

10. Luetscher, M. Temperature distribution in karst systems: the role of air and water fluxes [Text] / M. Luetscher, P.-Y. Jeanin // Terra Nova. — 2004. — Vol. 16, № 6. — P. 344–350. doi:10.1111/j.1365-3121.2004.00572.x
11. Клименко, П. П. Техноэкология [Текст] / П. П. Клименко. — Одеса, 2000. — 542 с.

ЕКОЛОГІЧНІ НАСЛІДКИ ОТРИМАННЯ І ВИКОРИСТАННЯ ГЕОТЕРМАЛЬНОЇ ЕНЕРГІЇ В УКРАЇНІ

У статті розглядається загальний потенціал геотермальних ресурсів України. Розглянуто чинники, які впливають на масштаб використання геотермальної енергії. Наведено важливі аспекти використання геотермальних джерел енергії, таких як відновлюваність, комбінування використання енергії.

Визначені основні негативні чинники, що впливають на довкілля, та запропоновано методи їх скорочення.

Ключові слова: енергія, енергозбереження, альтернативні джерела енергії, геотермальні теплові станції, гідротермальна енергія.

Лимаренко Алексей Николаевич, аспирант, кафедра теплогазоснабжения вентиляции и теплоэнергетики, Полтавский на-

циональный технический университет им. Юрия Кондратюка, Украина, e-mail: tonus82@mail.ru.

Тараненко Олеся Александровна, старший преподаватель, заместитель директора по учебной работе, Миргородский художественно-промышленный колледж им. Н. В. Гоголя Полтавского национального технического университета им. Юрия Кондратюка, Миргород, Украина, e-mail: olesia2010mkt@mail.ru.

Лимаренко Олексій Миколайович, аспірант, кафедра теплогазопостачання вентиляції та теплоенергетики, Полтавський національний технічний університет ім. Юрія Кондратюка, Україна.

Тараненко Олеся Олександрівна, старший викладач, заступник директора з навчальної роботи, Миргородський художньо-промислового коледж ім. М. В. Гоголя Полтавського національного технічного університету ім. Юрія Кондратюка, Миргород, Україна.

Lytsarenko Oleksiy, Poltava National Technical Yuri Kondratyuk University, Ukraine, e-mail: tonus82@mail.ru.

Taranenko Olesia, Gogol Mirgorod Art and Industrial College, Poltava National Technical Yuriy Kondratyuk University, Mirgorod, Ukraine, e-mail: olesia2010mkt@mail.ru

УДК 621.311 : 338.001.36

DOI: 10.15587/2312-8372.2015.42789

**Клён А. Н.,
Ефременко В. В.**

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СЕТЕВЫХ СОЛНЕЧНЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ В ЧАСТНЫХ ДОМОВЛАДЕНИЯХ

Рассмотрены вопросы экономической эффективности и особенностей создания частных сетевых солнечных электростанций в Украине. Определены возможности использования «зеленого тарифа». Рассчитаны капитальные и текущие затраты, которые понесет домовладение в случае использования сетевых солнечных электростанций, прибыль от выработки электроэнергии солнечной станцией, срок окупаемости затрат при их использовании.

Ключевые слова: сетевая солнечная электростанция, «зеленый тариф», экономическая эффективность, срок окупаемости.

1. Введение

Энергетическая независимость является одной из ключевых проблем в Украине. В условиях отсутствия в стране крупных месторождений ископаемого топлива, способных в полной мере удовлетворить потребности экономики, остро стоит задача увеличения доли энергии, получаемой от источников других типов, в первую очередь — электрической. Нарастание мощностей электроэнергетики сопряжено не только с необходимостью огромных инвестиций для создания классических электростанций большой мощности (что в условиях жесткой бюджетной экономии и неблагоприятной социально-политической ситуации для частного инвестирования представляется весьма проблематично), но и с проблемами экологической безопасности (тепловые и атомные электростанции).

Этим обосновывается актуальность проведенного исследования.

