

Міністерство освіти і науки України  
Корпорація «Науковий парк  
«Інноваційно-інвестиційний кластер Тернопілля»  
Тернопільський національний технічний університет  
імені Івана Пулюя  
Тернопільська обласна державна адміністрація

**МІЖНАРОДНИЙ  
ІНВЕСТИЦІЙНИЙ ФОРУМ-  
ВИСТАВКА  
З ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ  
ТА ЕНЕРГООЩАДНОСТІ  
2015**

**Матеріали  
науково-практичного семінару**

Тернопіль  
2015

УДК 620.9+621.311  
ББК 31.15  
М58

Редакційна колегія:

Голова редколегії	докт. техн. наук Р.М. Рогатинський
Заступник голови	Г.П. Химич
Члени редколегії:	докт. техн. наук В.А. Андрійчук, докт. техн. наук М.Г. Тарасенко, канд. техн. наук М.М. Зінь, С.І. Нагаченко, О.П. Колісник.

М58 Міжнародний інвестиційний форум-виставка з енергоефективності та енергоощадності 2015 : матеріали науково-практичного семінару – Тернопіль; Вид-во ТНТУ імені Івана Пулюя, 2015. – 212 с.

Збірник містить тези та доповіді авторів, розробок вищих навчальних закладів і підприємств України. Матеріали охоплюють широкий спектр питань за напрямом енергоефективних та енергоощадних технологій.

УДК 620.9+621.311  
ББК 31.15

© Науковий парк «Інноваційно-інвестиційний кластер «Тернопілля», 2015  
© Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, 2015

## ЗМІСТ

<b>Андрійчук В.А., Осадца Я.М., Липовецький М.М.</b> ЕНЕРГООЩАДНІ РЕЖИМИ ЖИВЛЕННЯ СВІТЛОДІОДНИХ ДЖЕРЕЛ СВІТЛА.....	7
<b>Андрійчук В.А.</b> ЕНЕРГООЩАДНЕ ЗОВНІШНЄ ОСВІТЛЕННЯ В ОБЛАСТЯХ УКРАЇНИ ТА ЙОГО ОСОБЛИВОСТІ В ТЕРНОПІЛЬСЬКОМУ РЕГІОНІ .....	12
<b>Бондзюх Н.Б.</b> ПРАКТИЧНИЙ ДОСВІД ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ У НАВЧАЛЬНОМУ ЗАКЛАДІ .....	19
<b>Гарматій Н.М.</b> МОДЕЛЮВАННЯ ЕНЕРГОЗАТРАТ СУЧАСНИХ ПІДПРИЄМСТВ ЧЕРЕЗ ІНСТРУМЕНТАРІЙ МОДЕЛЮВАННЯ ВИРОБНИЧИХ ФУНКЦІЙ .....	29
<b>Зінь М.М.</b> НАУКОВО-ТЕХНІЧНИЙ СУПРОВІД СПОРУДЖЕННЯ МІКРО ГЕС У М. БЕРЕЖАНИ ТЕРН. ОБЛ.....	33
<b>В.Я. Кудлак</b> ІНВЕСТУВАННЯ В ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІ ТЕХНОЛОГІЇ – ЗАПОРУКА ЕНЕРГОБЕЗПЕКИ ДЕРЖАВИ .....	38
<b>Костик Л.М., Котик М.І.</b> ВИКОРИСТАННЯ СВІТЛОДІОДНИХ ОПРОМІНЮВАЧІВ У СВІТЛОКУЛЬТУРІ РОСЛИН.....	42
<b>Котик М.І., Андрійчук В.А.</b> ЕНЕРГООЩАДНІ ОПРОМІНЮВАЛЬНІ УСТАНОВКИ ДЛЯ ТЕПЛИЦЬ .....	48
<b>Михальський М.В.</b> ВПРОВАДЖЕННЯ СИСТЕМ ЕЛЕКТРООПАЛЕННЯ ....	53
<b>Панухник О.В.</b> СТРАТЕГІЯ РОЗВИТКУ УКРАЇНИ НА ЗАСАДАХ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ: ЕКОНОМІЧНИЙ АСПЕКТ .	56

<b>Панухник Я.Г.</b> ОСНОВНІ БАР'ЄРИ МОДЕРНІЗАЦІЇ ТЕХНОЛОГІЙ УПРАВЛІННЯ ПІДПРИЄМСТВОМ У МУНІЦИПАЛЬНІЙ ЕКОНОМІЧНІЙ СИСТЕМІ: ФІНАНСОВО- ЕКОНОМІЧНИЙ АСПЕКТ.....	71
<b>Михальський М.В.</b> ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ. ВІДНОВЛЮВАНА ТА НЕТРАДИЦІЙНА ЕНЕРГЕТИКА.....	78
<b>Нагаченко С.І.</b> ЕНЕРГЕТИЧНИЙ АУДИТ, ЯК ПЕРШИЙ ЕТАП ВПРОВАДЖЕННЯ ЕНЕРГООЩАДНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ...	93
<b>Нагаченко М.А.</b> ЕЛЕМЕНТИ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ТА ЕНЕРГООЩАДНОСТІ У ШКІЛЬНОМУ КУРСІ ФІЗИКИ.....	99
<b>Філюк Я.О., Андрійчук В.А., Коваль В.П.</b> ЕНЕРГООЩАДНІ ОСВІТЛЮВАЛЬНІ УСТАНОВКИ З АВТОНОМНИМ ЖИВЛЕННЯМ.....	103
<b>Химич Г.П.</b> СОНЯЧНА ЕНЕРГІЯ – АЛЬТЕРНАТИВА ТРАДИЦІЙНІЙ ЕНЕРГЕТИЦІ.....	106
<b>Химич І.Г.</b> ФІНАНСОВО-ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ ТА ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ В УКРАЇНІ .....	113
<b>Химич Г.П., Колісник О.П.</b> ЕНЕРГОЕФЕКТИВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ.....	121
<b>Колісник О.П.</b> ПЕРСПЕКТИВИ ВИДОБУТКУ СЛАНЦЕВОГО ГАЗУ В УКРАЇНІ.....	126
<b>Нагаченко С.І., Колісник О.П.</b> ЕНЕРГЕТИЧНИЙ АУДИТ – ОСНОВА ЕНЕРГООЩАДНОСТІ.....	134

<b>Нагаченко С.І., Колісник О.П.</b> ЗАПРОВАДЖЕННЯ ЕНЕРГЕТИЧНОГО МЕНЕДЖМЕНТУ В НАВЧАЛЬНИХ ЗАКЛАДАХ ТА УСТАНОВАХ.....	138
<b>Зінь М.М., Підгайний Ю.Б.</b> ТРУБНІ ГІДРОТУРБИНИ – НАЙЕФЕКТИВНІШЕ РІШЕННЯ ДЛЯ НИЗЬКОНАПІРНИХ МАЛИХ ГЕС .....	147
<b>Лучейко І.Д., Коцюрко Р.В.</b> ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ЕНЕРГОРЕСУРСІВ НА ТЕРНОПІЛЬСЬКОМУ ЗАВОДІ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ ВИРОБІВ І БУДІВЕЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ .....	151
<b>Параска Г.Б., Горященко С.Л., Любчик В.Р.</b> ЗАХОДИ ХМЕЛЬНИЦЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ ПО ПІДВИЩЕННЮ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ХМЕЛЬНИЦЬКОЇ ОБЛАСТІ.....	153
<b>Лучейко І.Д., Коваль В.П., Коцюрко Р.В.</b> ПІДВИЩЕННЯ ТОЧНОСТІ ОБЧИСЛЕННЯ СПОЖИВАНОЇ ПОТУЖНОСТІ МЕТОДОМ АМПЕРМЕТРА ТА ВОЛЬТМЕТРА В КОЛАХ ПОСТІЙНОГО СТРУМУ .....	156
<b>Зінь М.М., Підгайний Ю.Б.</b> РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ ПОТЕНЦІЙНИХ ОБ'ЄКТІВ МАЛОЇ ГІДРОЕНЕРГЕТИКИ В ТЕРНОПІЛЬСЬКОМУ РЕГІОНІ .....	159
<b>Коваль В.П.</b> СВІТЛОТЕХНІЧНІ АСПЕКТИ ЗАМІНИ ЛАМП РОЗЖАРЮВАННЯ НА ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІ ЛАМПИ.....	163
<b>Сабат А.В.</b> ПОВІТРЯНИЙ ДВИГУН.....	167
<b>Сабат А.В.</b> РЕГУЛЯТОР ТИСКУ ГАЗУ .....	175

<b>Тарасенко М.Г.</b> ПРОБЛЕМИ ЗАСТОСУВАННЯ ДАХОВИХ КОТЕЛЕНЬ ДЛЯ ОПАЛЕННЯ КВАРТИР БАГАТОПОВЕРХОВИХ БУДИНКІВ .....	180
<b>Дзядикевич Ю.В., Гевко Б.Р.</b> ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ В СФЕРІ ЖКГ .....	184
<b>Федорейко В.С., Іскерський І.С.</b> ШЛЯХИ ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ЕКОНОМІКИ УКРАЇНИ.....	187
<b>Чубак Т.Л.</b> ІМПЛЕМЕНТАЦІЯ АЛЬТЕРНАТИВНОЇ ЕНЕРГЕТИКИ В УКРАЇНСЬКІЙ РЕАЛІЇ.....	195
<b>Сигитас Мичюлис</b> ЕВРОПЕЙСКИЙ ПУТЬ РАЗВИТИЯ И ВНЕДРЕНИЕ АЛЬТЕРНАТИВНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ.....	201
<b>Сабат А.В.</b> ЕЛЕКТРОМОБІЛЬНИЙ ЗАРЯДНИЙ ПРИСТРІЙ .....	205

УДК 628.9.038

В.А. Андрійчук, Я.М. Осадца, М.М. Липовецький  
*Тернопільський національний технічний університет  
імені Івана Пулюя*

## ЕНЕРГООЩАДНІ РЕЖИМИ ЖИВЛЕННЯ СВІТЛОДІОДНИХ ДЖЕРЕЛ СВІТЛА

В даній роботі проведено порівняльний аналіз способів регулювання світлового потоку, представлено залежність світлотехнічних та енергетичних параметрів світлодіодів при широтно-імпульсному регулюванні, вказано переваги та недоліки даного регулювання.

В зв'язку із розвитком світлотехнічної галузі виникає потреба в якісному динамічному освітленні. При створенні регульованих освітлювальних установок вибираються джерела світла які мають хороші енергетичні показники. Світлодіоди маючи невеликі розміри, а відповідно малу інерційність і хороші можливості регулювання часто, та доволі успішно, використовуються для динамічного освітлення.

Для побудови динамічного регулювання використовують додаткові пристрої – регулятори. Вони можуть бути реалізовані різними методами, але повинні відповідати поставленим вимогам:

підтримання енергетичної ефективності освітлювальної установки;

мати мінімальний негативний вплив на джерела світла.

Напівпровідникові джерела світла на відміну від інших джерел світла вимагають живлення постійним електричним струмом. У зв'язку із цим постає питання енергоощадних режимів живлення світлодіодів та регулювання їх світлового потоку.

Світлодіоди мають нелінійні вольт-амперні характеристики (ВАХ). Ця особливість світлодіодів як навантаження вимагає деяких особливостей при конструюванні блоків живлення та визначення коректних способів регулювання.

Один із поширених способів регулювання світлового потоку напівпровідникових джерел світла, є регулювання шляхом зміни величини струму живлення.

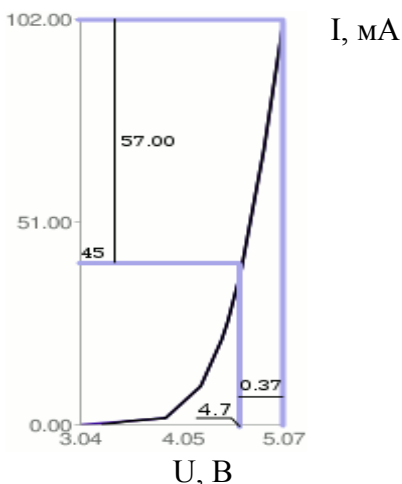


Рисунок 1. – Вольт-амперна характеристика напівпровідникового джерела світла

Розглянута можливість регулювання шляхом зміни величини струму живлення СД, а межі регулювання визначаються із ВАХ світлодіодів, як показано на рисунку 1. Але при збільшенні струму через світлодіод знижується світловіддача. А саме вона, є основним параметром, що визначає величину коефіцієнта корисної дії напівпровідникових джерел світла. При груповому підключенні СД допускається тільки послідовне сполучення світлодіодів в одній групі, і тільки з струмо обмежувачим резистором.



Послідовне підключення дає змогу регулювати відразу від одного до декількох десятків напівпровідникових джерел світла. Це є основною перевагою, і ще одною перевагою є можливість реалізації великої глибини регулювання. Але регулювання світлового потоку величиною струму має також і недоліки. Основним недоліком в даному випадку можна вважати роботу напівпровідникового джерела світла в режимі відмінному від номінального. Оскільки це питання повністю не досліджене до кінця, то і достовірно невідомо як будуть впливати неномінальні режими роботи на характеристики світлодіода, зокрема тривалість експлуатації.

Основними недоліком регулювання шляхом зміни струму СД є:

зменшення світловіддачі при відхиленні величини струму відносно номінальних значень;

невідомий вплив неномінальних режимів роботи на тривалість експлуатації.

Оскільки світловий потік напівпровідникового джерела світла сильно залежить від температури р-п переходу, а температура р-п переходу залежить від струму через р-п перехід або напруги прикладеної до нього.

Для більш точного регулювання потоку вимірювання потрібно слідкувати не тільки за напругою на світлодіоді чи струмом через нього, а і за температурою джерела світла.

Крім живлення постійною напругою та регулювання регулюванням зміною величини струму через світлодіод, застосовують імпульсне живлення СД однополярним струмом, а для регулювання світлового потоку використовують широтно-імпульсне регулювання, для на СД подається імпульси напруги із регульованою тривалістю імпульсу. Величина напруги визначається таким чином, щоб діюче значення струму СД дорівнювало

номінальному. Частота живлення вибирається в залежності від інерційності джерела світла.

При регулюванні світлового потоку методом широтно-імпульсної модуляції світлодіод живиться короткотривалими імпульсами. Саме регулювання здійснюється шляхом зміни тривалості імпульсів. При цьому, амплітуди напруги та струму живлення світлодіода є номінальними. Амплітуда імпульсу визначається номінальними напругою, чи струмом живлення напівпровідникових джерел світла.

Для характеристики режиму роботи регулятора на основі ШІМ користуються коефіцієнтом заповнення, який визначається відношенням тривалості імпульсу до періоду коливав.

$$K_3 = \frac{t_{im}}{T},$$

де  $K_3$  – коефіцієнт заповнення,  $t_{im}$  – тривалість імпульсу,  $T$  – період слідування імпульсів.

Світловий потік напівпровідникових джерел світла при широтно-імпульсному регулюванні прямо пропорційний коефіцієнту заповнення, або тривалості імпульсу.

Для дослідження світлових характеристик джерела світла було розроблено установку представлено на рисунку 2, що складається з фотометр-ричної кулі 1, в якій розташований світлодіод 2 випромінювання якого через загороджувальний екран 3 потрапляє на фотопомножувач 4. Однією з переваг фотопомножувачів є оптимальне відношення сигнал/шум, що дає можливість мінімізувати темновий струм. Також фотоприймачі даного типу дають можливість зменшити вплив зовнішніх полів, мають стабільне підсилення та високу чутливість. Для даної установки було обрано фотопомножувач ФСУ-85. Сигнал отриманий з нього через емітерний повторювач

подається на цифровий осцилограф 5. Світлодіод отримує імпульси з генератора 6. Робота генератора і осцилографа керується ПК 7.

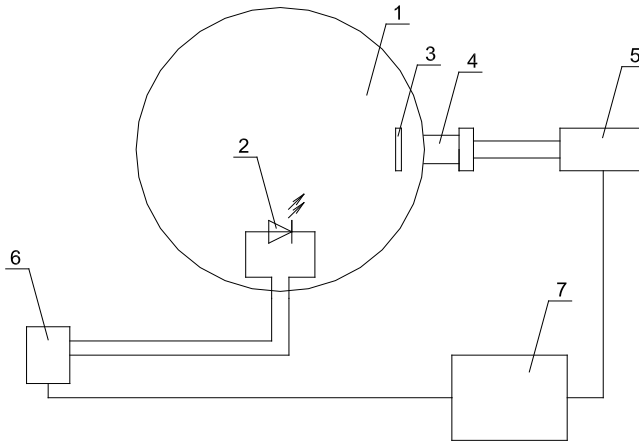


Рисунок 2. – Схема установки для дослідження світлодіодів в імпульсному режимі

### Література

Справочная книга по светотехнике под редакцией Айзенберга Ю.Б. – М. Знак, 2006. – 951 с.

Вон Кук Сан. О светодиодных модулях «ACRICHE» // Светотехника. – 2007 – № 6 – С. 54 – 56.

