

УДК: 332:330.341:64.012(447)

Гаврилко Петро Петрович,
кандидат економічних наук, професор,
Ужгородський торговельно-економічний інститут
Київського національного торговельно-економічного університету

Чорний Роман Степанович,
доктор економічних наук, доцент,
Нововолинський навчально-науковий інститут економіки та менеджменту
Тернопільського національного економічного університету

Шевчук Ярослав Васильович,
доктор економічних наук, старший науковий співробітник, доцент
Ужгородський торговельно-економічний інституту
Київського національного торговельно-економічного університету

Гаврилко Петр Петрович,
кандидат економічних наук, професор,
Ужгородский торгово-экономический институт
Киевского национального торгово-экономического университета

Черный Роман Степанович,
доктор экономических наук, доцент,
Нововолынский учебно-научный институт экономики и менеджмента
Тернопольского национального экономического университета

Шевчук Ярослав Васильевич,
доктор экономических наук, старший научный сотрудник, доцент
Ужгородский торгово-экономический институт
Киевского национального торгово-экономического университета

Gavrilko Petro,
Candidate of Economics Sciences, Professor
Uzhgorod Trade and Economics Institute
of Kyiv National University of Trade and Economics

Chorny Roman,
Doctor of Economics Sciences, Associate Professor
Novovolynsky Educational Institute of Economics and Management
of Ternopil National Economics University

Shevchuk Yaroslav
Doctor of Economics Sciences, Senior Researcher, Associate Professor
Uzhgorod Trade and Economics Institute
of Kyiv National University of Trade and Economics

**РОЗВИТОК ТА ВПРОВАДЖЕННЯ СОНЯЧНОЇ ЕНЕРГЕТИКИ В
ДОМОГОСПОДАРСТВАХ УКРАЇНИ
РАЗВИТИЕ И ВНЕДРЕНИЕ СОЛНЕЧНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ В
ДОМОХОЗЯЙСТВА УКРАИНЫ
DEVELOPMENT AND IMPLEMENTATION OF SOLAR ENERGY IN
HOUSEHOLDS OF UKRAINE**

Анотація. У статті досліджено особливості розвитку, сучасний стан та перспективи впровадження сонячної енергетики в домогосподарствах України. Проаналізовано ефективні періоди для експлуатації сонячних модулів та середньорічну кількість електроенергії, котру можуть отримувати регіони нашої країни від використання сонячної енергії. З'ясовано потужність об'єктів, які виробляють і продають електроенергію за "зеленим" тарифом. Побудовано схему сонячної системи приватного домогосподарства. Виявлено проблеми та оцінено можливості перетворення сонячної енергетики у потужний фактор енергетичної незалежності домогосподарств від впливу монополістів. Зроблено акцент на необхідності прискорення розвитку та впровадження сонячної енергетики в домогосподарствах України у найближчій перспективі.

Ключові слова: сонячна енергетика, електроенергія, сонячні панелі, альтернативна енергетика, домогосподарства, енергетична незалежність.

Аннотация. В статье исследованы особенности развития, современное состояние и перспективы внедрения солнечной энергетики в домохозяйствах Украины. Проанализированы эффективные периоды для эксплуатации солнечных модулей и среднегодовое количество электроэнергии которую могут получать регионы нашей страны от использования солнечной энергии. Выяснено мощность объектов, которые производят и продают электроэнергию по "зеленому" тарифу. Построено схему солнечной системы частного домохозяйства. Выявлены проблемы и оценены возможности преобразования солнечной энергетики в мощный фактор энергетической независимости домохозяйств от влияния монополистов. Сделан акцент на необходимости ускорения развития и внедрения солнечной энергетики в домохозяйствах Украины в ближайшей перспективе.

Ключевые слова: солнечная энергетика, электроэнергия, солнечные панели, альтернативная энергетика, домохозяйства, энергетическая независимость.

Annotation. In the article was investigated the features of a modern state and prospects of implementation of solar energy in households of Ukraine. It was analyzed the effective period for the operation of solar modules and average amount of electricity which regions of our country can receive from solar energy. It was shown facilities power that produce and sell electricity by "green" tariff. It was paint a scheme of the solar system of private households. Was found the problems and was estimated the possibility of converting solar energy into a powerful factor of energy

independence of households from the influence of monopolies. It was focused on the need to accelerate the development and implementation of solar energy in households of Ukraine in the near future.