2. Анализ литературных данных и постановка проблемы

Одним из путей повышения энергетической безопасности Украины может быть развитие электроэнергетики, основанной на получении энергии от альтернативных источников (наиболее популярными из которых являются солнечные и ветровые станции). При этом важным моментом является то, что повысить энергетическую безопасность при помощи возобновляемых источников энергии могут не только крупные предприятия, но и обычные граждане, установившие у себя солнечные или ветровые энергоустановки. Насколько выгодными являются инвестиции в частные сетевые электростанции и с какими проблемами сталкивается предприниматель при их установке, и посвящена данная статья.

Вопросы экономической эффективности построения частной сетевой солнечной электростанции, которым посвящена данная статья, рассматриваются в работах [1–5].

Практические аспекты внедрения солнечной сетевой электростанции в частном домовладении с учетом украинских реалий освещены в работе [6].

3. Объект, цель и задачи исследования

Объектом исследования стали сетевые фотоэлектрические станции.

Целью данной статьи является технико-экономическое обоснование построения частной сетевой солнечной электростанции с учетом последних законодательных изменений, а также реалий современной Украины на основе научного подхода.

Для достижения поставленной цели были решены следующие задачи:

- проанализирована нормативная и законодательная база, касающаяся функционирования сетевых солнечных электростанций;
- рассмотрены типовые решения по созданию сетевых солнечных электростанций для частных домовладений;
- проанализирована стоимость электроэнергии для населения, проживающего в жилых домах;
- определен принцип функционирования «зеленого тарифа» и проблемы, связанные с его использованием;
- рассчитаны капитальные и текущие затраты, связанные с эксплуатацией солнечной электростанции;
- определена доля потребляемой и вырабатываемой энергии сетевыми электростанциями различной мощности;
- произведен расчет срока окупаемости затрат при использовании сетевых электростанций различной мощности.

4. Результаты исследования доли потребляемой/вырабатываемой электроэнергии солнечных станций различной мощности

Сетевые фотоэлектрические станции предназначены для совместной работы с электросетью общего пользования. Общая схема таких станций показана на рис. 1. Энергия, выработанная фотомодулями, посредством инвертора передается в сеть. В дневное время такая станция позволяет существенно снизить потребление электроэнергии из сети общего пользования, а при достаточно большой мощности — отдать общей сети «лишние» выработанные киловатт-часы электроэнергии с возможностью их продажи по специальному «зеленому тарифу».



Рис. 1. Схема сетевой солнечной электростанции

Согласно действующему в Украине законодательству, мощность солнечных электростанций в частных домовладениях не должна превышать 10 кВт. В соответствии с этим, один из ведущих игроков на украинском рынке возобновляемых источников энергии предлагает типовые решения для создания солнечных электростанций мощностью от 1 кВт до 10 кВт, характеристики которых указаны в табл. 1.

Таблица 1

Типовые решения по созданию сетевых солнечных электростанций для частных домовладений

Мощность станции, кВт	Площадь фотомодулей, м ²	Годовая выработка, кВт/ч*	Стоимость оборудования, грн. (USD)**	Стоимость монтажа системы, грн.**	Относительная стоимость 1 Вт установленной мощности, грн. (USD)**
1,0	6,5	1197	44 940 (2140)	13 482	44,1 (2,1)
2,5	16,2	2992	95 172 (4532)	28 552	37,8 (1,8)
5,0	32,4	5985	170 436 (8116)	51 131	33,6 (1,6)
10,0	64,8	11970	337 911 (16 091)	101 373	33,6 (1,6)

Примечание: * — для Донецкой области (по данным [5]);
 ** — по курсу доллара США к украинской гривне на 01.05.2015 г.: 1 USD = 21 UAH;
 *** — средняя стоимость монтажа электростанции составляет около 30 % от стоимости оборудования (по данным [5]).

Для дальнейших расчетов важным обстоятельством является стоимость электроэнергии для населения. Согласно решению Национальной комиссии по государственному регулированию в сфере энергетики и коммунальных услуг (НКРЭКУ), в период с 01.04.2015 по 01.03.2017 г. запланировано поэтапное повышение стоимости электроэнергии для населения (табл. 2).