УДК 621.326; 621.327

В.А. Андрійчук, С.Ю. Поталіцин, М.С. Наконечний

*Тернопільський національний технічний університет  
імені Івана Пулюя*

## **ЕНЕРГООЩАДНЕ ЗОВНІШНЄ ОСВІТЛЕННЯ ТА ЙОГО ВПЛИВ НА ЯКІСНІ ПОКАЗНИКИ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ**

У роботі проведено аналіз систем зовнішнього освітлення по областях України за період з 2010 та 2014 рік. Встановлено, що в системах зовнішнього освітлення спостерігається тенденція до зростання кількості компактних люмінесцентних ламп і світлодіодів. Проведено вимірювання похибки індукційного та електронного лічильників при обліку електричної енергії в освітлювальних установках із компактними люмінесцентними лампами та світлодіодами. Встановлено, що похибка досліджуваних лічильників зростає в наслідок наявності високих значень вищих гармонік струму даних джерел світла.

В Україні в системах зовнішнього освітлення ще широко використовуються малоефективні джерела світла: лампи розжарювання (ЛР), дугові ртутні лампи (ДРЛ). Станом на 01.01.2015 р. в освітлювальних установках (ОУ) зовнішнього освітлення експлуатуються 328,886 тис. шт. ЛР та 311,452 тис. шт. ДРЛ, що становить 17,93% та 16,98% від загальної кількості світлоточок відповідно. Одночасно спостерігається тенденція впровадження енергоефективних джерел світла, а саме компактних люмінесцентних ламп (КЛЛ) та світлодіодів (СД). Станом на 01.01.2015 р. в установках зовнішнього освітлення експлуатуються 278,005 тис. шт. КЛЛ та 80,837 тис. шт. СД, що становить 15,16% та 4,41% від загальної кількості

світлоточок, відповідно. Гістограма зміни кількості світлоточок в установках зовнішнього освітлення за типами джерел світла представлено на рис. 1 [1 – 4].

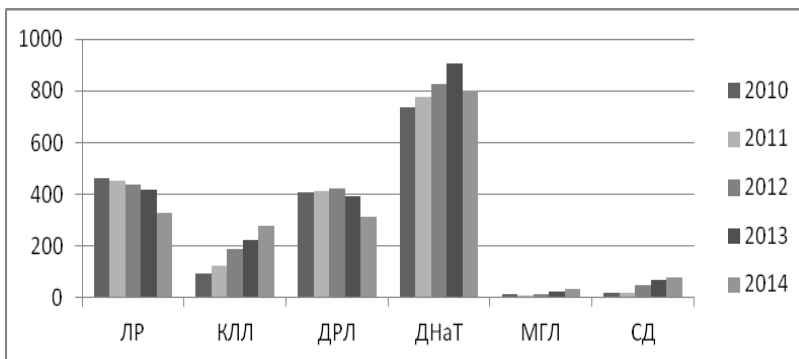


Рис. 1. Гістограма зміни кількості світлоточок (тис. шт.) в установках зовнішнього освітлення за типами джерел світла за період з 2010 по 2014 роки

Як видно із гістограми кількості ЛР та ДРЛ знизилася на 131,48 та 95,65 тис. шт. за період з 2010 по 2014 рік, що становить 28,56% та 23,5% від їх загальної кількості в 2010 році, відповідно. Кількості КЛЛ та СД в ОУ зовнішнього освітлення за період з 2010 по 2014 роки зросла на 182,68 та 64,44 тис. шт., що становить 291,65% та 493,21% від їх загальної кількості в 2010 році відповідно. За рахунок зниження кількості низькоефективних джерел світла (ЛР та ДРЛ) та різкого зростання високоєфективних джерел світла (КЛЛ та СД) енергетична ефективність ОУ зовнішнього освітлення зростає (рис. 2) [1 – 4].

Як бачимо із представлених гістограм загальна кількість спожитої електричної енергії та кількість спожитої електричної енергії на одну світлоточку з кожним роком знижується. З цього слідує, що одним із заходів для підвищення енергоефективності установок зовнішнього освітлення є широке впровадження

енергозберігаючих джерел світла, а саме компактних люмінесцентних ламп (КЛЛ) та світлодіодів (СД).

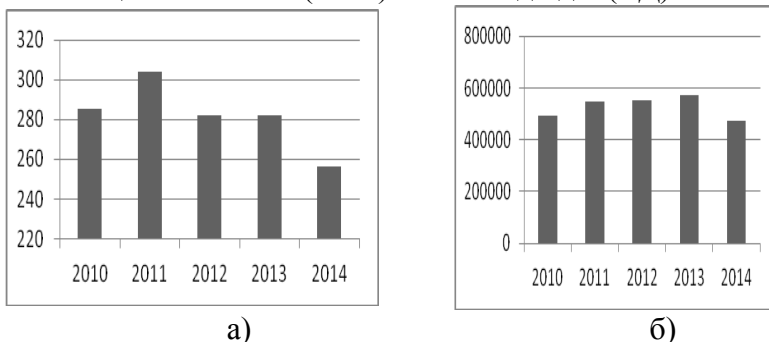


Рис. 2. Спожита електрична енергія в ОУ  
зовнішнього освітлення а) на одну світлоточку (кВт·год),  
б) загальна кількість (тис. кВт·год)

Проведено вимірювання осцилограми струму, та напруги і зроблено порівняльний аналіз гармонійного складу струму із нормованими показниками ДСТУ ІЕС 61000-3-2:2004 [5] та EN 61000 – 3 – 2:2006 [6] досліджуваних джерел світла. Отриманні результати представленні на рис. 3. Напруга живлення ДС має лише одну першу гармоніку, а струм є періодичною несинусоїдною функцією. Для проведення Фур'є аналізу осцилограм струму, було розроблено програму в середовищі Matlab. Гармонійний склад струму представлений під їх осцилограмами.

Як впливає з рис. 3 гармонійний склад споживаного струму досліджуваних КЛЛ перевищує нормовані показники. При цьому в лампах потужністю 46 та 55 Вт гармоніки, рахуючи від 25, відповідають нормованим показникам, а в лампі Realux 36W відповідність спостерігається після 29 гармоніки. Світлодіодна лампа Philips 14W LED не відповідає нормованим показникам для 7, 11 та 15 гармонік. Для світлодіодної лампи Delux 9W LED 3, 5 та 7 гармоніки

відповідають нормованим значенням, а всі інші значно їх перевищують.

Лічильники активної електричної енергії, яка споживається в ОУ зовнішнього освітлення, проводять її облік виходячи з припущення, що вміст вищих гармонік напруги мережі не перевищує 1%, а амплітуда вищих гармонік струму мережі не перевищує 10% від амплітуди основної гармоніки [7]. Лампи КЛЛ та СД живляться від вбудованих в їх корпус вторинних джерел живлення, які є джерелом вищих гармонік струму. Очевидно, що похибка лічильника в умовах впливу несинусоїдних струмів і напруг, буде відрізнятись від допустимої. Тому актуальним є дослідження впливу енергоощадних джерел світла на величину похибки показів лічильників активної електроенергії.

Відносна похибка лічильника визначається за формулою

$$\Delta = \frac{W_{ліч} - W}{W} \cdot 100\%$$

де  $W_{ліч}$  – енергія згідно показів досліджуваного лічильника;

$W$  – енергія згідно показів зразкового лічильника.

Формулу для похибки  $\Delta$  можна представити через величину потужності навантаження:

$$\Delta = \frac{P_{ліч} \cdot t - P \cdot t}{P \cdot t} \cdot 100\% = \frac{P_{ліч} - P}{P} \cdot 100\% .$$

де  $t$  – час спостереження.

Для визначення похибки лічильника проводили вимірювання із КЛЛ потужністю – 36, 46, 55 Вт та СД – 14 та 9 Вт. Для обліку електричної енергії використовували індукційний лічильник Росток СО-5000, та електронний «МЕРИДІАН» СОЭ-1.02/5КРТД, які широко використовуються в електричних мережах.

Матеріали науково-практичного семінару  
 «Міжнародний інвестиційний форум – виставка з  
 енергоефективності та енергоощадності 2015»

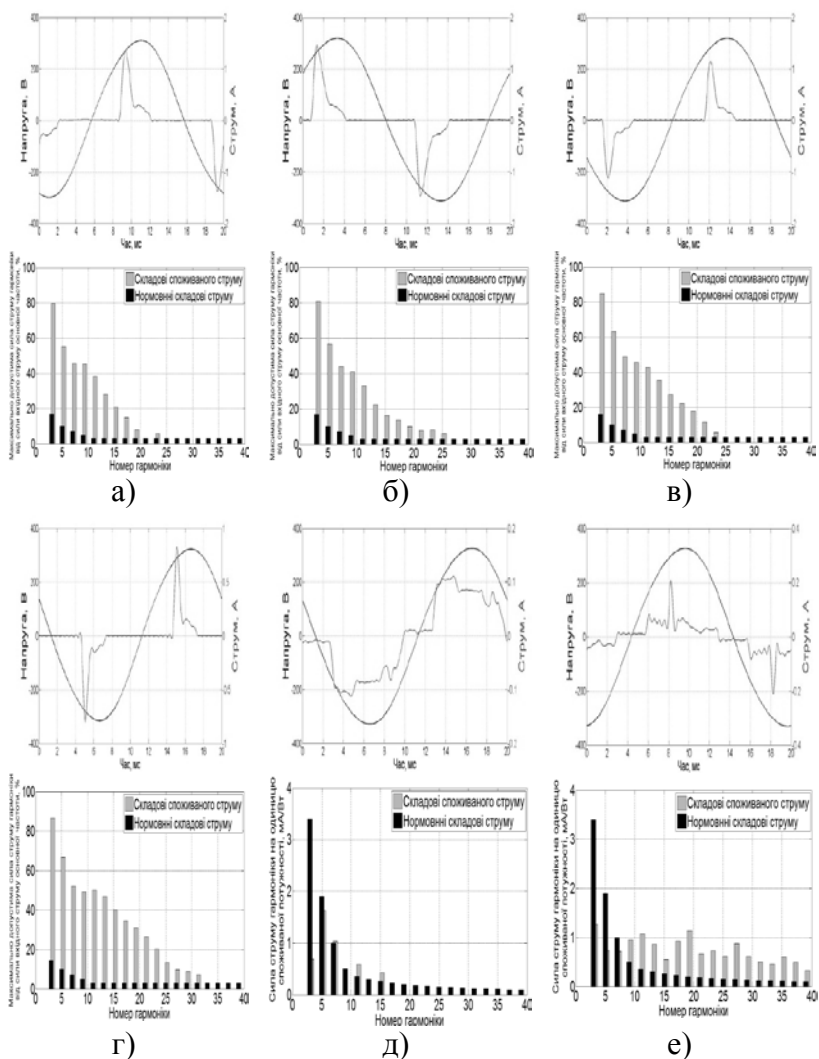


Рис. 2. – Осцилограми струму, напруги та гармонійний склад струму для ламп  
 а) Realux 55W, б) Maxsus 55W, в) Global 46W,  
 г) Realux 36W,  
 д) Philips 14W LED, е) Delux 9W LED



Результати розрахунків відносної похибки  $\Delta$  лічильників та коефіцієнта потужності  $\cos \varphi$  джерел світла представлено в таблиці 1.

Таблиця 1  
Відносна похибка лічильників СО-5000 та СОЭ-1.02/5КРТД

Тип джерела світла	$P_{ind}$ , Вт	$P_{el}$ , Вт	$P$ , Вт	$\cos \varphi$	$\Delta_{ind}$ , %	$\Delta_{el}$ , %
Realux 55W	49,31	47,9	45,6711	0,5599	8,01	6,07
Maxsus 55W	55,527	54,5299	51,41	0,5629	7,97	5,13
Global 46W	38,7097	37,15	34,8126	0,5348	8,55	5,75
Realux 36W	22,7488	20,5238	19,3286	0,4793	17,7	6,18
Philips 14W LED	17,102	15,2113	15,2010	0,9256	12,51	4,48
Delux 9W LED	9,6125	8,6982	8,0547	0,7582	19,34	8,11

Згідно паспортних даних для лічильника Росток СО-5000 максимальна допустима похибка складає 2,5%. При цьому найбільша похибка для КЛЛ є у лампи Realux 36W, що складає 17,7%, а для СД – Delux 9W LED, що складає 19,34%. Для електронного лічильника «МЕРИДІАН» СОЭ-1.02/5КРТД похибка обліку електроенергії коливається у межах від 4 до 8% при цьому допустима похибка складає 1%. Аналогічно із індукційним лічильником у електронного лічильника максимальна похибка для КЛЛ є у лампи Realux 36W, що складає 6,18%, а для СД – Delux 9W LED, що складає 8,1%. Ці похибки зумовлені наявністю високих значень вищих гармонік струму, що призводить до переобліку електроенергії та зниження енергетичної ефективності досліджуваних ДС.

### Бібліографічні посилання

1. Аналіз стану сфери зовнішнього освітлення за 2011 рік [Електронний ресурс]: за даними Міністерства регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України // Мережевий вісник – 2012. Режим доступу до журн.: <http://minregion.gov.ua>

2. Стан сфери зовнішнього освітлення в Україні [Електронний ресурс]: за даними Міністерства регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України // Мережевий вісник – 2013. Режим доступу до журн.: <http://minregion.gov.ua>

3. Стан сфери зовнішнього освітлення в Україні у 2013 році [Електронний ресурс]: за даними Міністерства регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України // Мережевий вісник – 2014. Режим доступу до журн.: <http://minregion.gov.ua>

4. Стан сфери зовнішнього освітлення в Україні у 2014 році [Електронний ресурс]: за даними Міністерства регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України // Мережевий вісник – 2015. Режим доступу до журн.: <http://minregion.gov.ua>

5. ДСТУ ІЕС 61000-3-2:2004. Електромагнітна сумісність. Частина 3-2. Норми. Норми на емісію гармонік струму (для сили вхідного струму обладнання не більше 16 А на фазу) – К.: Держспоживстандарт України, 2007. – 24с.

6. EN 61000-3-2:2006+A1+A2 Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 3 – 2: Limits – Limits for harmonic current emissions (equipment input current  $\leq 16$  A per phase).

7. Батырканов Ж.И., Асхат Асет Информационные технологии автоматизации учета электроэнергии [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://arch.kyrlibnet.kg/?&npage=view&nadd=5577>

УДК 620

Бондзюх Н.Б.

## ПРАКТИЧНИЙ ДОСВІД ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ У НАВЧАЛЬНОМУ ЗАКЛАДІ

Проблема енергозбереження та енергоефективності сьогодні – одна з найактуальніших. Основа розвитку будь-якої держави – її енергетична безпека. Ефективне використання енергії дозволить скоротити її витрати, підвищити енергетичну безпеку країни. Освітні установи входять у першу, найбільшу групу споживачів теплової енергії. Відповідно, підвищення енергоефективності в установах освіти, реалізація заходів у сфері енергозбереження – одна з гарантій такої безпеки і, як наслідок, найважливіший ресурс прискорення економічного зростання. Ми живемо, вчимося, працюємо у будинках, які вже не відповідають сучасним стандартам. Добре відомо, що Україна – одна із найбільш енерговитратних країн. Застосування сучасних енергозберігаючих технологій дозволило б зменшити приблизно у два рази спалювання різних видів палива, а значить, зменшити внесок країни у глобальне потепління на планеті.

**Енергоефективність** – ефективне (раціональне) використання енергетичних ресурсів. Використання меншої кількості енергії для забезпечення того ж рівня енергетичного забезпечення будівель або технологічних процесів на виробництві. Ця галузь знань перебуває на стику інженерії, економіки, юриспруденції і соціології.

На відміну від енергозбереження (заощадження, збереження енергії), головним чином спрямованого на зменшення енергоспоживання, **енергоефективність** (корисність енергоспоживання) – корисне (ефективне) витрачання енергії.

Оскільки я працюю в освітній сфері, то головним моїм завданням є виховати та навчити підростаюче покоління, котре буде чудовим господарем на своїй землі і водночас буде іти у ногу з часом, буде вміти втілювати у життя новітні технології. Ми повинні вміти жити у гармонії з природою, не завдати їй шкоди. Тому учні нашого навчального закладу беруть активну участь у різноманітних акціях, заходах природоохоронного напрямку та самі створюють на різні теми проекти. Так, наприклад, учні під моїм керівництвом працювали над проектом по енергозбереженню на тему: «Енергоефективний навчальний заклад». Коротко опишу суть даного проекту.

Метою нашого проекту є забезпечення якнайбільшого заощадження енергії у навчальному закладі, що призводить до зменшення викидів в атмосферу та економії коштів від сплати за енергоносії.

*Актуальність проекту:*

Енергоефективність та енергоощадність торкається усіх ланок суспільної діяльності, а з розвитком суспільства, дана проблема загострюється дедалі більше і відповідно потрібно вирішувати її.

Учні спочатку вивчали, досліджували теоретичні аспекти даної теми, а згодом пробували вирішити проблему в межах нашого навчального закладу.