Keywords: solar energy, electricity, solar panels, alternative energy, households, energy independence.

В Україні та світі з кожним роком відбувається зростання цін на енергоресурси, що своєю чергою підкреслює актуальність питань енергетичного балансу та енергетичної незалежності. Останніми роками енергоносії безпосереднім чином впливали на соціально-економічне становище населення України, розвиток держави та її регіонів. Одним з ключових факторів, який в подальшому може суттєво вплинути на питання енергозбалансованості та дотримання енергетичного балансу країни є стимулювання впровадження сонячної енергетики в домогосподарствах країни.

Дослідженням впровадження технологій енергозбереження, альтернативних джерел енергії та сонячної енергетики в Україні займалися такі вчені, як: Б.Басок, О.Башта, Є.Борщук, Б.Буркінський, В.Ільясов, А.Касич, В.Мікловда, Д.Нестеров, С.Савчук, Л.Товажнянський, А.Фризоренко, Л.Шевчук. В цих дослідженнях переважали публікації, які доводили необхідність впровадження та реалізації окремих технічних та інноваційних рішень альтернативних видів енергетики.

Одним з перспективних та екологічно чистих напрямів розвитку та впровадження відновлюваної енергетики в Україні – є сонячна електроенергетика. В Україні найбільш ефективним періодом для експлуатації сонячних модулів є термін від 5 до 7 місяців, що залежить від регіону з Півночі на Південь. Середньорічна кількість електроенергії, котру отримують регіони нашої країни від використання енергії сонця, становить приблизно 1200 кВт год. на квадратний метр.

Ефективність впровадження розвитку сонячної енергетики також підтверджують дані Державної служби статистики України. Згідно з статистичними даними станом на 1 березня 2016 року потужність об'єктів, які працюють за "зеленим" тарифом, становить 1492 МВт.[3]. З них 36 % (839

МВт) – це об'єкти сонячної енергетики (рис. 1.). В Національному плані дій з відновлюваної енергетики до 2020 року заплановано збільшити потужність об'єктів сонячної електроенергетики до 2 300 МВт. [9].