Таблица 2

Стоимость электроэнергии для населения, проживающего в жилых домах (в том числе в домах, оборудованных кухонными электроплитами) [7]

Период	Стоимость 1 кВт/час электроэнергии, грн. при потреблении		
	до 100 кВт/час электроэнергии в месяц	от 100 до 600 кВт/час электроэнергии в месяц	свыше 600 кВт/час электроэнергии в месяц
с 01.04.2015 по 31.08.2015	0,366	0,63	1,407
с 01.09.2015 по 29.02.2016	0,456	0,789	1,479
с 01.03.2016 по 31.08.2016	0,57	0,99	1,56
с 01.09.2016 по 28.02.2017	0,714	1,29	1,638
с 01.03.2017	0,9	1,68	1,68

Что касается «зеленого тарифа», по которому государство выкупает электроэнергию, произведенную альтернативными источниками энергии, то ситуация здесь сложилась неоднозначная. Для юридических лиц тарифы установлены в евро, и согласно нормативному документу [8] с поправками [9], стоимость 1 кВт/час электроэнергии, произведенной солнечными электро-

станциями, введенными в эксплуатацию в период с 01.01.2015 по 31.12.2019 г., составляет от 0,305 до 0,323 евро (7,15...7,60 грн.). В то же время для частных домовладений этот тариф значительно меньше, зафиксирован в гривне и составляет 3,48 за 1 кВт/час электроэнергии [6].

Следует также обратить внимание на то, что при подключении частной солнечной электростанции к «зеленому тарифу» необходимо понести дополнительные затраты, которые зависят от ее мощности. За каждый дополнительный киловатт мощности подключения дома сверх нормативных 3 кВт придется заплатить 1400 грн., за специальный счетчик учета энергии — около 7 тыс. грн. [6].

Текущие годовые затраты на эксплуатацию солнечной электростанции составляют:

- 84...840 грн. — за компенсацию недостатка мощности (с течением времени производительность фотоэлектрических элементов падает, что приводит к необходимости установки дополнительных солнечных панелей);
- 300...600 грн. — за техническое обслуживание (замена теплоносителя, проверка герметичности соединений);
- 1500 грн. — за поверку специального электросчетчика (1 раз в четыре года, стоимостью 6000 грн.).

Рассчитаем срок окупаемости каждого решения, приведенного в табл. 1, исходя из среднемесячного потребления домохозяйством электроэнергии в размере 300 кВт/час независимо от времени года. Это примерно соответствует затратам электроэнергии на семью из 3–4 человек при условии достаточно высокого уровня оснащенности домохозяйства современной техникой, но при использовании для отопления других источников энергии. Таким образом, если месячная выработка электроэнергии, обеспечиваемая солнечной электростанцией, меньше 300 кВт/час, недостающая часть энергии поступает из общей сети и оплачивается согласно тарифам (табл. 2). Если месячная выработка превышает 300 кВт/час, излишек электроэнергии поступает в сеть общего пользования по «зеленому тарифу» в размере 3,48 грн.

Доли потребляемой и вырабатываемой энергии сетевыми электростанциями различной мощности приведены в табл. 3–6. Недостаток/избыток энергии определялся исходя из необходимого месячного объема потребления на уровне 300 кВт/час. Сумма прибыли рассчитывалась с учетом отпускных тарифов, действующих с 01.03.2017 г., и «зеленого тарифа» для населения.

Результаты исследования долей потребляемой/вырабатываемой электроэнергии солнечных станций различных мощностей представлены в табл. 7.

Таблица 3

Доли потребляемой/вырабатываемой электроэнергии солнечной станцией мощностью 1 кВт, за год