*Мета проекту:*

1. Визначити шляхи скорочення споживання енергії.
2. Внести свою частку в скорочення викиду «парникових газів».
3. Сформувані навички мобільності у вирішенні екологічних проблем.
4. Забезпечити збереження енергії в нашому навчальному закладі.

*Завдання проекту:*

1. Поширити інформацію про проект серед усіх учнів та викладачів закладу.

2. Визначити та організувати види діяльності по забезпеченню ефективного енергозбереження.

3. Поширити інформацію про результати проекту.

*Очікувані результати проекту:*

1. Залучення учнів у дії з енергозбереження.

2. Скорочення споживання енергії в училищі і в сім'ях учнів та викладачів.

3. Підвищення зацікавленості питаннями, пов'язаними з навколишнім середовищем.

4. Підвищення рівня інформованості учасників проекту в галузі енергозберігаючих технологій.

5. Отримання досвіду і умінь щодо реалізації конкретних практичних дій, спрямованих на збереження навколишнього середовища.

*Опис проекту:*

В даний час у світі існує велика кількість програм з енергозбереження. Проте в Україні досі відсутня державна система, яка, сприяла б скороченню споживання енергоресурсів. Сьогодні, при наявності відповідного фінансування, не є проблемою утеплення приватних будинків і будівель, установка на батареї терморегуляторів. Але впровадження подібних заходів в установах бюджетної сфери, якими є навчальні заклади, найчастіше виявляється настільки трудомістким і дорогим, що термін окупності складає більше ніж життя самої будівлі навчального закладу, де це обладнання встановлено. Ми ж у своєму проекті обрали кілька найбільш ефективних і, найголовніше, маловитратних заходів з енергозбереження, які реалізували учні нашого навчального закладу.

На жаль, ми ще не стали мудрими господарями на нашій Землі. Хоча знаємо про те, що теплова енергетика належить до екологічно брудних джерел енергії, це стосується переважно станцій, що працюють на мазуті,

вугіллі, сланцях і де застосовуються застарілі технології спалювання, понад 60% електроенергії виробляють ТЕС.

Збільшення вмісту в повітрі вуглекислого газу, пари, метану спричиняють парниковий ефект – глобальну проблему людства.

Нагромадження парникових газів у атмосфері порушує температурний баланс на планеті й спричиняє потепління і зміну клімату. І тому основне завдання кожної людини – зменшити використання енергії.

Енергозбереження є актуальною і необхідною умовою для нормального функціонування навчального закладу, оскільки підвищення ефективності використання енергії, при безперервному зростанні цін на енергоресурси і відповідно зростанні вартості електричної і теплової енергії дозволяє добитися істотної економії як енергії так і фінансових ресурсів.

Аналіз функціонування училища показує, що основні втрати енергії спостерігаються при неефективному використанні, розподілі і споживанні теплової і електричної енергії.

Нераціональне використання і втрати енергії призводять до втрати до 20% теплової енергії і до 15% електричної енергії. Відповідно це приводить:

- до зростання бюджетного фінансування, на устанovu;
- до погіршення екологічної обстановки.

*Енергозбереження в приміщенні навчального закладу.*

Працюючи над проектом, ми досліджували які енергозберігаючі заходи проводились у навчальному закладі. Під час канікул та у вихідні дні, обмежується використання газу, регулюванням потужності котлів, проведено додаткове ущільнення вікон для збереження тепла в приміщенні, періодично проводиться миття вікон для кращого проникнення денного світла, регулярно

миються лампи та світильники, в училищі проходить заміна в процесі відпрацювання старих ламп на сучасні, економні

### *Економія електроенергії*

Навчальні приміщення освітлює близько 300 ламп, з них – 70 лампи розжарювання, які мають низьку ефективність, близько 5 – 8% електроенергії, яка споживається ними, перетворюється в світло, а решта трансформується в тепло та інші види випромінювання, 24 – люмінесцентних, енергетична ефективність яких у 2 – 3 рази більша, 12 – енергозберігаючих ламп, енергоефективність яких у 5 – 6 разів більша за лампи розжарювання.

У нас переважають неекономічні джерела світла – лампи розжарення, які перетворюють на світло лише 5 – 8% енергії, а в ламп люмінесцентних корисна віддача 20 – 30%.

Ми провели розрахунки.

В нашому навчальному закладі по 11 кабінетах разом є 54 лампочок розжарення по 100 Вт кожна.

Обчислимо кількість енергії, яку споживає училище за один день, якщо ці лампочки горітимуть в середньому по 4 години.

$A = P \times t \times n$ , де  $n = 54$  кількість ламп у кабінетах

$A = 100 \text{ Вт} \times 4 \text{ год} \times 54 = 21600 \text{ Вт} = 21,6 \text{ кВт} \times \text{год}$

Вартість:  $21,6 \text{ кВт} \times \text{год} \times 0,85 \text{ грн/кВт} \times \text{год} = 18,36 \text{ грн}$

За тиждень:

$21,6 \text{ кВт} \times \text{год} \times 5 = 108 \text{ кВт} \times \text{год}$

Вартість:  $108 \text{ кВт} \times \text{год} \times 0,85 \text{ грн/кВт} \times \text{год} = 91,8 \text{ грн}$

За місяць:

$108 \text{ кВт} \times \text{год} \times 4 = 432 \text{ кВт} \times \text{год}$

Вартість:  $432 \text{ кВт} \times \text{год} \times 0,85 \text{ грн/кВт} \times \text{год} = 362,7 \text{ грн}$

При заміні звичайних ламп, потужністю 100Вт кожна, на енергозберігаючі, потужністю 20Вт, при цьому

не зменшуючи освітлення в кабінетах, отримуємо наступну економію електроенергії:

За день:

$$A = 21600 \text{ Вт} - (20 \text{ Вт} \times 4 \text{ год} \times 54) = 7280 \text{ Вт} \times \text{год} = 7,28 \text{ кВт} \times \text{год}$$

$$\text{Вартість: } 7,28 \text{ кВт} \times \text{год} \times 0,85 \text{ грн/кВт} \times \text{год} = 6,19 \text{ грн}$$

За тиждень:

$$A = 7,28 \text{ кВт} \times \text{год} \times 5 = 36,4 \text{ кВт} \times \text{год}$$

$$\text{Вартість: } 36,4 \text{ кВт} \times \text{год} \times 0,85 \text{ грн/кВт} \times \text{год} = 30,94 \text{ грн}$$

За місяць:

$$A = 36,4 \text{ кВт} \times \text{год} \times 4 = 145,6 \text{ кВт} \times \text{год}$$

$$\text{Вартість: } 145,6 \text{ кВт} \times \text{год} \times 0,85 \text{ грн/кВт} \times \text{год} = 123,76 \text{ грн}$$

За рік:

На протязі року освітлення використовується приблизно 120 днів.

Тоді економія енергії становила б

$$A = 7,28 \text{ кВт} \times \text{год} \times 120 = 873,6 \text{ кВт} \times \text{год}$$

Вартість:

$$873,6 \text{ кВт} \times \text{год} \times 0,85 \text{ грн/кВт} \times \text{год} = 742,56 \text{ грн}$$

Маючи таку економію заміна ламп розжарювання енергозберігаючими лампами окупила б себе за два роки.

За даними інформаційних джерел, якщо замінити одну лампу розжарювання на енергозберігаючу, то за рік вона зекономить електроенергію, що виробляється під час спалювання 100 кг вугілля. Замінені нами дванадцять енергозберігаючих ламп у кабінетах за рік допомагають зекономити 1200 кг вугілля та зменшують викиди вуглекислого газу на  $34 \times 12 = 408$  кг, а якщо замінити всі 54 то результат буде вагомим – зменшення викидів CO<sub>2</sub> на 1836 кг.

Обговоривши питання енергозбереження з батьками, викладачами, учнями училища ми пропонуємо заходи раціонального споживання електроенергії на освітлення:



1. максимальне використання денного світла (підвищення прозорості віконного скла), підвищення відбиваючої здатності стін (використання шпалер світлих відтінків, біла стеля);

2. оптимальне розміщення джерел світла (місцеве освітлення, спрямоване освітлення);

3. підвищення світловіддачі існуючих джерел (заміна люстр, плафонів, видалення бруду з плафонів, застосування ефективніших відбивачів);

4. застосування енергозберігаючих ламп;

5. застосування пристроїв управління освітленням (датчики освітленості);

В кінці терміну служби, світловий потік ламп розжарення знижується на 15%, тому лампи треба періодично замінювати.

Навіть використовуючи лампочки розжарення, можна одержати економію електроенергії, якщо вчасно вимикати їх.

6. Слідкувати щоб не було надмірної кількості квітів на підвіконні;

7. унеможливити близьке розташування дерев біля будівлі (ближче 5 м);

*Газ та економне його використання.*

Проблема енергозбереження для України є однією з найважливіших народногосподарських проблем. Це пов'язане з тим, що енергетика України найбільш енерговитратна у світі. А в умовах переходу економіки на ринкові відносини та входження до світового економічного простору, в умовах гострої економічної кризи, яку переживає Україна у зв'язку з нестачею власних енергоносіїв, ця проблема набуває статусу стратегічної і загальнодержавної.

Тому ми пропонуємо дослідження шляхів підвищення економії енергозабезпечення на основі проведеної роботи в училищі.

Зони витрат теплової енергії.

Велика кількість теплової енергії опалювальної системи витрачається на те, щоб перекрити втрати тепла.

Втрати тепла в приміщенні з центральним опаленням складають:

- із-за не утеплених вікон і дверей – 40%;
- через шибки – 15%;
- через стіни – 15%;
- через підлоги і стелю – 7%.

У нашому училищі ми провели дослідження приміщень кабінетів з точки зору розподілу і збереження тепла. І визначили розподіл температури повітря в класі та розрахували, що сумарні втрати тепла в кожному класі складають 1320 Дж, з них через вікна 840 Дж, через стіни 480 Дж.

1 – 15 жовтня стартувала акція «Збережемо тепло нашого навчального закладу». У всіх приміщеннях нещодавно вмонтували металопластикові вікна. Хоча було проведено ряд заходів по енергозбереженню, в окремих приміщеннях буває холодно. Тому нашим завданням було в'яснити причину. Ми ознайомилися з санітарними нормами теплового режиму навчального закладу.

Санітарні нормативи теплового режиму:

класні кімнати, кабінети, їдальня –  $+18^{\circ}\text{C}$ ;  
спортивний зал –  $+16^{\circ}\text{C}$ ;

навчальні майстерні –  $+15^{\circ}\text{C}$ .

Аналізуючи температурну карту училища, з'ясували, що не в усіх кімнатах температурний режим відповідає санітарним вимогам. Проводячи розрахунки, ми виявили, що при заміні вікон використання газу зменшиться на 40%.

За підрахунками учасників практичної групи, при використанні величин питомої теплоти згоряння палива виявили, що для підвищення температури з  $12^{\circ}\text{C}$  до  $20^{\circ}\text{C}$

потрібно додатково спалювати щогодини 0,035 м<sup>3</sup> природного газу.

Частково недоліки були усунені учнями, викладачами та техперсоналом. Хотілося б, щоб наше училище приміщення мало естетичний вигляд і було комфортним для мешканців. Звичайно, для цього потрібні великі кошти. Щоб підрахувати витрати, необхідно залучити спеціальну службу.

#### Вирішення проблеми

Проаналізували ситуацію, розробили оптимальні методи усунення теплових втрат

1 спосіб: для збільшення тепловіддачі наявних батарей, вирішено помістити за батареї тепловідбивний матеріал з поверхнею з фольги, що забезпечить збільшення температури в класах і в коридорі на декілька градусів. Тепловідбивний матеріал з поверхнею з фольги вартістю до 20 грн. за кв.м. зменшив тепловтрати на 20% без додаткових витрат на збільшення температури теплоносія. Установка тепловідбивного екрану (або алюмінієвої фольги) на стіну за радіатор опалення призводить до підвищення температури в приміщенні на 1<sup>0</sup>.

2 спосіб видалити зайву фарбу з батарей; пофарбувати батареї в темний колір (батареї будуть віддавати більше тепла) і промити опалювальну систему.

Реалізувавши цей проект, ми змогли:

- зменшити витрати на обігрів «вулиці»;
- внести посильний внесок в економію бюджетних коштів і тим самим направити їх на зміцнення матеріально-технічної бази училища;
- привернути увагу ровесників та їх батьків до сучасної глобальної проблеми – викиду «парникових» газів, і тим самим внести невеликий вклад в глобальний процес боротьби з «парниковим ефектом».

Ось лише незначний внесок наших учнів в енергоощадність навчального закладу, але якщо кожен бодай трішки долучиться до вирішення проблем з енергоефективності та енергоощадності у своїй домівці, чи в будь-якому місці, це збереже екологічну ситуацію міста, краю, регіону, та й зрештою планети.

Енергія дає усім життя, тож бережіть її!

УДК 556:330

Гарматій Н.М.

*Тернопільський національний технічний університет імені  
Івана Пулюя*

## **МОДЕЛЮВАННЯ ЕНЕРГОЗАТРАТ СУЧАСНИХ ПІДПРИЄМСТВ ЧЕРЕЗ ІНСТРУМЕНТАРІЙ МОДЕЛЮВАННЯ ВИРОБНИЧИХ ФУНКЦІЙ**

Анотація доповіді. Актуальність вибраної теми доповіді полягає у величезній проблемі сучасних українських підприємств щодо великої частки капіталозатрат у структурі вироблених товарів та послуг, та низький рівень затрат на людський капітал. Сучасним управлінцям виробничих процесів пропонується інструментарій економіко-математичного моделювання через моделювання частки капіталозатрат та затрат на людський капітал на базі виробничої функції.

Розвиток промисловості у різних країнах світу на сьогодні стикається з такими проблемами, як необхідність зниження енергозатратності, підвищення якості виробленої продукції, перехід до постіндустріального етапу розвитку. Для економіки України відновлення основного капіталу набуло особливо важливого значення. Вирішення цих питань неможливе без вибору шляхів поступового здійснення модернізації основного капіталу промисловості. Економічну природу основного капіталу вивчали закордонні вчені Р. Голдсміт, Ж. Марой, П. Пере, В. Петті, Дж. Б. Сей, а також російські вчені В. Андріанов, Б. Башкатов, Л. Вайнштейн, М. Гордонов та ін. Віддаючи належне розробкам вітчизняних та зарубіжних вчених, слід зазначити, що й надалі залишається чимало невирішених проблем, котрі вимагають поглибленого дослідження і вироблення методичних підходів, зокрема відносно дослідження основного капіталу регіону, процесів його

модернізації. За найбільш загальним визначенням, капітал – це певна сума благ у вигляді матеріальних, грошових та інтелектуальних засобів, використовуваних у якості ресурсу у подальшому виробництві. З економічної літератури відомий підхід до визначення основного капіталу як такого, що включає фізичний, людський та природний капітал; дослідники визначають склад елементів основного капіталу на рівні підприємства як для бази, що забезпечує його гармонізацію з національним багатством, і включають в його склад, окрім фізичного капіталу, людський капітал, природний капітал. Однією з найбільш важливих закономірностей розвитку світової господарської системи є взаємозв'язок економічного зростання та підвищення ролей фізичного капіталу, людського капіталу, природного капіталу в національній економіці.

З врахуванням вищесказаного, основний капітал промисловості регіону будемо розуміти як фізичний, людський, природний капіталі, використовувані у процесі промислового виробництва, формування яких залежить від розвитку економіки регіону З процесами модернізації суспільства і обумовленими ними розвитком пов'язаний генезис соціально-економічної теорії фізичного, людського, природного капіталів. Знаходимо таке визначення модернізації фізичного капіталу: «Модернізація – процес часткового оновлення, заміни застарілого устаткування (машин, механізмів, обладнання, приладів та ін.), технології виробництва, технічне й технологічне переоснащення промислових і сільськогосподарських підприємств». Модернізацію людського капіталу будемо розуміти, як забезпечення покращення якісних характеристик працівника, а модернізацію природного капіталу – як забезпечення екологічної безпеки, стану захищеності природного

середовища та життєво важливих інтересів людини, підприємства.

Сучасні управлінці повинні володіти сучасним інструментарієм управління виробничими процесами, а саме інструментарієм економіко-математичного моделювання. Виробнича функція Кобба-Дугласа широко застосовується в теоретичних аспектах моделювання, ми прагнемо донести практичність застосування даної виробничої функції на конкретному виробництві.

Проблеми сучасних українських підприємств полягають у тому, що у структурі собівартості продукції велика частка капітало затрат, та мала частка затрат на людський ресурс, за даними статистики останніх років, частка затрат на заробітну плату в Україні складає 6 – 8%, тоді як в країнах Євросоюзу 35 – 45% у загальній структурі виробничих витрат.

Але для того, щоб виробничі підприємства мали можливість підняти заробітну плату, або витрати на людський ресурс, згідно співвідношення капіталозатрат та затрат на людський капітал, через коефіцієнт А, вказує на взаємозамінність, тобто якщо ми хочемо підвищити затрати на людський капітал, ми повинні на цю ж величину зменшити витрати на капіталозатрати підприємства.