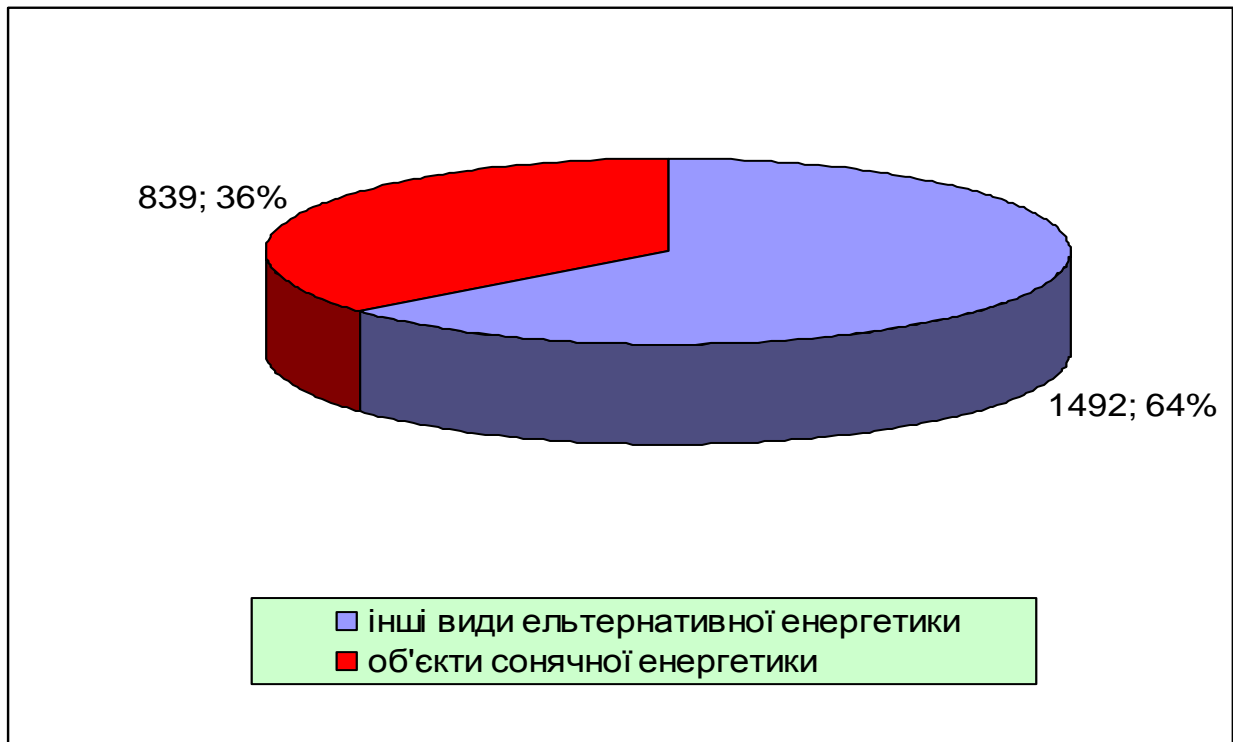


Рис. 1. Потужність об'єктів, які працюють за "зеленим" тарифом*

*Побудовано за даними [9].

Кількість сонячних панелей, що були встановлені домогосподарствами, у 2015 році зростає в 11 разів, порівняно з 2014 роком. На це суттєво впливає вартість прийнятого "зеленого" тарифу 20,03 євроценти за 1 кВт*год, виробленої електроенергії приватними домогосподарствами. Згідно з положеннями Закону України № 514-VIII "Про внесення змін до деяких законів України щодо забезпечення конкурентних умов виробництва електроенергії з альтернативних джерел енергії", прийнятого Верховною Радою України 04.06.2015 року для сонячних електростанцій приватних домогосподарств потужністю до 30 кВт, було введено "зелений" тариф, який розраховується відповідно до курсу євро, що нівелює ризики інфляції.

Схему сонячної електростанції малої потужності, які використовують в домогосподарствах, будують двох типів – на 12 або 24вольт. Сонячна електростанція складається з генерувальних модулів, контролюючих пристроїв,

накопичувальних елементів та інверторів. До генерувальних модулів відносять сонячні панелі, які саме і генерують електроенергію. Їх сьогодні, як правило, виробляють двох типів – полікристалічні та монокристалічні. Монокристалічні панелі дещо дорожчі ніж полікристалічні і є ефективнішими при генеруванні електроенергії в похмуру погоду. До контролюючих пристроїв (контролери) відносять такі пристрої, завданням яких є стеження за ефективним зарядом акумулюючих елементів та захист їх від перезаряду. Акумулюючими є елементи, які накопичують і зберігають електроенергію, вироблену генерувальними модулями.

В сонячній енергетиці, як правило, використовують акумуляторні батареї двох типів – мультигелеві AGM та гелеві GEL акумулятори. Гелеві акумулятори є дорожчими і мають вдвічі більший термін експлуатації, котрий сягає 10 років. Інвертуючі пристрої (інвертори) – це такі пристрої, які перетворюють акумульовану електроенергію постійного струму в побутовий змінний струм 220 вольт правильного або модифікованого синусу. Дорожчими є інвертуючі пристрої, котрі перетворюють постійний струм в змінний з правильною синусоїдою. Такий струм найбільш подібний до струму побутової мережі і підходить для всіх сучасних електроприладів. Зараз на ринку сонячної енергетики з'явилися комбіновані пристрої, які поєднують в собі контролери і інвертори, що значно спрощує побудову сонячної електростанції малої потужності. Схема сонячної системи представлена на рисунку 2.