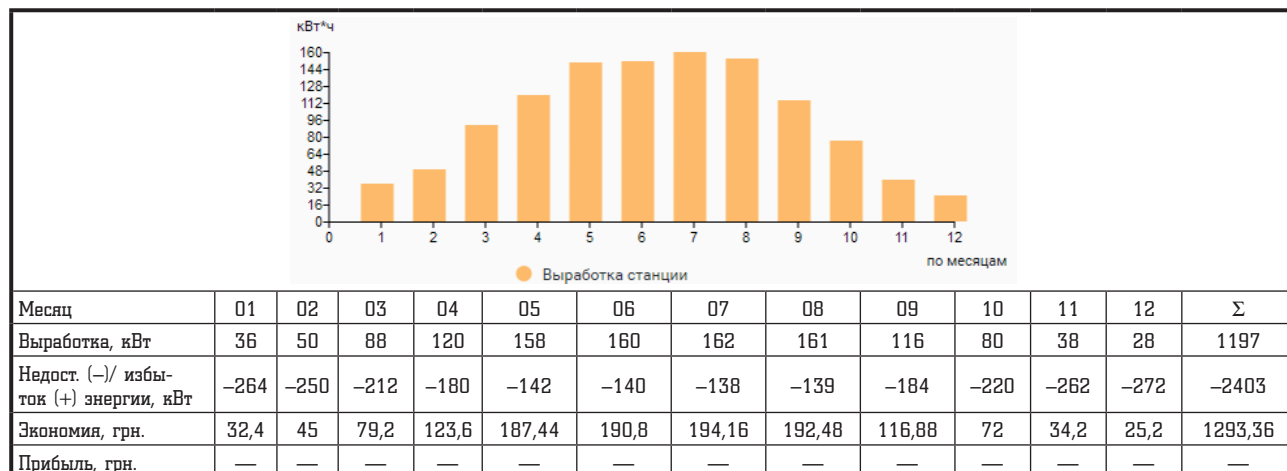


Таблица 4

Доли потребляемой/вырабатываемой электроэнергии солнечной станцией мощностью 2,5 кВт, за год

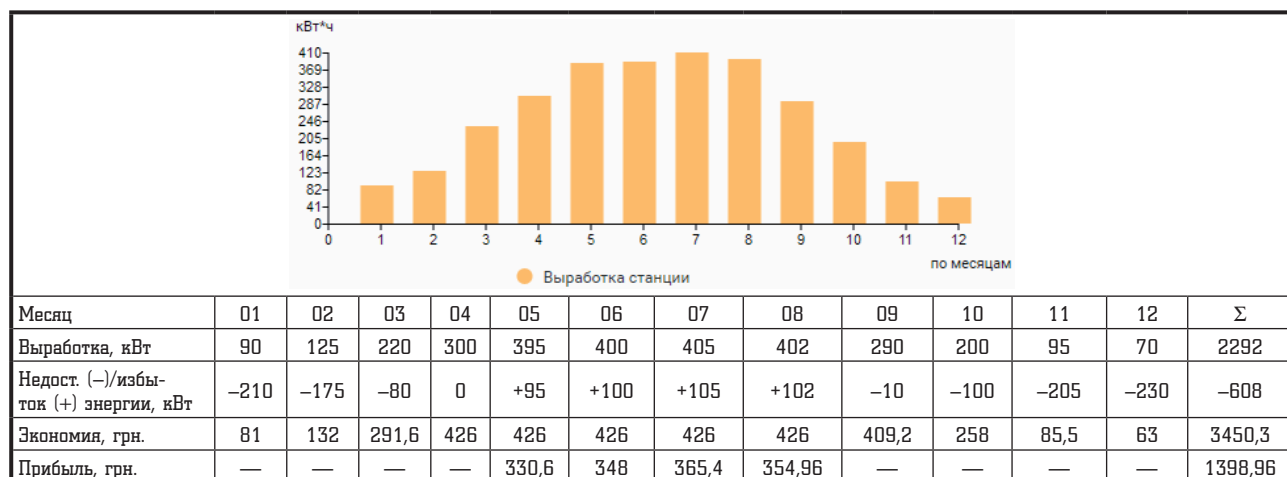


Таблица 5

Доли потребляемой/вырабатываемой электроэнергии солнечной станцией мощностью 5 кВт, за год

