/catalog>.
12. Кубов В. И. Экспериментальные и теоретические исследования параметров солнечных батарей фотоэлектрических батарей для оценки их энергетической эффективности / В. И. Андреев, В. И. Кубов, Р. М. Кубова, А. А. Павленко // Наукові праці : науково-методичний журнал. – Вип. 198. Т. 210. Техногенна безпека. – Миколаїв : Вид-во ЧДУ ім. Петра Могили, 2013. – 152 с.
13. Андреева Н. Ю. Розрахунок надійності постачання енергії за умов комплексного використання геліосистем та вітрогенераторів / Н. Ю. Андреева, Н. О. Воскобойнікова, Д. Д. Зюляев, Л. П. Клименко, В. І. Кубов, А. А. Павленко // Вісник київського національного університету технологій та дизайну. – 2014. – № 5 (79), Київ, 2014. – С. 32–37.

А. Л. Боженко, В. І. Кубов, Д. Д. Зюляев, А. А. Павленко,
ЧДУ ім. Петра Могили, м. Миколаїв, Україна

ОЦІНКА ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ДЖЕРЕЛ «ЗЕЛЕНОЇ» ЕНЕРГІЇ МАЛОЇ ПОТУЖНОСТІ ДЛЯ ДАЧНОГО АБО ПРИСАДИБНОГО ГОСПОДАРСТВА

Розглянуто питання енергетичної та економічної доцільності використання установок сонячної та вітрової енергетики на присадибних ділянках Миколаївської області. Показано, що Миколаївська область має потенціал для ефективного використання сонячної та вітрової енергії.

Ключеві слова: вітрова енергетика; сонячна енергетика; коефіцієнт використання встановленої потужності.

A. L. Bozhenko, V. I. Kubov, D. D. Zyulyayev, A. A. Pavlenko,
Petro Mohyla Black Sea State University, Mykolaiv, Ukraine

COST-EFFECTIVENESS ANALYSIS OF SOURCES OF «GREEN» ENERGY TO POWER SMALL SUBURBAN BACKYARD OR FARM

This article describes economic and energetic advisability of sun batteries and wind turbines in suburbs of Mykolayiv region. It is shown that power coefficients of sun batteries and wind turbines vary in a similar range and power coefficients in Mykolayiv region can be high enough.

Key words: wind energy; solar energy; power coefficient.

Рецензенти: *Кутковецкий В. Я.*, д-р. техн. наук, професор;
Мусиенко М. П., д-р. техн. наук, професор.

© Боженко А. Л., Кубов В. І.,
Зюляев Д. Д., Павленко А. А., 2015

Дата надходження статті до редколегії 12.05.2015