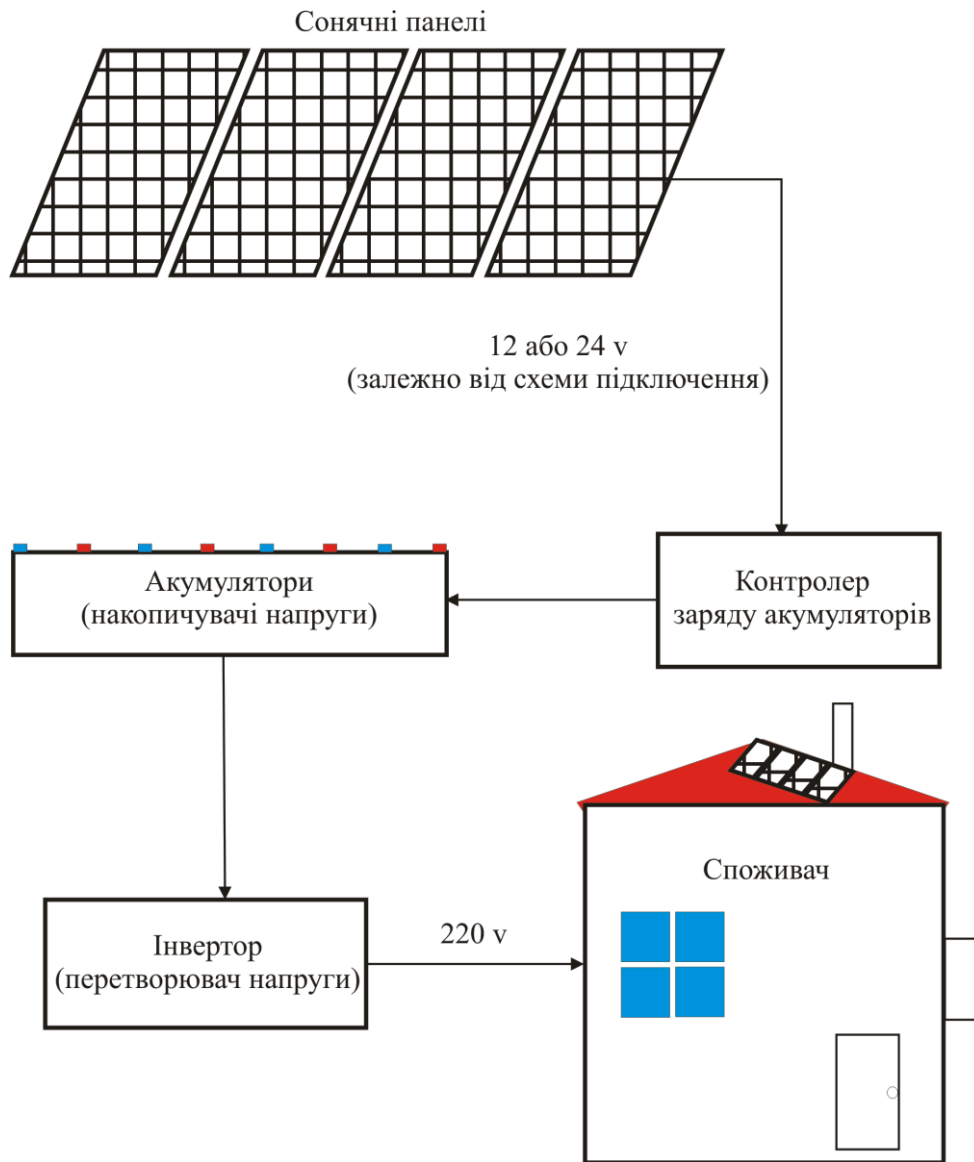


Рис. 2. Схема сонячної системи приватного домогосподарства*
*(Розробка Шевчука Я.В.)

Сонячні панелі електростанції малої потужності домогосподарства для найбільш ефективного використання розміщують на південній стороні даху, або іншої конструкції під кутом від 15 до 64 градуси в залежності від пори року. Якщо сонячні панелі використовують протягом цілого року, то перевагу віддають куту нахилу в 15°, для найбільш ефективного надходження сонячного світла та меншого забруднення пилом і снігом. Інша частина обладнання знаходиться в середині приватного будинку. Приклад сонячної електростанції, розміщеної на балконі приватного будинку максимальною потужністю 0,7 кВт*год з перетворювачем споживання 2 кВт 220 в показано на рис. 3.



Рис.3. Сонячна електростанція на приватному будинку
потужністю 0,7 кВт*год*

*(Фото та монтаж Шевчука Я.В.)