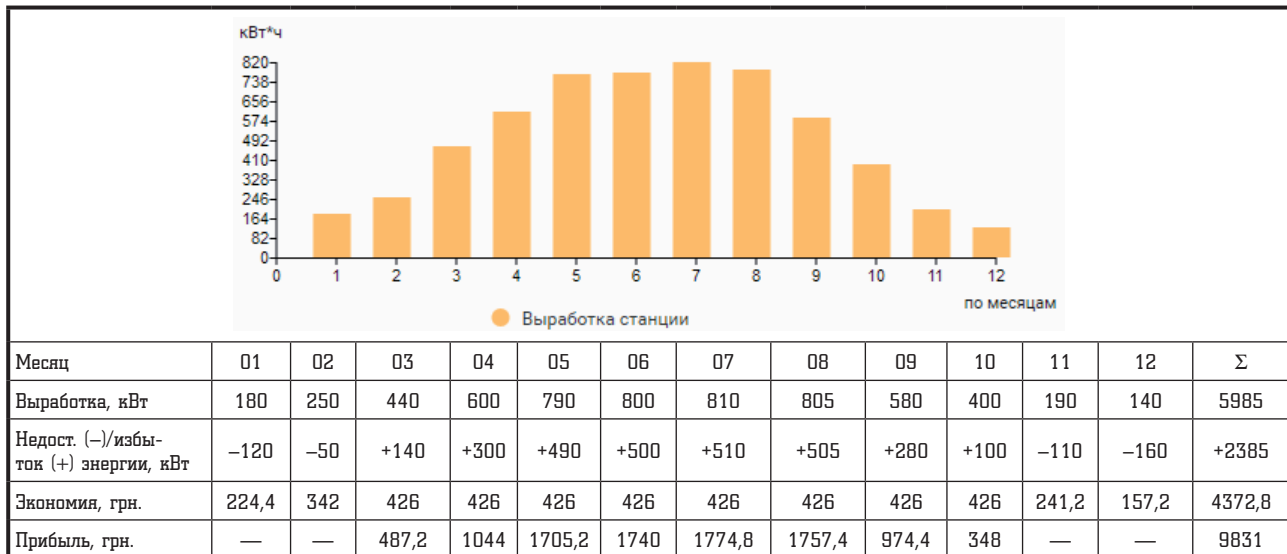


Таблица 6

Доли потребляемой/вырабатываемой электроэнергии солнечной станцией мощностью 10 кВт, за год

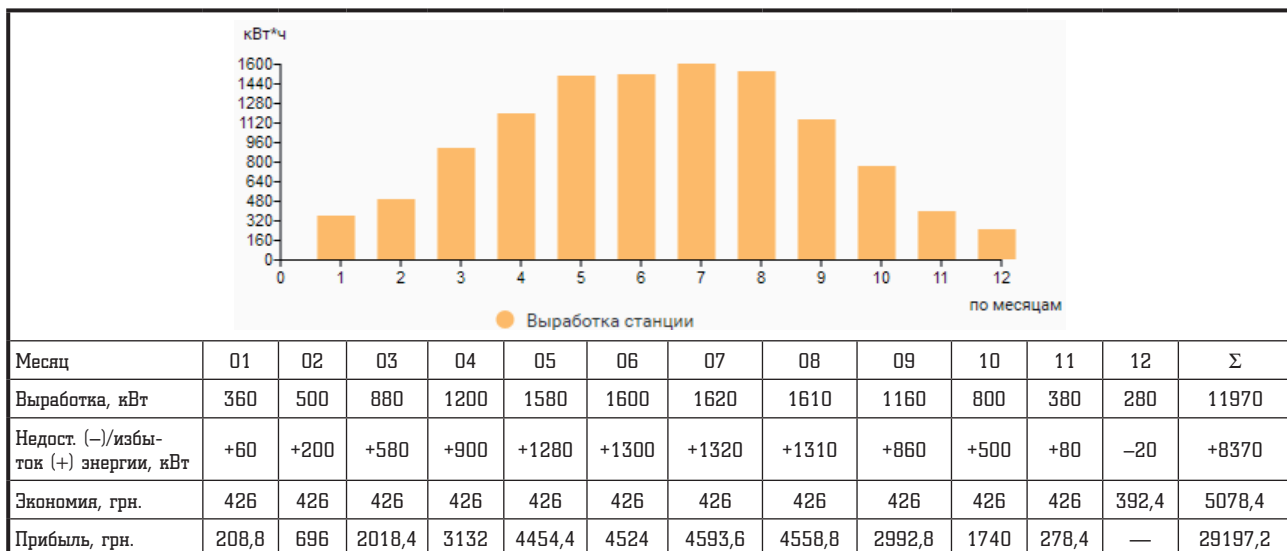


Таблица 7

Основные технико-экономические показатели использования сетевых солнечных электростанций различной мощности в частном домовладении при ежемесячном объеме потребления 300 кВт/час