Для побудови виробничої функції Кобба-Дугласа використаємо дані фінансової звітності фармацевтичного підприємства за період 2012 – 2014 рр.

мати вигляд:

$$\hat{y} = 0,7 x_1^{0,16} x_2^{0,93}$$

Частинний коефіцієнт еластичності по фактору  $x_1$  буде становити:  $ke_{x_1} = 0,16$ ; по фактору  $x_2$  становитиме:  $ke_{x_2} = 0,93$ .

Показники фінансової звітності фармацевтичного  
підприємства за період 2012 – 2014 рр.

Роки	Собівартість реалізації продукції (товарів, робіт, послуг)	Витрати на оплату праці	Матеріальні затрати
	у	$x_1$	$x_2$
2012	1482701	11371,2	1346899,6
2013	2411167	11454	2269474
2014	3200612	12182,4	3046123

Виходячи з отриманих даних, виробнича функція  $\hat{y}$  буде.

Отже можна зробити висновок, що при зростанні фактора  $x_1$  (витрати на оплату праці) на 1% собівартість реалізації продукції зросте на 0,16%. При зростанні фактора  $x_2$  (матеріальні затрати) на 1% собівартість реалізації продукції зросте на 0,93%. Із отриманих даних можна побачити що більший вплив на показник  $\hat{y}$  має фактор  $x_2$ .



УДК 621.224-225.12; 621.311.2.21

М.М. Зінь, Ю.Б. Підгайний

*Тернопільський національний технічний університет імені  
Івана Пулюя*

*Національний університет водного господарства та  
природокористування (м. Рівне)*

## **НАУКОВО-ТЕХНІЧНИЙ СУПРОВІД СПОРУДЖЕННЯ МІКРОГЕС У М. БЕРЕЖАНИ ТЕРНОПІЛЬСЬКОЇ ОБЛАСТІ**

Особливості мікроГЕС в м. Бережани Тернопільської обл. – у використанні існуючого шлюзового моста з мілким бетонним дном у нижньому б'єфі. Відтак під час спорудження цієї станції виникають специфічні проблеми, які зазвичай відсутні у випадку зведення мікроГЕС «з нуля». Для їх вирішення автори тез виконують науково-технічний супровід проектних, будівельних та інших робіт на Бережанській мікроГЕС.

Актуальність відновлюваної енергетики зростає з кожним днем. Цьому сприяє насамперед зatoryжна екологічна криза, наслідки якої – безповоротні. Мала гідроенергетика – одна з найголовніших підгалузей відновлюваної енергетики. В Україні на цьому ринку працюють переважно приватні малі підприємства. В Тернопільській області на сьогоднішній день діє 14 малих, міні- та мікроГЕС. Одна мікроГЕС знаходиться на стадії відновлення (у селі Івачів Долішній Тернопільського району) і ще одна споруджується на базі гідротехнічних споруд ставу в м. Бережани. На Тернопільщині протягом найближчих 5 років цілком реально спорудити ще декілька десятків нових мікроГЕС.

Наприкінці літа 2015 року розпочалося спорудження Бережанської мікроГЕС руслового типу на р. Золота Липа. Місце спорудження – шлюзний міст Бережанського ставу, який було зведено ще на початку 70-х років 20-го століття. Шлюзний міст складається з трьох водоскидів – двох металевих сегментних щитових затворів розмірами 10×4 м (ширина×висота) (один – ліворуч, другий – праворуч) і трисекційного щитового перекриття загальною шириною 4 м з дерев'яних щитів шириною 1,38 м (посередині).

Модернізація шлюзного мосту під потреби мікроГЕС передбачає наступне. Дерев'яне щитове перекриття замінюється металевим у вигляді трьох сталевих зварних щитів розмірами 5×1,3 м (висота×ширина) кожний. З отвору у правому щиті за допомогою сталевого трубопроводу діаметру 1220 мм здійснюється водозабір гідротурбіни Т-90 виробництва ТОВ «Мінігідро» (м. Харків). З отвору у лівому щиті за допомогою сталевого трубопроводу такого ж діаметру здійснюється водозабір гідротурбіни Т-65 цього самого виробника. Середній щит розмірами 5×1,3 м буде постійно знаходитися в положенні «закрито». Його відкривання задля скидання надлишків води є недоцільним з огляду небажаного підвищення рівня води у нижньому б'єфі в зоні водоскиду гідротурбін мікроГЕС (це загрожує зниженням генерованої потужності станції). Допускається лише його аварійне відкривання (наприклад, у випадку надзвичайно великої повені).

Гідрограф витрат води у р. Золота Липа, який побудований на базі багаторічних гідрологічних спостережень, дозволяє встановити на Бережанській мікроГЕС дві трубні пропелерні горизонтальноосьові гідротурбіни типу Т-90 (діаметр робочого колеса – 90 см). Однак задля забезпечення безперебійності роботи станції було прийняте рішення все ж таки застосувати одну

гідротурбіну з меншим діаметром робочого колеса – Т-65. За напору «брутто» 3,5 м її пропускна здатність становить 1 м<sup>3</sup>/с води, що дозволить станції стабільно і цілодобово працювати навіть у випадку затяжної засухи (наприклад, такої, яка мала місце в другій половині 2015 року). Для порівняння, за таких же умов пропускна здатність турбіни Т-90 становить 3 м<sup>3</sup>/с. Зазначимо, що пропелерна гідротурбіна є найдешевшою з поміж усіх видів турбін. Вона також має високий ККД – понад 90%. Але її недоліком є те, що вона забезпечує високий ККД лише у дуже вузькому діапазоні витрат води ( $\pm 10\%$ ). Відтак глибоке регулювання потужності мікроГЕС з пропелерними гідротурбінами можна здійснювати лише дискретним методом – відключенням однієї або декількох гідротурбін (зادля зменшення потужності станції) або підключенням однієї (декількох) гідротурбін – задля збільшення потужності мікроГЕС.

Гідротурбіни буде встановлено на металевій рамі, яка буде прикріплена до бетонного дна нижнього б'єфу. В якості бічних стін машинної зали будуть використані існуючі залізобетонні «бички», відстань між якими становить 4 м. Товщина одного «бичка» – 1 м, максимальна висота – 6,2 м («бички» мають сходоподібну форму зі зменшенням висоти в сторону нижнього б'єфу), довжина – 11,2 м (довжину «бичка» відраховано від щитових затворів в сторону нижнього б'єфу).

Скидання зайвої води буде здійснюватися за допомогою сегментного щитового затвору розмірами 10×4 м, який розташований праворуч. Його піднімання здійснюється за допомогою двох сталевих тросів діаметру 20 мм, опускання – за допомогою сили тяжіння. Виконано ремонт і модернізацію механізму піднімання / опускання цього затвору. Модернізація полягає в заміні пасового гальма черв'ячним редуктором. Останній виконує гальмівну функцію і є набагато надійнішим у цьому

відношенні від пасового гальма. Крім того, завдяки такій модернізації для приводу механізму піднімання / опускання затвору можна використовувати електродвигун набагато меншої потужності. На сьогоднішній день вдалося підняти цей щит на 20 см (до цього часу він перебував у нерухомому стані в положенні «закрито» понад 40 років, в результаті чого нижню його половину затягнуло мулом), здійснюється очищення дна верхнього б'єфу від мулу методом промивання. Щитовий затвор розмірами 10×4 м, який розташований ліворуч, буде використовуватися для скидання зайвої води лише методом переливання через гребінь щита.

Споруджено будинок оператора мікроГЕС. Він знаходиться нижче греблі на правому березі р. Золота Липа. Будинок оператора має 2 поверхи. В ньому будуть встановлені шафи управління роботою мікроГЕС, комп'ютер та інше необхідне обладнання. Крім того, передбачене побутове приміщення і куток відпочинку оператора.

Створ, в якому споруджується мікроГЕС, має наступні основні переваги:

1. Наявність вже готового напору «брутто» 3,5 м вод. ст.

2. Наявність досить високих витрат води – 3-7 м<sup>3</sup>/с.

Недоліки:

1. Дуже мілке бетонне дно у нижньому б'єфі (глибина річки у нижньому б'єфі – 1 м).

2. Надто мала ширина (1,2 м) напрямних щитового затвору, до якого передбачається підключити турбінний водогін.

Глибина нижнього б'єфу 1 м є явно недостатньою для забезпечення водоскиду гідротурбіни Т-90. Збільшити цю глибину наразі неможливо, тому що товщина бетонного дна становить 0,9 м, а пошкодження такої товстої бетонної основи могло б порушити цілісність

конструкції шлюзного мосту з наступним можливим прискоренням його руйнуванням. Тому було запропоновано спеціальну конструкцію відсмоктувальної труби гідротурбіни – зрізану під характерним кутом на виході (рис. 1). Кут між осями гідротурбіни і відсмоктувальної труби становить  $45^\circ$ .

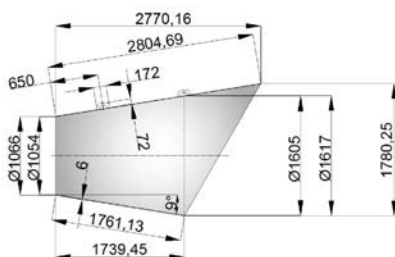


Рис. 1. Відсмоктувальна труба Бережанської мікроГЕС

З метою зменшення втрат напору води в місцевих опорах перехід з верхнього басейну до турбінного водогону повинен бути плавним. Для цього використовують розтруб – конічний або інший перехід з площини в трубу, тобто трубопровід невеликої довжини, площа поперечного перерізу якого плавно зменшується. Але на Бережанській мікроГЕС є обмеження: з одного боку – стінка (бетонний «бичок»), а з другого – вертикально розташовані швелери, які використовуються в якості напрямних для щитових затворів, причому відстань між ними приблизно така ж сама, як і діаметр турбінного водогону – 1,2 м. Відтак в горизонтальній площині плавний перехід від вертикальної стінки до водогону виконати не вдається, що загрожує підвищеними втратами напору. В якості виходу з ситуації за мінімальних втрат пропонуємо забезпечити найкращі умови переходу води хоча б для вертикальної площини. В результаті спроектовано спеціальний розтруб, який забезпечує максимально можливий ККД переходу *верхній басейн – турбінний водогін* за існуючих обмежень.

УДК 330.322

В.Я. Кудлак  
*Тернопільський національний технічний  
університет ім. І. Пулюя*

## **ІНВЕСТУВАННЯ В ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІ ТЕХНОЛОГІЇ – ЗАПОРУКА ЕНЕРГОБЕЗПЕКИ ДЕРЖАВИ**

У тезах розглянуто сутність та зміст поняття «енергетична безпека». На основі вітчизняного законодавства визначено місце енергобезпеки в системі національної безпеки України. Розглянуто головні цілі та напрями забезпечення енергетичної безпеки в нашій країні

В загальноприйнятому розумінні енергобезпека, чи іншими словами енергетична безпека, відображає здатність уряду за нормальних умов до забезпечення кінцевих споживачів енергією і енергоносіями належної якості та в необхідному обсязі. У випадку кризових явищ та дії дестабілізуючих чинників, не залежно від їх характеру, гарантувати покриття мінімального обсягу найважливіших потреб держави.

Згідно Закону України «Про основи національної безпеки» до основних напрямів державної політики з питань національної безпеки України, серед іншого, належить «забезпечення енергетичної безпеки на основі сталого функціонування і розвитку паливно-енергетичного комплексу, в тому числі послідовного і активного проведення політики енергозбереження та диверсифікації джерел енергозабезпечення» [1]. Таким чином, ми можемо стверджувати, що законодавець визнає енергетичну безпеку невід'ємною частиною національної безпеки держави. Відповідно, зважаючи на реалії сьогоdnішнього

дня, система заходів щодо забезпечення енергетичної безпеки є пріоритетним завданням українського уряду

Зважаючи на виключну важливість проблеми енергобезпеки, в «Енергетичній стратегії України на період до 2030 року» визначено основні цілі та напрямки забезпечення ефективної системи енергетичної безпеки нашої держави.

Головними цілями забезпечення енергетичної безпеки в Україні визначено:

- ✓ ефективне забезпечення економіки держави і населення обґрунтовано необхідними обсягами енергетичних ресурсів з урахуванням мінімізації вартості, і сприяння стабільному соціально-економічному розвитку України;

- ✓ максимізація зусиль керівництва держави, направлених на зниження рівня залежності від імпортованих енергоносіїв та диверсифікація джерел імпорту за умов постійного зовнішнього тиску;

- ✓ підвищення рівня конкурентоздатності галузей ПЕК: залучення і перейняття кращого міжнародного досвіду в управлінні компаніями сектору і елементами ринку, розвитку власної науково-технічної бази, підвищення рівня кваліфікації кадрів [2].

Головні напрями енергетичної політики України з точки зору забезпечення енергетичної безпеки:

- ✓ диверсифікація поставок всіх видів енергетичних ресурсів;

- ✓ скорочення енергоємності ВВП до рівня провідних країн Європи шляхом впровадження заходів з ефективного виробництва, транспортування і споживання енергоносіїв;

- ✓ нарощування економічно доцільного рівня власного видобутку та виробництва енергетичних ресурсів;
- ✓ забезпечення задовільного технологічного стану підприємств ПЕК;
- ✓ наявність та підтримка належного рівня стратегічного резерву енергетичних ресурсів;
- ✓ забезпечення вільної конкуренції на конкурентних ринках та контроль і регулювання природних монополій зі сторони держави;
- ✓ максимально можливе використання наявних і створення нових транспортних потужностей ПЕР;
- ✓ створення пілотних проектів із використанням нетрадиційних видів енергетики та їх поширення в національному господарстві держави; підтримка власних виробників обладнання даного напрямку використання;
- ✓ впровадження нових джерел енергії, в тому числі: з використанням водню, газоподібного вугільного палива, водо-вугільної суспензії тощо [2].

Одним з ключових чинників підвищення енергобезпеки є зростання енергоефективності. На нашу думку, реалізація даного завдання може реалізуватись в трьох напрямках:

1. Зменшення енергоємності ВВП (зростання енергоефективності економіки);
2. Розвиток відновлюваних джерел енергії.
3. Розвиток енергоощадності та енергоефективності побутового (житлового сектору).

Реалізація даних завдань вимагає значних інвестицій. Джерела фінансування: державні інвестиції, приватні інвестиції, міжнародні гранти та програми. Звичайно можлива комбінація різних джерел фінансування



в межах окремих проєктів. За оцінками спеціалістів для модернізації паливно-енергетичного комплексу та зменшення енергоємності ВВП України сумарний обсяг інвестицій повинен скласти близько 1,8 трлн. грн.

**Використана література:**

1. Закон України «Про основи національної безпеки» [Електронний ресурс] / Верховна Рада України – Режим доступу до ресурсу: <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/964-15>.

2. Енергетична стратегія України на період до 2030 року [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: – <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/n0002120-13>.

УДК 628.979

Л. Костик, М. Котик

*Тернопільський національний технічний університет імені  
Івана Пулюя*

## **ВИКОРИСТАННЯ СВІТЛОДІОДНИХ ОПРОМІНЮВАЧІВ У СВІТЛОКУЛЬТУРІ РОСЛИН**

На основі моделювання спектрального та просторового розподілу випромінювання світлодіодних джерел світла запропоновано опромінювальні установки для світлокультури рослин закритого ґрунту, розраховано їх фотосинтезну та енергетичну ефективність.

Тепличні господарства займають важливе місце в АПК України, оскільки вирішують важливу проблему забезпечення населення свіжими овочами та квітами протягом цілого року, у них здійснюються селекційні роботи для отримання високопродуктивних сортів рослин, вирощуються лікарські рослини, проводяться дослідження з пошуку нових шляхів інтенсифікації виробництва та раціонального використання електроенергії при штучному опроміненні рослин. Постійне зростання вартості електроенергії зумовило необхідність наукового обґрунтування та розробки енергоефективного світлотехнічного обладнання з сучасними високоефективними джерелами випромінювання і вироблення на їх основі нових технологічних схем світлокультури рослин, здатних значно знизити енергоспоживання опромінювальних установок (ОУ) та підвищити продуктивність рослин при вирощуванні їх у закритому ґрунті.

У переважній більшості в ОУ використовуються адаптовані для рослинництва розрядні лампи високого тиску. Основними їх перевагами є висока енергетична

ефективність та потужність. До недоліків слід віднести те, що тільки третина спожитої ними енергії перетворюється у фотосинтезноактивне випромінювання. Додаткова споживана кількість енергії позначається на собівартості продукції.

Перспективними джерелами для світлокультури рослин на даний час є напівпровідникові випромінювачі, які володіють мінімальним енергоспоживанням, екологічною безпекою, високим ККД, великим терміном служби, широким діапазоном робочих температур, великою варіативністю спектрального діапазону, електричною безпекою, можливістю встановлення на малих відстанях до рослин, малою вагою, малими експлуатаційними витратами.