На розрахунки ефективності та потужності сонячної системи впливає багато факторів. Одними з головних є вибір типу сонячних панелей, кут їхнього нахилу, кліматичні умови, географічна широта знаходження об'єкту, рельєф місцевості, погодні умови та ін.

При виборі потужностей сонячних панелей необхідно враховувати прогнозований середньомісячний виробіток електроенергії. В таблиці 1 представлено прогнозований середньомісячний виробіток електроенергії

сонячними панелями при використанні кута нахилу в 64 градуси, з південним напрямком. Його використовують при виборі сонячних панелей для різних споживачів приватних домогосподарств.

Таблиця 1

Потужність сонячних батарей та прогнозований середньомісячний виробіток електроенергії сонячними панелями кВт/год в міс.*

Пори року	Січ.	Лют.	Бер.	Квіт.	Трав.	Чер.	Лип.	Сер.	Вер.	Жов.	Лис.	Груд.
Сумарна добова інсоляція кВт*год/м.кв.	1,19	1,93	2,84	3,68	4,52	4,75	4,76	4,40	3,06	2,00	1,20	0,94
400 Вт	12 мало	23 мало	32 мало	42 мало	51 мало	57 авар.	54 авар.	50 мало	34 мало	22 мало	14 мало	10 мало
500 Вт	16 мало	29 мало	40 мало	54 авар.	65 авар.	70 авар.	67 авар.	63 авар.	43 мало	29 мало	17 мало	12 мало
600 Вт	19 мало	35 мало	49 мало	63 авар.	78 авар.	85 авар.	81 авар.	75 авар.	52 мало	34 мало	21 мало	16 мало
800 Вт	26 мало	46 мало	65 авар.	84 авар.	104 базов.	113 базов.	108 базов.	101 базов.	69 авар.	46 мало	27 мало	21 мало
1 кВт	33 мало	58 авар.	82 авар.	105 базов.	130 базов.	141 базов.	135 базов.	127 базов.	86 авар.	57 авар.	35 мало	26 мало
1,2 кВт	39 мало	70 авар.	97 базов.	126 базов.	156 базов.	170 базов.	163 базов.	151 базов.	104 базов.	68 авар.	42 мало	42 мало
1,4 кВт	46 мало	81 авар.	113 базов.	147 базов.	183 комф.	198 комф.	190 комф.	177 базов.	121 базов.	80 авар.	48 мало	37 мало
1,6 кВт	52 мало	93 авар.	130 базов.	169 базов.	209 комф.	227 комф.	217 комф.	202 комф.	139 базов.	91 авар.	56 авар.	42 мало
1,8 кВт	60 авар.	104 базов.	146 базов.	190 комф.	235 комф.	255 комф.	244 комф.	227 комф.	156 базов.	103 базов.	63 авар.	48 мало
2,0 кВт	67 авар.	117 базов.	162. базов.	211 комф.	261 комф.	283 комф.	271 комф.	253 комф.	173 базов.	115 базов.	69 авар.	54 авар.
2,5 кВт	82 авар.	146 базов.	203 комф.	264 комф.	328 повн.	354 повн.	339 повн.	316 повн.	217 комф.	143 базов.	87 авар.	66 авар.
3,2 кВт	107 базов.	187 комф.	260 комф.	338 повн.	419 повн.	454 повн.	434 повн.	404 повн.	278 комф.	182 базов.	112 базов.	85 авар.
5,3 кВт	177 базов.	310 повн.	431 повн.	560 повн.	695 повн.	754 повн.	720 повн.	670 повн.	461 повн.	303 повн.	185 комф.	141 базов.
8,0 кВт	266 комф.	467 повн.	651 повн.	845 повн.	1048 повн.	1137 повн.	1086 повн.	1012 повн.	695 повн.	458 повн.	280 комф.	213 комф.

* Побудовано за даними [2].

У зв'язку з тим, що в сонячних системах використовують акумулятори накопичувачі напругою в 12 вольт, схеми будують кратними в 12, 24, 48, 96 вольт. При збільшенні напруги знижуються робочі струми, що робить систему ефективнішою. Але це свою чергою збільшує вартість обладнання. Тому найбільш оптимальними є системи з напругою 24 – 48 вольт. Напруга сонячних панелей повинна бути завжди трохи вища за напругу акумуляторів накопичувачів – 17В, 30В, 55В, 110В.