Мощность станции, кВт	1,0	2,5	5,0	10,0
Капитальные затраты, грн., в том числе	58 422	123 724	231 367	456 084
— стоимость оборудования	44 940	95 172	170 436	337 911
— монтаж оборудования	13 482	28 552	51 131	101 373
— подключение к «зеленому тарифу»	—	—	9 800	16 800
Текущие затраты, грн., в том числе	384	580	2 370	2 940
— компенсация недостатка мощности	84	210	420	840
— техническое обслуживание	300	370	450	600
— проверка электросчетчика	—	—	1 500	1 500
Годовая экономия, грн.	1 293,36	3 450,3	4 372,8	5 078,4
Годовая прибыль, грн.	—	—	9 831	29 197,2
Срок окупаемости, лет	45,5	36	16,5	13,4

Срок окупаемости затрат рассчитывался как отношение суммы затрат (капитальных и текущих) к прибыли (годовая экономия плюс годовая прибыль).

5. Обсуждение результатов исследования экономической эффективности использования сетевых солнечных электростанций различной мощности в украинских частных домовладениях

1. Сетевые солнечные электростанции приносят прибыль только при достаточно большой мощности и при условии подключения их к «зеленому тарифу». Максимальную прибыль при минимальном сроке окупаемости приносят электростанции, мощность которых близка к максимальной, разрешенной для станций в частных домовладениях.

При мощности, вдвое меньше максимально разрешенной, срок окупаемости составляет около 17 лет. Это значение близко к гарантийному сроку эксплуатации оборудования сетевых солнечных электростанций (20–25 лет). Поэтому можно утверждать, что экономическая привлекательность проекта обеспечивается при минимальной мощности солнечной электростанции 5 кВт.

Что касается электростанций меньшей мощности, подключение которых к «зеленому тарифу» нецелесообразно вследствие небольшого объема вырабатываемой электроэнергии, то срок их окупаемости, рассчитанный исходя из среднего годового объема электроэнергии, оказался очень высок — порядка 36...46 лет. Это обстоятельство делает их экономически невыгодными, несмотря на относительно небольшие первоначальные затраты.

2. Основным сдерживающим фактором, который препятствует массовому внедрению солнечных электростанций в украинских частных домовладениях, являются достаточно большие первоначальные затраты. Выходом из данной ситуации может стать реализация проекта по развитию солнечной энергетики в жилом секторе, предложенного американскими компаниями Google и SolarCity [10]. Две компании создали фонд, который будет покрывать первичные затраты на установку солнечных панелей для 250 тысяч домовладельцев, а взамен получать только излишек выработанного электричества.

3. Немаловажным фактором в реализации успешных проектов по созданию сетевых солнечных электростанций в частных домовладениях является поддержка со стороны государства. В этом вопросе можно выделить следующие основные направления:

- создание благоприятных условий для закупки современных солнечных станций за счет снижения ввозных пошлин на соответствующее оборудование и государственных программ развития альтернативной энергетики;
- устранение бюрократических препятствий при подключении частных солнечных электростанций к «зеленому тарифу»;
- уравнение в правах физических лиц — собственников солнечных электростанций — с юридическими лицами, в частности, путем увеличения максимально разрешенной мощности для частных домовладений и одинаковых выплат за выработанную электроэнергию;
- повышение уровня доверия инвесторов к инвестициям в солнечную энергетику. Одним из условий

такого доверия является выполнение обязательств, взятых на себя государством и неизменность «правил игры». Так, например, в августе 2014 г. правительство Украины ввело режим чрезвычайного положения в энергетике, согласно которому «зеленый» тариф был уменьшен в 2,5 раза [11], что вызвало шквал недовольства со стороны инвесторов, вложивших свои средства в создание солнечных электростанций. И хотя весной 2015 г. «зеленый тариф» вернули на прежний уровень, доверие иностранных инвесторов к проектам в Украине несколько снизилось.