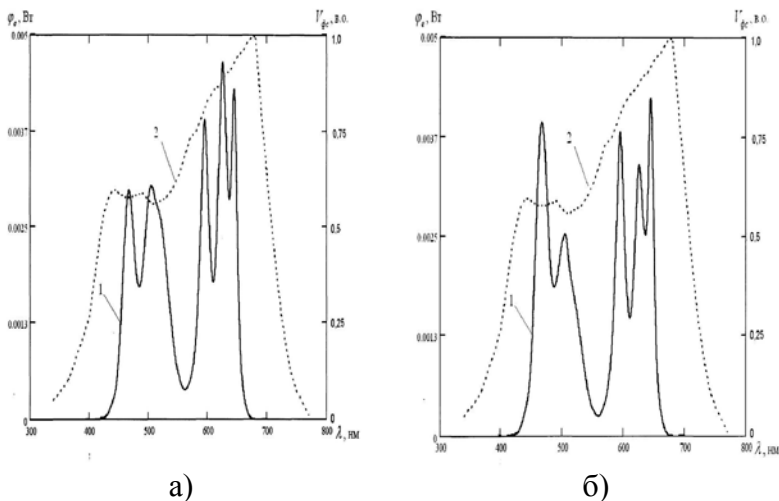
При проектуванні опромінювальних установок для світлокультури рослин розглядають три основних параметри режиму опромінення: спектральний розподіл випромінювання, рівень і тривалість опромінення, При використанні світлодіодних опромінювачів можливою є оптимізація режиму опромінення за рахунок раціонального підбору кожного з цих параметрів.

При вирощуванні різного типу тепличних культур згідно рекомендацій біологів вибирають різні співвідношення між потоками квазімінохроматичного випромінювання видимої області ( $\Delta\lambda_1 = 380 - 500$  нм,  $\Delta\lambda_2 = 500 - 600$  нм,  $\Delta\lambda_3 = 600 - 780$  нм).

Для створення опромінювального пристрою на основі світлодіодів для світлокультури рослин підберемо таку комбінацію НДС, щоб спектр випромінювання ОП був близьким до спектральної чутливості об'єкта опромінення – середнього листка рослини. На рис. 1,а показано результати моделювання опромінювача, який складається з 12 СД синього, 6 СД синьо-зеленого, 2 СД зеленого, 5 СД жовтого, 3 СД янтарного, 4 СД червоного

кольору свічення. Сумарна потужність випромінювання такого ОП дорівнює 462 мВт, споживана потужність – 16 Вт. Крім такого опромінювача доцільно спроектувати ОП із спектральними розподілами, рекомендованими вченими-біологами на основі експериментальних досліджень і теоретичних розрахунків. Такими розподілами є близький до рівноенергетичного 33% – 33% – 34% або до (20 – 25)% – (20 – 25)% – (60 – 50)% у спектральних ділянках ФАР. На рис. 1,б подано спектральний розподіл випромінювання ОП, який забезпечує рівноспектральний розподіл випромінювання у трьох вищевказаних областях. Він містить 16 СД синього кольору, 5 СД синьо-зеленого кольору, 1 СД зеленого кольору, 5 СД жовтого кольору, 2 СД янтарного кольору, 4 СД червоного кольору свічення. Сумарна потужність випромінювання такого ОП дорівнює 438 мВт, споживана потужність – 16,5 Вт.

Запропонована комбінація світлодіодів з різними довжинами хвиль випромінювання дозволяє отримати більш повноцінне штучне опромінення рослин в порівнянні з традиційними лампами, які мають цілком фіксований і незмінний спектр випромінювання. Коефіцієнт корисної дії ФАР такої комбінації досягає 100%, тоді як для традиційних розрядних джерел світла він не перевищує 35%. Крім цього, змінюючи потік випромінювання в певному спектральному діапазоні можна контролювано впливати на активність різних фотохімічних процесів у рослинах. Маючи можливість змінювати спектральний склад та потік випромінювання ОУ, можна керувати процесом розвитку рослин на різних стадіях їх онтогенезу.



а) б)  
Рисунок 1. Спектральний розподіл світлодіодного  
опромінювача (крива 1) та спектральна фотосинтезна  
ефективність середнього листка рослини (крива 2).

Крім постійного опромінення у світлокультурі рослин часто використовують змінне опромінення. Для забезпечення необхідного рівня та однорідності опромінення використовувати світлодіодні опромінювачі найдоцільніше на малих відстанях від рослин. Особливо ефективним є їх використання при вирощуванні рослин у багатоярусних стелажних теплицях. При такій технології світлокультури велике значення має забезпечення рівномірного рівня опромінення всієї робочої площини для запобігання нерівномірності розвитку рослин різних ярусів. Оптимальним рішенням є використання змінного опромінення на основі установки з коливним рухом опромінювачів.

Нами запропоновано опромінювач, що містить 30 світлодіодів білого кольору свічення OSRAM Golden Dragon LCWW5AM-JZKY-4R9T, розміщених у 6 рядів по

5 джерел світла в кожному. Світлодіоди кожного ряду зміщені на кут  $5^\circ$  відносно осі світлового приладу, починаючи з другого та п'ятого рядів, що дозволяє збільшити концентрацію випромінювання світлового приладу. Довжина опромінювача – 1 м, ширина – 0,55 м. Опромінювач закріплений на висоті 2,5 м. Один прилад розрахований на опромінення  $2,6 \text{ м}^2$  робочої площини. Результати розрахунку приводилися у вигляді графіків однакових значень відповідного параметра поля для множини точок, розташованих на заданій поверхні. На рис. 2 приведено криві однакових значень рівня опромінення в заданих точках. По осях графіків відкладено порядкові номери елементів розбиття вибраної площадки.

Було проведено порівняння використання опромінювальних установок з розрядними і напівпровідниковими джерелами випромінювання. Оцінку проводили по значенню середнього рівня опроміненості робочої площини за один прохід опромінювача, що припадає на 1 Вт споживаної потужності опромінювальної установки. Встановлено, що ефективність установки змінного опромінення на базі світлодіодів складає 0,71 лк/Вт, на базі ДНаТ – 0,48 лк/Вт.

На основі проведених розрахунків можна стверджувати про значну перспективу використання світлодіодних джерел випромінювання з метою оптимізації технологій вирощування рослин закритого ґрунту.

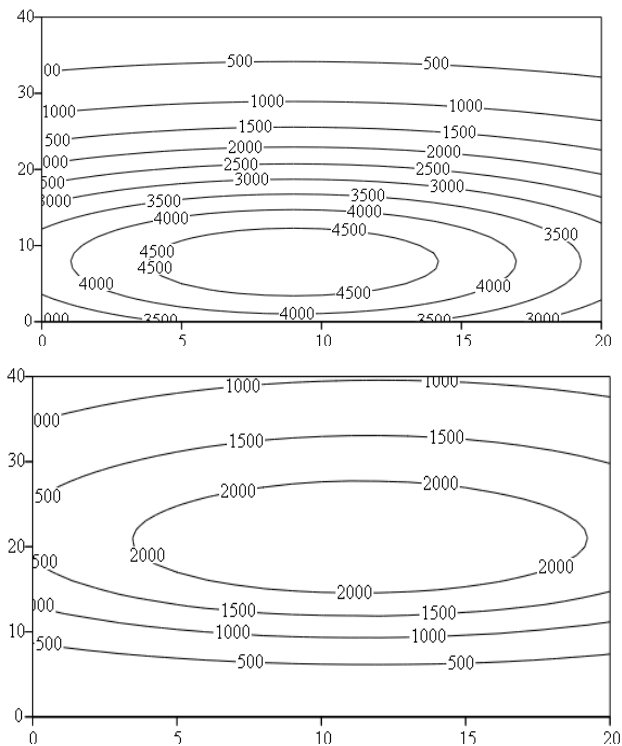


Рисунок 2. Криві рівної опроміненості площини росту рослин при  $\alpha = 70^\circ$  (а) і  $\alpha = 30^\circ$  (б).

УДК 628.941, 628.932

В.А. Андрійчук, М.І. Котик  
*Тернопільський національний технічний  
університет імені Івана Пулюя*

## **ЕНЕРГООЩАДНІ ОПРОМІНЮВАЛЬНІ УСТАНОВКИ ДЛЯ ТЕПЛИЦЬ**

Анотація. Проведено вимірювання основних морфометричних показників (хлорофілів  $a$  і  $b$  та основних каротиноїдів) та подано їх порівняльний аналіз при різних умовах опромінення.

В даний час очевидно, що освітлення при промисловому вирощуванні рослин в теплицях відіграє важливу роль, плюси очевидні – це високий і ефективний врожай, можливість його одержання в зимовий період, регулярні постачання продукції та більш високий дохід за рахунок вищої ціни [2, 70 – 71].

Метою даної роботи було вивчити вплив енергоощадних опромінювальних установок на процеси, що відбуваються в рослинах.

Для цього нами було використано 3 типи опромінювальних пристроїв, що розміщувались в міні-теплицях «Флора».

Дослідження проводились в міні-теплиці «Флора». Для експерименту було використано 2 типи опромінювальних пристроїв:

1) чотири компактні люмінесцентні лампи типу Osram Duluxstar 18W/840, рівень опромінення 5200 лк, сумарна потужність – 72 Вт;

2) нами сконструйована СД матриця розмірами 0,3×0,3 м, яка складається з 192 червоних СД типу МТК2-10R02WC-20cd та 97 синіх СД типу МТК2-5B02WC-2cd з кутом свічення 20°, рівень опромінення пристрою 2,5 клк, а сумарна потужність – 13,5 Вт (рис. 1);



3) комбінований опромінювальний пристрій включає дві компактні люмінесцентні лампи 1 типу Osram Duluxstar 18W/840, що встановлені над рослинами 2, які ростуть в контейнерах 3 та синю 4 і червоні 5 світлодіодні стрічки (рівень опромінення стрічок 3000 лк), що нерухомо кріпляться на планці 6, що розташована на бокових 7 та задній стінці 8 (рис. 2) [1].

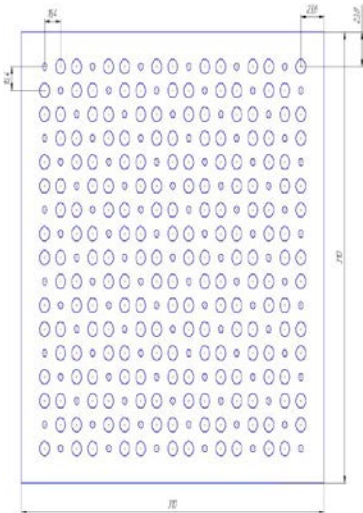


Рис. 1. Світлодіодна матриця червоно-синього кольору свічення

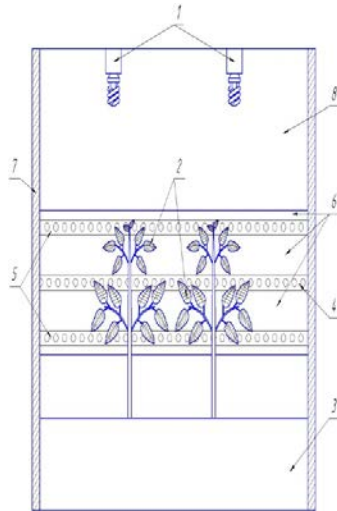


Рис. 2. Комбінований опромінювальний пристрій

Для експериментів було використано насіння помідор Shady Lady F1 та доведено їх до етапу розсади.

На рис. 3 подані результати досліджень основних морфометричних показників, що відіграють важливу роль у процесі фотосинтезу. З рисунка видно, що концентрації хлорофілу *a* найнижчі при опроміненні лише компактними люмінесцентними лампами, а найвищі при опроміненні комбінованим пристроєм, концентрації хлорофілу *b* змінюються в залежності від днів росту та на 36 день все ж

таки найкращий показник в комбінованого пристрою та найвищими показниками на кінцевому етапі замірів основних каротиноїдів у помідорах володіє світлодіодна матриця.

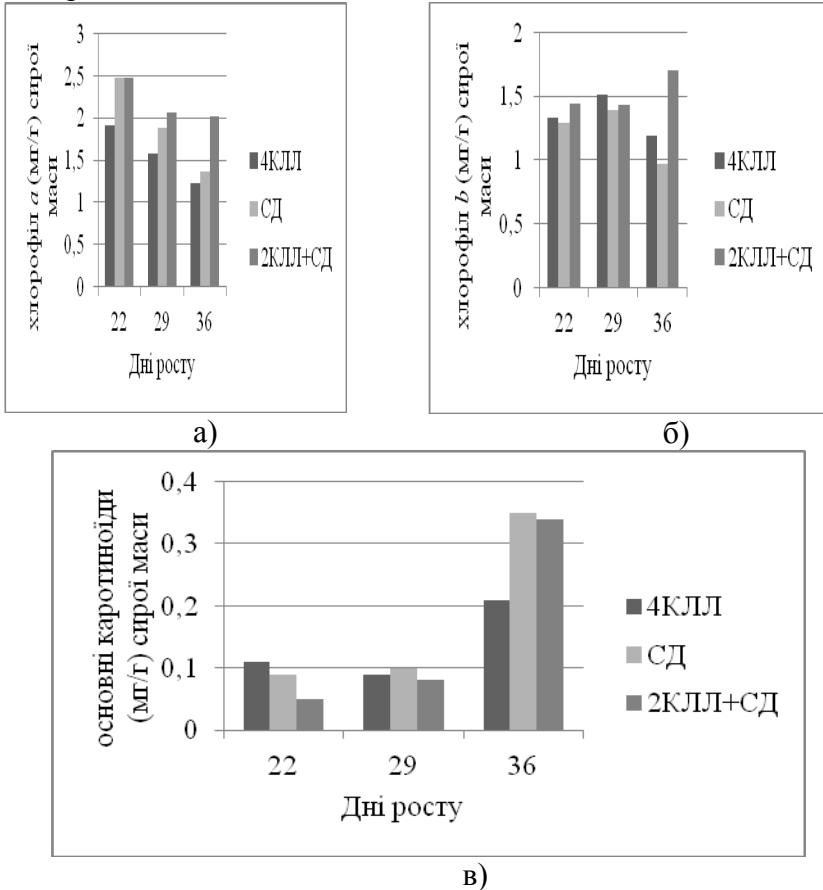


Рис. 3 Залежність морфометричних показників від умов опромінення:

а) залежність хлорофілу *a* помідор;

б) залежність хлорофілу *b* помідор;

в) залежність основних каротиноїдів помідор

З даних досліджень можемо зробити висновок, що основні морфометричні показники в більшості випадків вищі в комбінованого опромінювального пристрою або світлодіодної матриці, при чому дані пристрої використовують меншу кількість електроенергії та є енергоощаднішими від приладу з чотирма компактними люмінесцентними лампами.

1. Пат. 96279 Україна, МПК А01G 9/20 (2006.01). Комбінований опромінювальний пристрій для світлокультури рослин / Андрійчук В.А., Гнатович М.І.; Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя. – u 2014 09205; заявл. 18.08.2014; опубл. 26.01.2015, Бюл. № 2.

2. Светодиоды в теплице: время пришло / Овощеводство № 10, 2013, с. 70 – 71.

Основними напрямками впровадження енергоефективних заходів в області є: проведення модернізації об'єктів комунального господарства, у тому числі переведення котелень, що обслуговують об'єкти соціальної сфери, на використання відновлюваних джерел енергії та альтернативних викидів палива; проведення санації житлових будинків, об'єктів соціальної сфери та будівель установ; впровадження електричного теплоаккумуляційного обігріву та гарячого водопостачання на підприємствах комунальної форми власності та у бюджетних установах; використання альтернативних та відновлювальних джерел енергії.

Слід відмітити, що з початку дії програми фінансування з обласного та місцевих бюджетів обласної комплексної та районних, міських програм енергоефективності та енергозбереження на 2010 – 2014 роки не здійснювалось.

Фінансування енергозберігаючих заходів з місцевих бюджетів проводилось, в основному, по статтях витрат «капітальний ремонт інших об'єктів» КЕКВ 2133,

«реконструкція інших об'єктів» КЕКВ 2143, «придбання предметів, матеріалів та інвентаря» КЕКВ1131.

Разом з тим, обласною та районними державними адміністраціями, установами та організаціями області проведено відповідну роботу та виконано завдання програми з економії енергоресурсів на 74% за наступними напрямками:

Заміна та модернізація котелень та котельного обладнання на об'єктах бюджетної сфери та комунальної теплоенергетики з використанням місцевих альтернативних видів палива

Враховуючи те, що у структурі споживання енергетичних ресурсів в області домінуюче місце займає природний газ, а основне та допоміжне обладнання значної кількості комунальних котелень та котелень бюджетних установ та організацій вичерпало допустимі терміни експлуатації, головним напрямком роботи у сфері енергозбереження є залучення до паливно-енергетичного балансу області енергії, виробленої з альтернативних джерел та характерних для нашого регіону альтернативних видів палива.

З початку дії обласної комплексної програми енергоефективності та енергозбереження на 2010 – 2014 роки (з II кварталу 2010 року) 270 котелень бюджетних установ та організацій і 14 котелень підприємств комунальної теплоенергетики області переведено на альтернативні види палива (відходи деревини, торф).