В таблиці 2 наведено співвідношення сонячних панелей до напруги сонячної системи.

Таблиця 2

Співвідношення сонячних панелей до напруги сонячної системи*

Потужність сонячних батарей, кВт	Рекомендована напруга системи. В
0-1	12-24(залежно від напруги сонячної батареї)
1-2	24
3-6	24-48(залежно від вибраного інвертора)
більше 6	96

* Джерело: [2].

В Сполучених Штатах Америки зараз укладено великі контракти на поставку "зеленої" енергії за вкрай низькими цінами. Як повідомляє New York Times, техаська компанія Austin Energy навесні цього року підписала 20-річний контракт на поставку сонячної електроенергії з ціною менше 5 центів за кВт/год. [10].

Дешевшає також сонячна енергетика на дахах (Rooftop solar PV - фотоелектричні панелі невеликої потужності, що розміщуються приватними споживачами на дахах будівель) вже досягла мережевого паритету в 10 штатах США з 50, а в решті, за прогнозами аналітиків Deutsche Bank, добереться до цього показника у 2018 році. Не дивно, що тільки в 2013 році американці встановили на своїх дахах 1 ГВт сонячних панелей, а в 2016 році їх сукупна потужність зросла в шість разів. На рисунку 4 показано невеликий приватний будинок з потужною сонячною електростанцією в 10 кВт.

Основними факторами, які суттєво впливають на зменшення вартості та ефективність впровадження сонячної енергетики на дахах домогосподарств, є здешевлення технологій і нових підходів до фінансування та експлуатації об'єктів, втілення нових технологій в галузі акумулювання електроенергії (гелеві та мультигелеві акумулятори), та подорожчання вартості електроенергії, яка надходить до споживачів з центральної мережі.



Рис. 4. Сонячна електростанція на приватному будинку потужністю 10 кВт. 31 сонячна панель від фірми Sunpower по 330 Вт* (Фото: [10]).

Так, з 1 вересня в Україні діють нові тарифи на електроенергію. Згідно до цих тарифів вартість електроенергії зростає на 26 відсотків. Тепер середня вартість спожитої кіловат-години буде коштувати 97,3 копійки. Це є четвертим, етапом подорожчання електроенергії. Наступне зростання цін заплановано в березні 2017 року [7]. Нові тарифи поділяють на окремі категорії:

До першої категорії відносять тарифи для споживачів до 100 кВт*год. на місяць. Відповідно ціна зросла з 57 до 71,4 копійки за 1 кВт*год. До другої категорії віднесли споживачів від 100 до 600 кВт*год. з платою 1,29 грн. за 1 кВт*год. В третю категорію увійшли споживачі котрі споживають більше 600 кВт*год. із ставкою 1,64 грн. за 1 кВт*год. У четверту категорію входять мешканці сіл, котрі споживають до 150 кВт*год. на місяць. Для цих споживачів ставка становить, як і для першої категорії, 71,4 копійки за 1 кВт*год. Тарифи для мешканців будинків, обладнаних електричними плитами, показані в таблиці 3.

**Тарифи для мешканців будинків обладнаних
електричними плитами***

кВт*год./міс.	Мешканці міст	Мешканці сіл
До 100	0,714	0,714
Понад 100 до 150	1,29	0,714
Понад 150 до 600	1,29	1,29
Понад 600	1,64	1,64

* Побудовано за даними: [7].

Згідно з даними НКРЕКП Національної комісії, що здійснює державне регулювання в сферах енергетики та комунальних послуг, зростуть також тарифи для споживачів котрі опалюють свої помешкання електричними котлами. Так вартість споживання до 3600 кВт*год. на місяць буде дорівнювати 71,4 копійки за 1 кВт*год. Для тих хто буде споживати більше 3600 кВт*год. на місяць оплата становитиме 1,64 грн. за 1 кВт*год. Полегшення будуть мати споживачі, які встановили дво- чи тризонні лічильники, з 23:00 до 7:00, для них тариф буде вдвічі нижчим [7].