6. Выводы

1. Произведен расчет капитальных и текущих затрат, связанных с созданием и эксплуатацией частных сетевых солнечных электростанций в зависимости от объема вырабатываемой ими электроэнергии. Установлено, что несмотря на относительно небольшие затраты на построение солнечных электростанций малой мощности, их эксплуатация экономически нецелесообразна ввиду слишком малых объемов вырабатываемой электроэнергии и, как следствие, больших сроков окупаемости.

2. Установлено, что наименьший срок окупаемости понесенных затрат имеют солнечные электростанции с максимально разрешенной для украинских частных домовладений мощностью 10 кВт при условии подключения этих электростанций к «зеленому тарифу».

3. Рассмотрены инвестиционные риски, с которыми может столкнуться предприниматель при использовании солнечных электростанций в частных домовладениях: непостоянство законодательной базы Украины, неодинаковые условия для юридических и физических лиц, бюрократические сложности при подключении к «зеленому тарифу» и др.

Литература

1. Solar power network and KLD completes the largest rooftop solar system in shizuoka, fiji west [Electronic resource]. — Available at: \www/URL: <http://solarpowernetwork.ca/2015/newsblog/>
2. SolarNetOne: Solar-powered networking for anyone [Electronic resource]. — Available at: \www/URL: <http://www.ibm.com/developerworks/library/1-solarnetone/>
3. Solar Energy Industries Association [Electronic resource]. — Available at: \www/URL: <http://www.seia.org/>
4. Оценка экономической эффективности работы солнечных электростанций [Электронный ресурс] / Infocom Ltd Automation. — Режим доступа: \www/URL: <http://www.ia.ua/ru/solutions-ru/126-bussines-plan>
5. Группа компаний «Атмосфера» [Электронный ресурс]. — Режим доступа: \www/URL: <http://www.atmosfera.ua>
6. Василь, Р. Житель села на Львовщине зарегистрировал первую в Украине домашнюю солнечную электростанцию [Электронный ресурс] / Роберт Василь // Факты и комментарии. — 22.10.2014. — Режим доступа: \www/URL: <http://fakty.ua/189782-roman-babyachok>
7. Про встановлення тарифів на електроенергію, що відпускається населенню [Електронний ресурс]: Постанова НКРЕКП від 26.02.2015 № 224. — Режим доступу: \www/URL: <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/z0231-15>
8. Про електроенергетику [Електронний ресурс]: Закон України від 16.10.1997 р. № 575/97-ВР. — Режим доступу: \www/URL: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/575/97-вр?test=XU7MfyrCSgkyot7IZiOtR2A7H14kos80msh8Ie6>
9. Про внесення змін до Закону України «Про електроенергетику» щодо стимулювання виробництва електроенергії з альтернативних джерел енергії [Електронний ресурс]: Закон України від 16.10.1997 № 575/97-ВР. — Режим доступу: \www/URL: <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/5485-17>

10. Google и SolarCity создали фонд для установки солнечных панелей на обычных жилых домах [Электронный ресурс]. — 11.03.2015. — Режим доступа: \www/URL: http://rodovid.me/solar_power/google_solarcity_fund.html
11. «Зеленый» тариф для альтернативной энергетики вырос в 2,5 раза [Электронный ресурс] / Электронное издание LB.ua. — 26.03.2015. — Режим доступа: \www/URL: http://economics.lb.ua/state/2015/03/26/299885_zeleniy_tarif_alternativnoy.html

ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ МЕРЕЖЕВИХ СОНЯЧНИХ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЙ В ПРИВАТНОМУ ДОМОВОЛОДІННІ

Розглянуто питання економічної ефективності та особливостей створення приватних мережесонячних електростанцій в Україні. Визначено можливості використання «зеленого тарифу». Розраховані капітальні та поточні витрати, які понесе домоволодіння в разі використання мережесонячних електростанцій, прибуток від виробітку електроенергії сонячною станцією, термін окупності витрат при їх використанні.

Ключові слова: мережева сонячна електростанція, «зелений тариф», економічна ефективність, термін окупності.