Підприємствами з виготовлення альтернативних видів палива з початку 2015 року вироблено 280 тис. тонн паливних брикетів та гранул з відходів деревини та 423 тонни паливних брикетів з пресованої соломи, використання яких дозволить замінити понад 1,1 млн. куб метрів природного газу.

УДК 351

Михальський М.В.

*Тернопільська обласна державна адміністрація*

## **ВПРОВАДЖЕННЯ СИСТЕМ ЕЛЕКТРООПАЛЕННЯ**

На сьогоднішній день у 157 установах та організаціях бюджетної сфери впроваджено системи електрообігріву з встановленням засобів диференційованого (погодинного) обліку електроенергії. Економічний ефект від впровадження складає 370 тис. гривень щороку.

Проведення санації будівель бюджетних установ.

В бюджетній сфері області здійснено комплекс технічних заходів, спрямованих на відновлення та приведення теплотехнічних характеристик у відповідність із сучасними вимогами, нормами і стандартами, зменшення втрат енергоресурсів та води, а також поліпшення умов перебування працівників по 632 будівлях, що дозволило знизити до 20% тепловитрат. Зокрема, замінено на енергозберігаючі 6252 віконних та 223 дверних блоків. Економічний ефект від впровадження заходу складає 2,75 млн. гривень в рік.

Впровадження енергоефективних освітлювальних приладів Проводиться робота з впровадження енергоефективних систем освітлення населених пунктів області. В області такі системи впроваджено у 947 населених пунктах, що складає 91,2% від загальної кількості населених пунктів області.

Модернізація об'єктів водопровідно-каналізаційного господарства У житлово-комунальному господарстві області проведено модернізацію систем тепло- та водопостачання підприємств житлово-комунального господарства (реконструкцію теплових мереж, встановлення попередньо ізольованих труб з

пінополіуретановим покриттям, перетворювачів частоти на насосному обладнанні, реконструкцію свердловин водопостачання, замінено зношене електрообладнання насосних станцій). Це дозволило більш ефективно використовувати наявні потужності, зменшити втрати в теплових мережах, покращити якість теплопостачання, забезпечити надійне водопостачання. Розрахунковий економічний ефект від впровадження даних заходів склав 2,9 млн гривень.

На території області функціонують 13 міні-гідроелектростанцій загальною потужністю 10,8 МВт. Зокрема 2014 році міні ГЕС області вироблено 39,3 млн кВт. год електричної енергії, що складає 2,4 відсотка від загального споживання електричної енергії в області. З початку року даними міні ГЕС вироблено 16,2 млн кВт.год електричної енергії, що складає 2,1 відсотка від загального споживання електричної енергії в області.

На даний час в області розроблено проект обласної програми енергоефективності та енергозбереження на 2016 – 2019 роки. Проект програми подано на експертизу департаментам фінансів та економічного розвитку, інвестиційної діяльності та міжнародного співробітництва облдержадміністрації та розміщено на сайті облдержадміністрації.

Одним із основних напрямків програми буде проведення заходів із стимулювання населення до впровадження енергоефективних заходів шляхом відшкодування частини суми кредитів, залучених на придбання енергоефективного обладнання та матеріалів.

На період розробки заходів нової програми всі районні державні адміністрації затвердили заходи з енергоефективності та енергозбереження на 2015 рік.

Пропозиції щодо напрямків та заходів обласної програми енергоефективності та енергозбереження на 2015 – 2020 роки.

Розділи програми.

1. Енергоефективність та енергозбереження у бюджетній сфері (освіта, охорона здоров'я, культура, соціальний захист).

Модернізація котельного обладнання (газ-газ);

Перевід котелень на використання альтернативних видів палива (відходи деревини, торф);

Перевід котелень на використання електричного тепло акумуляційного обігріву;

Проведення санації будівель та споруд (утеплення, вікна, двері, дахи, підвали);

Модернізація систем освітлення;

2. Енергоефективність та енергозбереження промислової групи споживачів.

Модернізація котельного обладнання;

Перевід котелень на використання альтернативних видів палива (відходи деревини, торф);

Модернізація технологічного обладнання;

Випуск обладнання та матеріалів для забезпечення виконання Розділу 1 (котельне обладнання, запірна арматура).

3. Інформаційне забезпечення впровадження енергоефективності у населення.

3.1. Проведення заходів з популяризації енергоефективності серед населення (створення консультаційних центрів при енергопостачальних організаціях, проведення круглих столів, теле- та радіопередач передач, виступи у друкованих засобах масової інформації; 3.2. Заходи із стимулювання населення до впровадження енергоефективних заходів шляхом відшкодування частини суми кредитів, залучених на придбання енергоефективного обладнання та матеріалів.

УДК 330.341.1

О.В. Панухник

*Тернопільський національний технічний університет  
імені Івана Пулюя*

## **СТРАТЕГІЯ РОЗВИТКУ УКРАЇНИ НА ЗАСАДАХ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ: ЕКОНОМІЧНИЙ АСПЕКТ**

У статті розглянуто сутність та економічні параметри енергоефективності в контексті її стратегічного значення для розвитку соціально-економічної системи України. Здійснено порівняльний аналіз енергоефективності в Україні з провідними економіками світу. Запропоновано низку заходів, які необхідно першочергово реалізувати на шляху вирішення проблеми підвищення енергоефективності як складової стратегії розвитку України.

Як відомо, під енергоефективністю, насамперед, розуміють раціональне (ефективне) використання різного типу енергетичних ресурсів. На практиці сутність даної категорії виявляється у використанні меншої кількості енергії для енергетичного забезпечення побутових чи виробничих потреб.

Окремо зазначимо, що слід розрізняти поняття «енергозбереження» та «енергоефективності». Сутність першого полягає в заощадженні, збереженні енергії, головним чином за рахунок зменшення енергоспоживання. У свою чергу, енергоефективність робить акцент на підвищенні корисності (ефективності) енергоспоживання.

В Україні не існує єдиного офіційного загальноприйнятого підходу до розуміння змісту енергоефективності. На законодавчому рівні в Законі України «Про енергозбереження» дається визначення наступним поняттям:



- енергоефективний проект – проект, спрямований на скорочення енергоспоживання, а саме: реконструкція мереж і систем постачання, регулювання і облік споживання води, газу, теплової та електричної енергії, модернізація огорожувальних конструкцій та технологій виробничих процесів;

- енергоефективні продукція, технологія, обладнання – продукція або метод, засіб її виробництва, що забезпечують раціональне використання паливно-енергетичних ресурсів порівняно з іншими варіантами використання або виробництва продукції однакового споживчого рівня чи з аналогічними техніко-економічними показниками [1].

Останніми роками енергоефективність сформувалась як самостійна галузь знань та практичної діяльності, що перебуває на стику інженерії, економіки та соціології. Важливим елементом економічної складової є система оцінки енергоефективності, яка базується на «показнику енергетичної ефективності», суть якого полягає в оцінці споживання чи витрат енергетичних ресурсів.

Зазначимо, що в Україні розроблено класифікацію показників енергетичної ефективності на основі їх поділу на три базові класи:

- фізико-технічні, які характеризують ступінь технічної досконалості технологій споживання, транспортування та зберігання паливо-енергетичних ресурсів;

- соціально-енергетичні, які характеризують економічно та соціально обґрунтовані рівні витрат паливо-енергетичних ресурсів для досягнення соціально прийнятних стандартів якості життя людини та суспільства;

- економіко-енергетичні, які характеризують співвідношення між результатами економічної діяльності

та відповідними обсягами витрат паливо-енергетичних ресурсів [2, с. 23].

Щодо першої групи показників, то вона в значній мірі знайшла відображення у Державному стандарті України (ДСТУ 3755-98. «Енергозбереження. Номенклатура показників енергоефективності та порядок їхнього внесення у нормативну документацію»).

У контексті економічного аналізу енергоефективності більш важливими є соціально-енергетичні та економіко-енергетичні показники. Саме вони дозволяють обґрунтувати економічний ефект запровадження тих чи інших заходів з підвищення енергоефективності, здійснити обґрунтування доцільності залучення інвестиційних чи кредитних ресурсів для їх реалізації тощо.

За одним із прийнятих у вітчизняній теорії та практиці підходів, визначення показників енергетичної ефективності на всіх рівнях соціально-економічних систем базується на даному співвідношенні:

$$D_s = \frac{O_s}{C_s} \quad (1)$$

де  $s$  – індекс показника, який характеризує результати економічної діяльності в грошовому еквіваленті чи натуральному виразі;

$D_s$  – показник енергетичної ефективності, який характеризує результат економічної діяльності, що було досягнуто при витраті одиниці паливо-енергетичних ресурсів;

$C_s$  – обсяг витрат паливо-енергетичних ресурсів;

$O_s$  – результати економічної діяльності, які досягнуті за рахунок використання паливо-енергетичних ресурсів в обсязі  $C_s$ .

Слід зазначити, що на практиці показник обсягу витрат паливно-енергетичних ( $C_s$ ) ресурсів визначається

як у вартісному виразі, так і в умовних або натуральних енергетичних одиницях.

Проте, вітчизняними дослідниками проблем енергоефективності запропоновано вдосконалений підхід до оцінки показника енергетичної ефективності. Він базується на вартісному підході, що був запропонований білоруськими науковцями Нікітенком П.Г., Кулаковим Г.Т., Цилібіною В.М., але враховує також фактор наявності (відсутності) тих чи інших паливно-енергетичних ресурсів на території даної країни, а також можливі альтернативні види інших ресурсів. Даний підхід базується на наступній формулі:

$$Ds = ((Cs_1 \times \text{Ц}_1) + (Cs_2 \times \text{Ц}_2) + A) / Os, \quad (2)$$

де  $Ds$  – показник енергетичної ефективності, який характеризує результат економічної діяльності, що було досягнуто при витраті одиниці паливно-енергетичних ресурсів (ПЕР);

$Cs_1$  – обсяг використаних власних ПЕР, (кг у. п.);

$\text{Ц}_1$  – ціна власних ПЕР за кг у. п.;

$Cs_2$  – обсяг використаних імпортованих ПЕР, (кг у. п.);

$\text{Ц}_2$  – ціна імпортованих паливно-енергетичних ресурсів за кг у. п.;

$A$  – альтернативні види палива (ціна);

$Os$  – результати економічної діяльності, які досягнуті за рахунок використання паливно-енергетичних ресурсів в загальному обсязі  $Cs$  [3].

Важливим елементом у контексті економічної оцінки та аналізу показників енергоефективності виступає енергоемність. З математичної точки зору, даний показник є оберненим до показника енергоефективності. У відповідності з прийнятою в Україні «Методикою визначення енергоемності випуску продукції (робіт, послуг) і валового внутрішнього продукту», енергоемність

вимірюється у кг умовного палива (нафтовому еквіваленті) / дол. США.

Особливої гостроти проблемі енергоефективності та її оцінки надає той факт, що Україна залишається однією з найменш енергоефективних країн Європи та світу загалом. На підтвердження цих слів можна навести думку першого заступника голови Комітету Верховної Ради України з питань паливно-енергетичного комплексу, ядерної політики та ядерної безпеки Олександра Домбровського, який у своєму інтерв'ю «Радіо Свобода» на початку 2015 року заявив, що «показники енергоємності в Україні у 11 раз гірші у порівнянні з Німеччиною».

У деякій мірі дану оцінку можна вважати дещо завищеною. Згідно даних Світового банку, динаміка енергоємності ВВП України, у порівнянні з аналогічним світовими показником, має наступний вигляд.

\*Дані на графіку подано у нафтовому еквіваленті / дол. США.

Як бачимо з представленого на рис. 1 графіка, у цілому в Українській економіці існує позитивна динаміка щодо скорочення енергоємності ВВП. Однак, не дивлячись на це, все ще існує значне відставання від середньосвітових показників (більш ніж у два рази).

При розрахунку та аналізі показників енергоефективності важливою є структура енергоспоживання. Для її характеристики використаємо дані третього випуску рейтингу «Ukrainian Energy Index» [4].

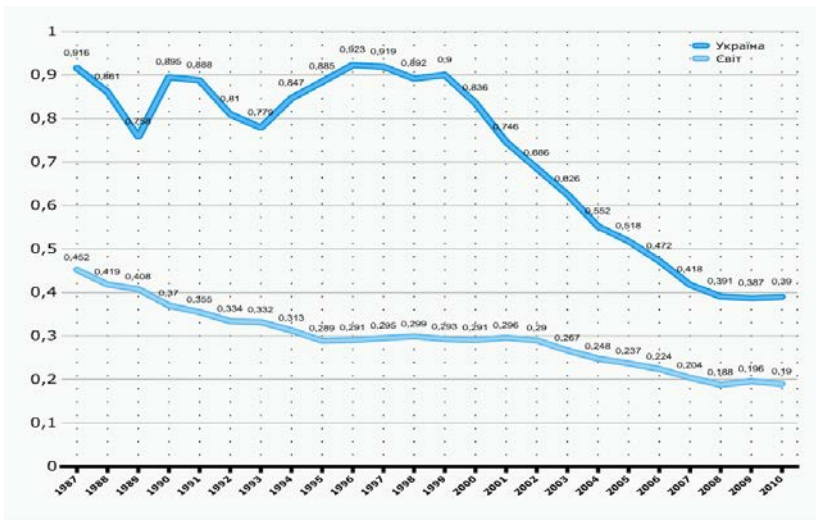


Рис. 1. Динаміка енергоємності ВВП України та світу\*

Якщо розглянути кінцеве споживання енергоресурсів в Україні у розрізі окремих галузей, то в порівнянні з провідними європейськими країнами та ЄС загалом, отримаємо наступну картину:

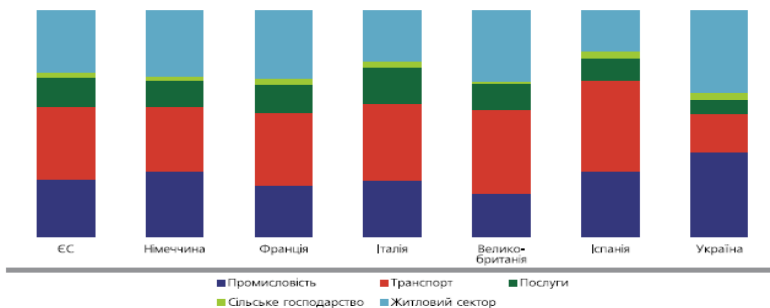


Рис. 2. Кінцеве споживання енергоресурсів України та ЄС [4]

Як видно з представленого на рис. 2 графіка, частки промисловості та житлового сектора помітно вищі в Україні, ніж у ЄС, а частки менш енергоємного сектора

послуг та транспорту – приблизно вдвічі нижчі. Різниця стає ще більш відчутною, якщо подивитися на частки різних галузей у сукупному енергоспоживанні промисловості (див. рис. 3). Частка металургії, найбільш енергоємної в силу технологічних характеристик галузі промисловості, в Україні у 2,5 рази вища за середній показник у ЄС. Енергоємність металургії в ЄС майже вдвічі перевищує енергоємність виробництва неметалевих мінеральних виробів, другої за енергоємністю галузі, і майже у чотири рази енергоємність хімії, наступної за енергоємністю галузі. При простому порівнянні енергоємності промисловості в Україні та ЄС (без врахування структури промислового виробництва), українська промисловість апріорі є значно більш енергоємною [4].

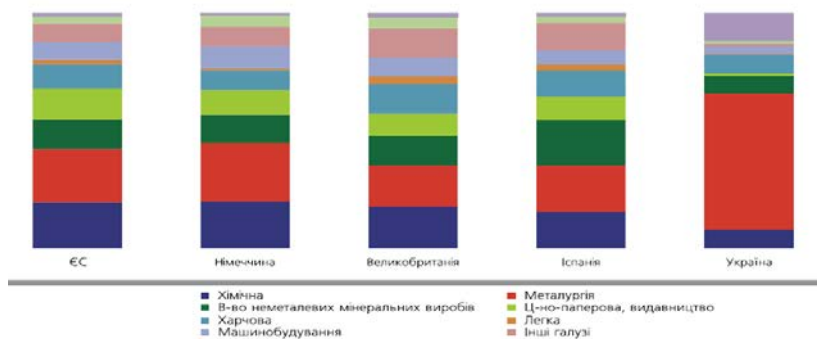


Рис. 3. Кінцеве споживання енергоресурсів в галузях промисловості України та ЄС [4]

Надзвичайно важливо в контексті аналізу енергоефективності в Україні розглянути цей процес у регіональному аспекті. Результати рейтингу енергоефективності UEI-2013 в розрізі окремих регіонів України наведено у табл. 1.