З 1 березня 2017 року наступить п'ятий етап зростання тарифів на електроенергію. Так, ціни зростуть ще на 26 відсотків. Тоді вартість електроенергії для міських та сільських споживачів, котрі будуть використовувати до 100 кВт*год. на місяць буде дорівнювати 90 копійок за 1 кВт*год. Якщо буде використано більше 100 кВт*год., то доведеться заплатити 1,68 грн. за 1 кВт*год.

В своїх офіційних поясненнях комісія НКРЕКП називає чотири причини зростання цін на електроенергію:

1. Необхідність приведення тарифів до економічно обґрунтованих показників. За даними НКРЕКП, до підвищення цін населення України сплачувало лише 21% від собівартості електроенергії;
2. Зростання надходжень від продажу електроенергії дозволить унеможливити віялові відключення;

3. Електроенергія дорожчає через зростання вартості імпортованого пального: природного газу, вугілля та інших видів пального;
4. Необхідні гроші на модернізацію об'єктів енергетики. [7].

Необхідно також зазначити, що реально середньостатистична українська сім'я з трьох чи чотирьох осіб споживає більше ніж 100 кВт*год. Тобто дана градація схвалена національною комісією, що здійснює державне регулювання в сферах енергетики та комунальних послуг, заздалегідь передбачає, що більшість українських сімей буде платити по завищених тарифах, і також дає можливість для енергетичних компаній маніпулювати показниками лічильників для отримання завищених прибутків за рахунок споживачів.

Наголосимо, що всі ці негативні фактори будуть суттєво впливати на матеріальний стан українських домогосподарств і будуть пришвидшувати розвиток та впровадження сонячної енергетики та інших видів альтернативних джерел.

Підсумовуючи вищесказане, хочемо наголосити, що розвиток сонячної енергетики – це не тільки фактор зменшення енергетичної залежності українських домогосподарств від монополістів, але це також суттєво вплине на збалансованість цін на ринку енергоносіїв країни. Тому для забезпечення її належного розвитку необхідно об'єднати зусилля вчених, бізнесменів, управлінців, з врахуванням зарубіжного досвіду в цій галузі. При цьому, держава та монополісти ринку не повинні мати важелів впливу на заборону чи стримування цього розвитку. Сьогодні важливо здійснювати наукові дослідження, які необхідно спрямовувати на швидке і ефективне розв'язання цих важливих теоретичних і практичних проблем. Це дозволить в перспективі забезпечити розвиток економіки країни та покращить життя її населення.

Література:

1. Гаврилко П.П. Альтернативна енергетика як фактор енергетичної незалежності України / Гаврилко П.П., Шевчук Я.В., Шевчук А.В. - Сучасні тенденції розвитку України: збірник матеріалів Десятої

- Загальнофакультетської науково-практичної конференції. Випуск 10. – Нововолинськ, НФ ТНЕУ, 2015. – 475 с. С. 19-27.
2. Вибір потужності сонячних батарей та кута нахилу панелей. СТЕМ – Інтелектуальні системи. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://sutem.com.ua/932alten.php>
 3. Державна служба статистики України [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.ukrstat.gov.ua/>
 4. Закон України Про альтернативні джерела енергії. Відомості Верховної Ради України (ВВР). – 2003. - № 24. - Ст.155.
 5. Закон України Про внесення змін до деяких законів України щодо забезпечення конкурентних умов виробництва електроенергії з альтернативних джерел енергії. Відомості Верховної Ради (ВВР), 2015, № 33, ст.324.
 6. Закон України Про електроенергетику. Відомості Верховної Ради України (ВВР), 1998, № 1, ст.1.
 7. Нові тарифи на «світло». Скільки доведеться платити за електроенергію з 1 вересня. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://glavcom.ua/publications/novi-tarifi-na-svitlo-skilki-dovedetsya-platiti-za-elektroenergiyu-z-1-veresnya-370083.html>
 8. Сонце проти Газпрому. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://texty.org.ua/>
 9. Сонячна енергетика - один з перспективних напрямів розвитку відновлюваної енергетики в Україні. Урядовий портал. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://www.kmu.gov.ua/control/publish/article?art_id=248970577
 10. Энергетическая революция в США: ветряки побеждают уголь и газ. Обозреватель. 28 марта 2015. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://finance.obozrevatel.com/>