Клєн Андрій Николаевич, кандидат технических наук, старший преподаватель, кафедра подземно-транспортных, строительных,

дорожных машин и оборудования, автомобилей и автомобильного хозяйства, Донбасская национальная академия строительства и архитектуры, Краматорск, Украина, e-mail: it-market@rambler.ru.

Ефременко Виктория Викторовна, кандидат наук по государственному управлению, доцент, кафедра экономики и менеджмента, Донбасская национальная академия строительства и архитектуры, Краматорск, Украина, e-mail: devyatka85@mail.ru.

Кльон Андрій Миколайович, кандидат технических наук, старший викладач, кафедра підійомно-транспортних, будівельних, дорожніх машин і обладнання, автомобілів і автомобільного господарства, Донбаська національна академія будівництва і архітектури, Краматорськ, Україна.

Єфременко Вікторія Вікторівна, кандидат наук з державного управління, доцент, кафедра економіки і менеджменту, Донбаська національна академія будівництва і архітектури, Краматорськ, Україна.

Klyon Andriy, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture, Kramatorsk, Ukraine, e-mail: it-market@rambler.ru.

Efremenko Viktoria, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture, Kramatorsk, Ukraine, e-mail: devyatka85@mail.ru.

УДК 621.314.5:681.5:621.313.3

DOI: 10.15587/2312-8372.2015.44303

Кулагін Д. О.,
Чернецький Б. С.

ОСОБЛИВОСТІ ПОБУДОВИ ТЯГОВИХ ЕЛЕКТРОПРИВОДІВ РУХОМИХ ЕЛЕКТРОТЕХНІЧНИХ КОМПЛЕКСІВ

Досліджено особливості побудови систем тягових електроприводів для різних видів та конструкцій рухомих електротехнічних комплексів. Проведено аналіз практичного досвіду побудови систем тягових електроприводів та узагальнення методики визначення структури та параметрів при заданих вимогах з боку рухомого електротехнічного комплексу.

Ключові слова: електротехнічний комплекс, тяговий привод, методика, автономна система, рух.

1. Вступ

Використання тягового електроприводу в порівнянні з гідромеханічними або гідро-об'ємними дозволяє отримати ряд істотних переваг з точки зору використання рухомих електротехнічних комплексів:

- коефіцієнт корисної дії (ККД) на рівні до 90 %, який мало залежить від швидкості руху самого електротехнічного комплексу (рис. 1) [1];

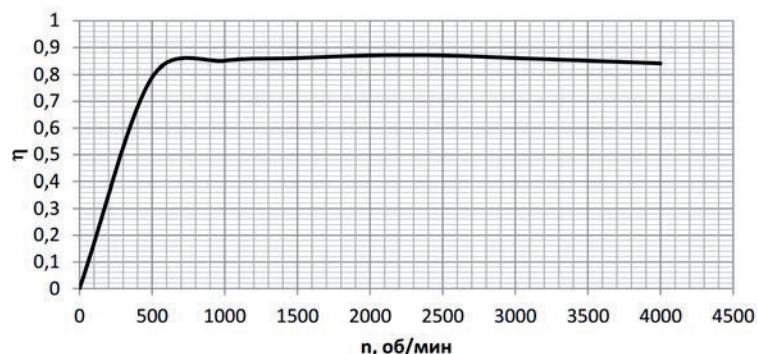


Рис. 1. Залежність ККД тягового двигуна від швидкості обертання вала двигуна

- необхідність проведення мінімального обсягу регулярних технічних робіт — перевірка стану вузлів, технічних рідин;
- відсутність необхідності попереднього прогріву системи до певної робочої температури;
- висока паливна економічність;
- можливість вирішення проблеми боксування за рахунок регулювання параметрів електромеханічної трансмісії;

- висока ремонтпридатність — можливо виконувати ремонт заміною блоків та вузлів, а вартість самого ремонту визначається лише вартістю замінюваного блоку;
- дизель в поєднанні з електричною трансмісією працює завжди в майже постійному режимі, що дозволяє забезпечити роботу на економічній паливній характеристиці і тим самим досягти оптимального рівня витрат палива;
- можливість забезпечення оптимальної тягової характеристики за рахунок регулювання засобами електричної трансмісії;
- можливість виконання вільної компоновки частини вузлів електричної трансмісії дозволяє