Таблиця 1  
Рейтинг енергоефективності регіонів України [4]

Рейтинг	Сумарний рейтинг (% енергоефективності, потенціал енергозбереження у млн. € у цінах 2010 р.)	Промисловість	Послуги	Сільське господарство	Житловий сектор
1	2	3	4	5	6
1	Закарпатська (64,3%; 111,5)	Донецька (67,9%)	Одеська (56,5%)	Тернопільська (59,0%)	Вінницька (82,7%)
2	Чернігівська (63,8%; 139,7)	Чернігівська (66,0%)	Донецька (53,5%)	Львівська (49,5%)	Кіровоградська (80,7%)
3	Вінницька (62,9%; 199,9)	Запорізька (63,7%)	Львівська (50,8%)	Житомирська (49,4%)	Житомирська (78,2%)
4	Донецька (62,9%; 1576,8)	Закарпатська (50,3%)	Дніпропетровська (46,7%)	Чернівецька (48,1%)	Херсонська (77,2%)
5	Чернівецька (62,7%; 85,6)	Дніпропетровська (49,3%)	Черкаська (39,6%)	Сумська (45,9%)	Рівненська (75,0%)
6	Херсонська (61,5%; 119,9)	Херсонська (47,2%)	Івано-Франківська (39,3%)	Івано-Франківська (45,3%)	Хмельницька (74,2%)
7	Одеська (60,8%; 277,2)	Львівська (46,5%)	АР Крим/Севастополь (38,6%)	Кіровоградська (43,0%)	Івано-Франківська (73,8%)
8	Житомирська (60,2%; 175,1)	Харківська (46,3%)	Київська (37,6%)	Чернігівська (41,0%)	Волинська (73,7%)

Продовження таблиці 1

1	2	3	4	5	6
9	Запорізька (59,9%; 579,6)	Київська (46,0%)	Рівненська (37,6%)	Харківська (40,4%)	Чернігівська (73,3%)
10	Тернопільська (58,6%; 135,5)	Луганська (41,9%)	Миколаївська (37,3%)	Закарпатська (39,9%)	Чернівецька (72,0%)
11	Івано-Франківська (58,1%; 209,4)	Полтавська (40,3%)	Тернопільська (37%)	Хмельницька (39,6%)	Одеська (71,8%)
12	Львівська (57%; 346,5)	Івано-Франківська (39,8%)	Чернівецька (36,8%)	Миколаївська (38,4%)	Закарпатська (71,5%)
13	Волинська (56,9%; 128,9)	Сумська (37,9%)	Волинська (36,3%)	Донецька (38,2%)	Тернопільська (68,1%)
14	Кіровоградська (53,0%; 180,1)	Одеська (37,5%)	Вінницька (35,6%)	Одеська (37,5%)	Черкаська (68,0%)
15	Сумська (52,1%; 226,5)	Вінницька (36,9%)	Харківська (35,4%)	Рівненська (36,6%)	АР Крим/Севастополь (65,5%)
16	Хмельницька (51,2%; 258,4)	Житомирська (36,8%)	Сумська (34,6%)	Полтавська (36,4%)	Сумська (63,1%)
17	Дніпропетровська (49,5%; 2112,5)	Миколаївська (32,1%)	Закарпатська (34,3%)	Черкаська (34,3%)	Львівська (62,3%)
18	АР Крим/Севастополь (49,3%;	Волинська (31,3%)	Запорізька (32,9%)	Вінницька (33,9%)	Миколаївська (61,9%)
19	Київська (48,8%; 503,9)	Чернівецька (30,1%)	Чернігівська (32,8%)	Луганська (33,7%)	Запорізька (60,3%)
20	Харківська (46,7%; 659)	Тернопільська (27,8%)	Херсонська (32,4%)	Запорізька (33,0%)	Полтавська (55,3%)



Закінчення таблиці 1

1	2	3	4	5	6
21	Полтавська (45,5%; 471,6)	АР Крим/Се- вастополь (24,8%)	Кірово- градська (32,0%)	Дніпро- петровська (31,3%)	Київська (54,8%)
22	Миколаївська (45,0%; 333,3)	Хмельни- цька (23,4%)	Полтав- ська (30,9%)	Київська (31,1%)	Донецька (54,2%)
23	Луганська (44,7%; 1081,9)	Кірово- градська (20,2%)	Хмельни- цька (30,4%)	АР Крим/Сева- стополь (28,9%)	Луганська (53,3%)
24	Черкаська (43,9%; 375,1)	Черкаська (18,8%)	Луганська (30,0%)	Херсонська (28,9%)	Дніпропе- тровська (52,8%)
25	Рівненська (38,5%; 333,9)	Рівненська (14,7%)	Житомир- ська (27,3%)	Волинська (27,1%)	м. Київ (51,9%)
26					Харківська (50,7%)

Як бачимо, у даному рейтингу Тернопільська область посіла 10 місце. Потенціал енергозбереження Тернопільської області за рахунок підвищення енергоефективності до рівня ЄС оцінюється у 313697 тон нафтового еквіваленту, або 135,5 млн. євро щорічно у цінах 2010 р. [4].

У розрізі окремих галузей Тернопільщина посіла перше місце в енергоефективності сільського господарства в Україні згідно рейтингу UEI-2013. Енергоефективність сільського господарства Тернопільської області складає 59,0% від рівня ЄС, що на 21,9 відсоткові пункти вище за середнє по Україні.

Якщо розглядати енергоефективність як пріоритет державної політики, то слід зазначити, що в нашій державі

з боку влади протягом багатьох років незалежності не приділялось достатньої уваги проблемі енергоефективності. Лише останнім часом, багато в чому під тиском зовнішніх обставин, дане питання набуло серйозного розгляду на найвищому державному рівні. Зокрема, Розпорядженням Кабінету Міністрів України від 24 липня 2013 р. № 1071-р схвалено «Енергетичну стратегію України на період до 2030 року» [5].

Серед іншого, у даному документі зроблена спроба оцінки та визначення необхідного обсягу інвестицій для розвитку та перебудови вітчизняного паливно-енергетичного комплексу на засадах енергоефективності.

Для досягнення поставлених в Енергетичній стратегії цілей у базовому сценарії розвитку економіки сумарний обсяг інвестицій у паливно-енергетичний комплекс (ПЕК) України повинен скласти близько 1,8 трлн. грн. Оцінка інвестиційних потреб ПЕК представлена в Енергетичній стратегії з метою порівняння з можливостями потенційних джерел фінансування, а також для розробки механізмів забезпечення основних обсягів інвестицій у майбутньому. Зазначений сумарний обсяг інвестицій розподіляється за галузями наступним чином (див. табл. 2).

Таблиця 2

Сумарні інвестиції в розвиток ПЕК України,  
2012-2030 рр. [5]

Напрямок	Інвестиції, млрд. грн. (у цінах 2010 р.)		
	2012 – 2030 рр.	2012 – 2020 рр.	2020 – 2030 рр.
1	2	3	4
ЕЛЕКТРО-ТЕПЛОЕНЕРГЕТИКА, у т.ч. I	785	382	403
ЕЛЕКТРИЧНІ МЕРЕЖІ	187	103	84
ТЕПЛОВА ГЕНЕРАЦІЯ	324	147	177

Продовження таблиці 2

1	2	3	4
ГІДРОГЕНЕРАЦІЯ	60	50	10
ВДЕ	130	40	90
СИСТЕМА ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ	84	42	42
АТОМНА ЕНЕРГЕТИКА	391	127	264
ВУГЛЬНА ПРОМИСЛОВІСТЬ	83	64	19
НАФТОГАЗОВА ПРОМИСЛОВІСТЬ, У Т.Ч.	562	176	386
ГАЗОТРАНСПОРТНА СИСТЕМА	52	30	22
ГАЗОРОЗПОДІЛЬНА СИСТЕМА	50	30	20
НАФТОТРАНСПОРТНА СИСТЕМА	7	3	4
ВИДОБУТОК ГАЗУ	316	60	256
ВИДОБУТОК НАФТИ	93	20	73
РОЗВИТОК БІОПАЛИВ	7	4	3
НАФТОПЕРЕРОБКА	37	29	8
<b>СУМАРНІ ІНВЕСТИЦІЇ</b>	1821	749	1072

Для реалізації запланованих обсягів інвестування передбачається використати наступні механізми:

1. Самостійне інвестування комерційними компаніями (приватними або державними) у рамках природних процесів функціонування бізнесу за рахунок власних коштів або позикового фінансування. Для успішного й повного залучення цього важеля державі необхідно забезпечити компаніям сприятливе середовище для функціонування бізнесу й наявність довгострокових стабільних і прозорих правил роботи на ринку та економічно обґрунтованих цін для споживачів, які забезпечать повернення на інвестиції. Кошти комерційних компаній повинні бути основним механізмом фінансування інвестицій у розвиток ПЕК.

2. Використання методів тарифної політики для забезпечення достатності інвестиційних коштів у комерційних компаній, які діють на регульованих ринках.

Для реалізації цього механізму завданням держави має бути поступове виведення регульованих цін і тарифів на енергоресурси на конкурентний рівень, який містить у собі інвестиційну складову, достатню для забезпечення необхідного повернення на інвестиції комерційним компаніям.

3. Прямі державні інвестиції (у тому числі й за рахунок залучення зовнішніх позик від міжнародних організацій для реалізації складних інфраструктурних проектів) у разі, якщо енергетичні об'єкти перебувають у державній власності і держава планує продовжувати зберігати над ними контроль [5].

Схематично механізм інвестування відображено на рис 4.

Для успішної реалізації інвестицій у зазначених секторах необхідне використання додаткових методів стимулювання		✓ Основний спосіб	✓ Можливий спосіб
		Кошти компаній <sup>1</sup>	Регулювання тарифів
Електро- і теплоенергетика	• Розподільні мережі	✓	✓
	• Магістральні мережі	✓	✓
	• Теплова генерація	✓	✓
	• Гідрогенерація	✓	✓
	• Розвиток НПДЕ	✓	✓
	• Система теплопостачання	✓	✓
Атомна енергетика	• Атомна енергетика	✓	✓
Вугільна промисловість	• Вугільна промисловість	✓	✓
Нафтогазова промисловість	• Газорозподільна система	✓	✓
	• Нафтотранспортна система	✓	✓
	• Видобуток газу	✓	✓
	• Біопаливо	✓	✓
	• Нафтопереробка	✓	✓
	• Видобуток нафти	✓	✓

1 Кошти комерційних компаній (приватних і державних); 2 При здійсненні корпоративної інвестиції повинні здійснюватися за рахунок приватних коштів (у т.ч. позикових) без прямої держ. підтримки; 3 Механізми здійснення інвестицій за галузями ПЕК» випливають у наступній редакції: «Інвестиції у закриття шахт; можливе надання державної підтримки для модернізації при передачі підприємства в оренду або концесію та реалізації механізмів ДПП не більше ніж 5 років із щорічним переглядом і скороченням розміру підтримки»

Рис. 4. Механізм здійснення інвестицій за галузями ПЕК, передбачений у «Енергетичній стратегії України» [5].

Крім того, в українських реаліях важливим джерелом надходження коштів для реалізації програм розвитку енергоефективності є кошти іноземних партнерів.

Зокрема, у цьому контексті можна навести наступні приклади. У квітні 2014 року в Україні розпочалася реалізація проекту Агентства США з міжнародного розвитку «Муніципальна енергетична реформа» загальною вартістю 13,5 млн. дол. Відповідними меморандумами про співпрацю обмінялися представники USAID та міс-учасників проекту. У рамках цього проекту USAID допоможе 17 українським містам у проведенні енергетичної реформи та підвищенні енергоефективності. Проект розрахований на 4 роки.

Європейський союз перерахував Україні 173,32 млн. грн. у рамках програми «Підтримка виконання Енергетичної стратегії України у сфері енергоефективності та відновлюваних джерел енергії». Про це йдеться у постанові уряду за 4 червня 2014 року. Уряд розпорядився передати ці кошти Міністерству економічного розвитку і торгівлі для використання їх за призначенням. Крім того, міністерство, згідно з постановою, має забезпечити використання 324,802 млн. грн., що надійшли від ЄС раніше, але досі не використані у рамках тієї ж програми.

У 2013 році, за даними Державного агентства енергоефективності й енергозбереження, Україна отримала від Євросоюзу 15,6 млн. євро на енергоефективні проекти.

Для порівняльної характеристики рівня енергоефективності в Україні та розвинених країнах світу наведемо наступний факт. За підрахунками експертів, якщо Україна інвестуватиме в енергоефективність по 5 млрд. дол. у рік, а Франція нічого не робитиме, то ми наздоженемо французів лише через півстоліття.

У підсумку доцільно зазначити, що проблема підвищення енергоефективності є однією з ключових в економічній системі України, яка без перебільшення має життєво важливий характер. На наш погляд, існує низка заходів, які необхідно першочергово реалізувати на шляху вирішення проблеми розвитку енергоефективності. Серед них варто зазначити наступні:

- законодавчу підтримку розвитку енергоефективності шляхом прийняття низки законодавчих актів спрямованих на регулювання та стимулювання розвитку енергоефективних та енергоощадних технологій;
- державне гарантування інвестицій спрямованих енергоефективності виробничого чи побутового сектору;
- розвиток системи державних субвенцій та податкових пільг для підприємств, що запроваджують енергоефективні та енергоощадні технології;
- запровадження грантів для фінансування наукових досліджень та розробок у сфері енергоефективності, енергоощадності та альтернативних джерел енергії тощо.

Список використаних джерел:

3. Закон України «Про енергозбереження» [Електронний ресурс] / Верховна Рада України – Режим доступу до ресурсу: <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/74/94-вр>.

4. Рубан-Максимець О.О. Особливості розрахунку показників енергетичної ефективності на базі статистичної звітності України // Проблеми загальної енергетики. – 2009. – № 20. – С. 21 – 26.

5. Бондар-Підгурська О.В. Науково-методичні підходи до оцінки енергоефективності як фактора конкурентоспроможності промислової продукції в інноваційній моделі розвитку України / О.В. Бондар-Підгурська // Наукові праці Кіровоградського національного технічного університету. – 2012, ч. II. – С. 189 – 194.

6. Рейтинг енергоефективності областей України [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: [http://www.svb.org.ua/sites/default/files/uei\\_13\\_3.pdf](http://www.svb.org.ua/sites/default/files/uei_13_3.pdf).

Енергетична стратегія України на період до 2030 року [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/n0002120-13>.

УДК 338.24:352.1

Панухник Я.Г.

*Тернопільський національний технічний університет  
імені Івана Пулюя*

## **ОСНОВНІ БАР'ЄРИ МОДЕРНІЗАЦІЇ ТЕХНОЛОГІЙ УПРАВЛІННЯ ПІДПРИЄМСТВОМ У МУНІЦИПАЛЬНІЙ ЕКОНОМІЧНІЙ СИСТЕМІ: ФІНАНСОВО-ЕКОНОМІЧНИЙ АСПЕКТ**

Анотація. Досліджено основні бар'єри модернізації технологій управління підприємствами в муніципальній економічній системі, серед яких виділено фактор інституційного середовища. Запропоновано етапи аналізування стану фінансових ресурсів підприємства на основі фінансово-економічної оцінки показників, що відображають фінансову ситуацію власних і залучених коштів.

Виникнення адміністративної школи пов'язане з ім'ям Анрі Файоля (1825-1925). У праці «Загальне та промислове управління» вчений представив сферу діяльності організації у вигляді шести напрямків (рис. 1).

Серед вищезазначених напрямів, основною функцією управління А. Файоль вважав адміністрування.

У цілому, класична теорія відіграла вирішальну роль у виявленні способів раціональної організації виробництва та підвищення його ефективності. Саме в даній теорії було вперше висвітлено питання про дві функції управління, пов'язані, з одного боку, з регуляцією психологічного процесу, а з іншого – з регуляцією людської діяльності. Разом з тим обмеження аналізу організації роботи тільки директивними функціями спонукало до пошуку нових джерел підвищення продуктивності праці та нових засобів регуляції людської поведінки. Це пояснювалося тим, що наприкінці 20-х –

початку 30-х років ХХ ст. у США розгорнулась жорстока економічна криза, яка перейшла в глибоку депресію [1].

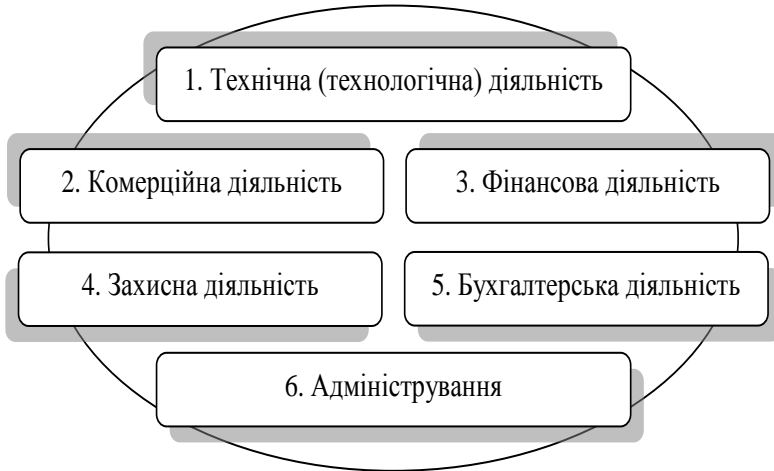


Рис. 1. Основні напрями діяльності організації  
за А. Файолем [1]

Проте, основні положення, інтерпретовані в управлінському аспекті адміністративної школи менеджменту, залишаються актуальними і на даний період часу.

Сучасна економіко-політична ситуація в державі має дещо неефективний вплив на потенціал та розвиток конкурентоспроможності сучасних вітчизняних підприємств приладобудування.

Інституційне середовище визначається правовою та адміністративною інфраструктурою, у межах якої приватні підприємці, компанії та уряд у цілому взаємодіють з метою створення добробуту нації. Значущість сприятливого та справедливого інституційного середовища стала більш очевидною під час недавньої фінансово-економічної кризи. Інституції є вкрай важливими для підтримки й посилення нестабільного економічного зростання, враховуючи те, що



держава відіграє більш значущу роль на міжнародному рівні для економік багатьох країн.

Якість інституційного середовища суттєво впливає на конкурентоспроможність та економічне зростання. Вона позначається на інвестиційних рішеннях та організації виробництва, а також впливає на те, у який спосіб суспільства розподіляють вигоди й витрати щодо реалізації програм і стратегій розвитку. Наприклад, власники землі, корпоративних акцій або ж інтелектуальної власності не інвестуватимуть у свою власність, якщо їм не гарантоване право на неї.

Значення інституцій не обмежується законодавчою базою. Ставлення уряду до ринків та свобод, а також ефективність його діяльності відіграють важливу роль: занадто великий апарат і бюрократія, надмірне держрегулювання, корупція, нечесність при складанні й виконанні держзамовлень, недостатність прозорості й надійності, нездатність надавати бізнесу необхідні послуги, політична залежність судової системи призводять до значних економічних витрат та уповільнюють процес розвитку.

Незважаючи на те, що в економічній літературі увагу приділено переважно державним інститутам, приватні інститути також є важливим елементом процесу створення добробуту. Події, пов'язані з останньою глобальною економічною кризою, а також з численними корпоративними скандалами, виявили значущість стандартів бухгалтерського обліку, звітності й прозорості, які дають змогу не лише попередити шахрайство та неефективне управління, а й зберегти довіру інвесторів і споживачів [2].

Рівень розвитку інституцій в Україні та містах (Київ, Львів, Тернопіль) традиційно є стримуючим фактором для зростання конкурентоспроможності промисловості. Проте, варто відзначити той позитивний

аспект, що динаміка результатів показника ІК країни та досліджуваних регіонів є позитивною починаючи від 2011 року. Також необхідно пам'ятати, що вплив інституцій на економіку значною мірою залежить від того, на якому етапі економічного розвитку перебуває країна [3, с. 21].

Економічне зростання базується на діяльності бізнесу, який сповідує принципи чесного управління, де керівництво дотримується суворих етичних норм у відносинах із державою, іншими компаніями та громадськістю у цілому. Прозорість приватного сектору – це обов'язкова характеристика бізнесу. Її можна реалізувати шляхом дотримання відповідних стандартів, а також використовуючи практики аудиту й бухгалтерського обліку, які забезпечують своєчасний доступ до інформації [2].

Також, для вітчизняних підприємств приладобудування найбільш важливим економічним фактором для їхньої ефективної діяльності є забезпеченість фінансовими ресурсами.

Як відомо, фінансові ресурси є власними та залученими. Комплексний аналіз оцінки забезпечення власними та залученими фінансовими ресурсами можна здійснити на основі ділової активності – показників власного капіталу, які свідчать про захищеність та ефективність використання власного капіталу, а також – на основі результатів коефіцієнтів фінансової стійкості (рис. 2).

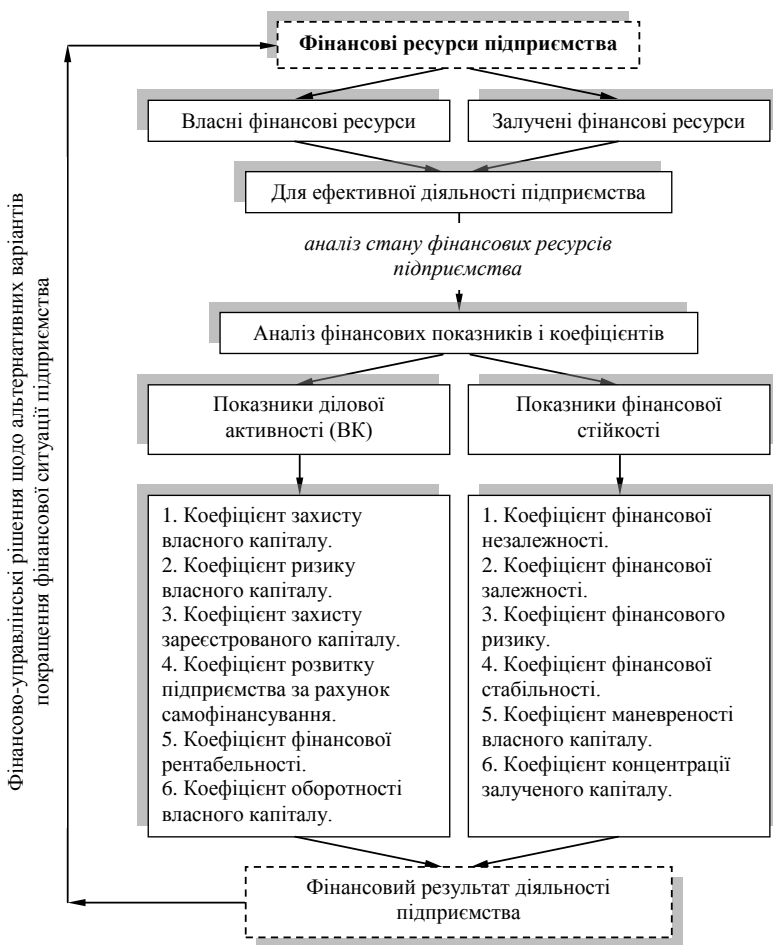


Рис. 2. Етапи аналізування стану фінансових ресурсів підприємства

До показників оцінки власного капіталу відносимо такі як:

- 1) коефіцієнт захисту власного капіталу;
- 2) коефіцієнт ризику власного капіталу;
- 3) коефіцієнт захисту зареєстрованого капіталу;

4) коефіцієнт розвитку підприємства за рахунок самофінансування;

5) коефіцієнт фінансової рентабельності;

6) коефіцієнт оборотності власного капіталу.

Показниками аналізування фінансової стійкості підприємства виступають такі, а саме:

1) коефіцієнт фінансової незалежності;

2) коефіцієнт фінансової залежності;

3) коефіцієнт фінансового ризику;

4) коефіцієнт фінансової стабільності;

5) коефіцієнт маневреності власного капіталу;

6) коефіцієнт концентрації залученого капіталу.

Дослідивши результати та здійснивши комплексну оцінку стану наявних фінансових ресурсів підприємства, дається висновок про отриманий фінансовий результат його діяльності та приймаються можливі фінансово-управлінські рішення щодо альтернативних варіантів покращення наявної фінансової ситуації досліджуваного об'єкту.

Для визначення оцінки щодо ефективності управління підприємствами приладобудування в муніципальній економічній системі необхідно, перш за все, проаналізувати стан управління на мікрорівні, тобто в середині підприємств на основі динаміки результатів фінансово-економічних показників. Крім цього, оцінюється стан управління на макрорівні на основі податкових платежів даних підприємств.

На сучасному етапі розвитку економіки України, є безліч взаємопов'язаних та взаємовпливаючих факторів фінансово-економічну діяльність вітчизняних підприємств. Для покращення даної ситуації необхідне застосування та проведення новітніх методів дослідження впливу наявних факторів.

Адже, при виявленні та дослідженні оцінки наявних показників, можна застосувати способи мінімізації їх

негативного впливу, або ж, навпаки, використати їх на користь розвитку діяльності як основні чинники модернізації технологій управління підприємством у муніципальній економічній системі.

Список використаних джерел:

1. Адміністративний підхід в управлінні / [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.frontmanagement.org/fomants-1905-1.html>.

2. Фонд «Ефективне управління»: Звіт про конкурентоспроможність регіонів України 2013 / [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.feg.org.ua/ua/reports/ukraine/2013>.

3. Panukhnyk I. Ranking of institutional barriers regarding management of medical equipment enterprises in municipal economic system [Електронний ресурс] / Iana Panukhnyk, Olena Panukhnyk // Соціально-економічні проблеми і держава. – 2015. – Вип. 1 (12). – С. 6-21. – Режим доступу до журналу: <http://sepd.tntu.edu.ua/images/stories/pdf/2015/15piames.pdf>.

УДК 351

Михальський М.В.

*Тернопільська обласна державна адміністрація*

## **ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ. ВІДНОВЛЮВАНА ТА НЕТРАДИЦІЙНА ЕНЕРГЕТИКА**

Проведення даного заходу відповідає реалізації комплексних заходів щодо забезпечення енергетичної безпеки нашої держави, надійності та стабільності постачання енергоносіїв.

Нині очевидно, що не варто ставити питання тільки про розвиток паливно-енергетичного комплексу і, тим більше, окремих його галузей. Проблема набагато ширша і полягає в енергетичному забезпеченні розвитку економіки та українського суспільства загалом. Тому її вирішення має координуватися та регулюватися державою.

На сьогодні одним із самих слабких місць сучасної енергетичної системи є економія енергії. Як відомо, частка енергоресурсів в ціні товару становить від 40 до 60 відсотків, а на більшості наших підприємств лише 60-70 відсотків спожитої енергії йде на виробничі потреби, а решта втрачається.

Україна імпортує близько 60% енергоносіїв. За міжнародними критеріями такий рівень не вважається надмірним. Але проблема полягає в тому, що Україна отримує основні обсяги енергоносіїв з однієї країни – Росії. За цих умов залежність енергетики і економіки України в цілому, від імпортних поставок енергоносіїв є критичною.

Наслідками такого стану є загроза монопольного підвищення країною-експортером цін на енергоносії або введення обмежень на їх постачання в разі погіршення міждержавних стосунків;

зменшення обсягів поставок енергоносіїв внаслідок падіння видобутку;

тривалі перебої в постачанні енергоносіїв на випадок серйозних аварій на магістральних нафтогазопроводах.

Порівняльна оцінка енергоспоживання, енергоемності та екологічності національного виробництва в Україні і світі доводить, що однією з найбільш ефективних можливостей диверсифікації джерел постачання енергоносіїв є зміна структури паливно-енергетичного балансу, зокрема, за рахунок альтернативних джерел енергії на умовах їх ефективного використання з урахуванням необхідності посилення охорони навколишнього природного середовища.

Державна політика України з енергозбереження передбачає постійне зростання обсягів залучення до паливно-енергетичної бази України енергії, виробленої з альтернативних джерел та характерних для кожного регіону альтернативних видів палива.

В структурі споживання енергетичних ресурсів в області домінуюче місце займає природний газ, на другому місці – електрична енергія, за показниками 2008 року це відповідно 54 та 30 відсотків від загального споживання.

Таким чином, використання альтернативних джерел енергії, в першу чергу місцевих видів палива (торф, деревина, солома, відходи рослинного походження сільського господарства і переробної промисловості) в області є одним з можливих рішень ЩОДО підвищення рівня енергетичної безпеки.

Область майже на 50% може замінити споживання природного газу альтернативними джерелами енергії.

Реалізація програми здійснюється шляхом розвитку біотехнологій, створення в області виробництва місцевих видів енергетичного палива (торфу, відходів з деревини, соломи, біогазу та інші), біоетанолу та біодизеля; реконструкції та переведення на спалювання місцевих видів палива існуючих котелень, які (забезпечують теплом

об'єкти житлово-комунального господарства, бюджетної та соціальної сфери; впровадження технологій і устаткування з використання енергії доквілля для теплопостачання з використанням теплових pomp, запровадження біогазових установок.

Промислове використання в енергетиці мають такі види біопалива.

Біомаса.

Енергетичний потенціал біомаси представлено такими її складовими – енергетичним потенціалом тваринницької і рослинної сільськогосподарської біомас, енергетичним потенціалом відходів лісу, потенціалу торфу.

Впровадження біоенергетичних технологій дозволить не тільки відновити родючість ґрунту, ліквідувати забруднення води, очистити на території області землі від сміття та відходів життєдіяльності, але й мати нові робочі місця, додаткові надходження, забезпечити стабільність поставок як тепла, так і електроенергії.

Сумарний річний потенціал тваринницької сільськогосподарської біомаси

Кількість гною, млн.т./рік	Вихід біогазу, млн.м <sup>3</sup> /рік	Заміщення природного газу, тис.м <sup>3</sup> /рік
11,6	561	387

Маючи на території області значний потенціал біомаси, необхідно в короткий період створити підприємства з вирощування, переробки і реалізації біомаси як товару, що дозволить створити ринок місцевих енергетичних ресурсів.



## Потенціал рослинної сільськогосподарської біомаси

Біомаса зерно- бобових культур, тис. МВт.год/рік	Біомаса соняшника, тис. МВт. год/рік	Рослинні відходи кукурудзи, тис.МВт. год/рік	Рослинні відходи овочів відкритого і закритого грунту, тис. МВт.год/рік
1110	0	670	240

### Деревина.

Тернопільська область має досить великий потенціал відходів деревини. Суттєві переваги деревного палива полягають в його екологічній чистоті: деревина не містить сірки, хлору та інших шкідливих для атмосфери елементів. Переробку відходів деревини доцільно розпочати на базі лісових господарств

За даними 2008 року потенціал відходів деревини в області складав 156,8 тис.куб.м. Даний об'єм відходів при спалюванні в енергоефективних котельних установках може забезпечити заміщення 34,9 млн.куб.м. природного газу.

Тирса, яка утворюється внаслідок розпилювання деревини та деревинний порошок, який утворюється в процесі шліфування деревини необхідно використовувати у виробництві пеллетів (пресованих гранул).

Ще одним з перспективних джерел енергії стане використання енергетичних рослин, в першу чергу спеціальної енергетичної верби, яка відрізняється високим приростом маси і невисокими вимогами до ґрунтів.

### Загальний енергетичний потенціал біомаси

Вид біомаси	Енергетичний потенціал в Тернопільській області, млн. т у. п./рік
Солома злакових культур	0,25
Стебла і качани кукурудзи на зерно	0,116
Стебла і лущиння соняшника	–
Біогаз з гною і органічних відходів	0,0115
Біогаз станцій аерації і інших очисних	0,01
Біогаз з полігонів твердих побутових відходів	–
Деревне паливо, деревні відходи	0,04
Тверді побутові відходи в якості палива	0,002
Рідке паливо з БМ (біодизель, біоетаноол, ...)	–
Енергетичні плантації (верба, тополя, ...)	–
Торф	0,1
<b>ВСЬОГО</b>	<b>0,526</b>

### Енергетичний потенціал деревних відходів

Об'єм відходів деревини, тис. м <sup>3</sup>	Енергозбереження відходів деревини, т.у.п./рік	Заміщення природного газу, тис.м /рік
156,8	40,5	34,9

Наявність в області відходів деревини для  
використання у вигляді палива

№	Район	Об'єм відходів деревини для використання у вигляді палива, тис. куб. м.	Енергозбереження відходів для використання у вигляді палива т.у.п./рік	Примітка (заміщення природного газу тис. куб.м.)
1	Бережанський	4,1	1090,6	940,2
2	Борщівський	3,95	1050,7	905,8
3	Бучацький	3,5	931	802,6
4	Гусятинський	0,6	159,6	137,6
5	Заліщицький	0,75	199,5	171,9
6	Збарзький	1,3	345,8	298,1
7	Зборівський	0,266	70,7	60,9
8	Козівський	0,45	119,7	103,2
9	Кременецький	1,4	372,4	321,0
10	Лановецький	0,2	53,2	45,9
11	Монастирський	1,9	505,4	435,7
12	Підволочиський	2,6	691,6	596,2
13	Підгаєцький	0,2	53,2	45,9
14	Теребовлянськи	0,9	239,4	206,4
15	Тернопільський	1,38	367,1	316,5
16	Чортківський	2,3	611,8	527,4
17	Шумський	16,27	4327,8	3730,9
Всього по районах*		42,02	9939,3	8568,4

\*без ресурсу паливних дров та відходів від рубок догляду за лісом

ДП Бережанське ЛМГ	27,7	7368,2	6351,9
ДП Бучацький ЛГ	13,55	3604,3	3107,2
ДП Кременецький ЛГ	30,1	8006,6	6902,2
ДП Тернопільський ЛГ	19,17	5099,2	4395,9
ДП Чортківський ЛГ	20,8	5532,8	4769,7
ПЗ Медобори	2,2	585,2	504,5
ДП Тернопільське	1,3	345,8	298,1
Всього по управлінню**	114,82	30540	26327,6
Разом	156,84	40479	34896

\*\* *технічна сировина*

Економічність даного напрямку використання нового джерела енергії забезпечується високою щільністю насаджень. Вербу застосовують для опалення або для виробництва електричної енергії. Один гектар енергетичної верби дає 10 – 12 т сухої речовини в рік, що відповідає п'яти тисячам літрів нафти.

Використання соломи для отримання теплової енергії є надзвичайно раціональним способом утилізації надлишків соломи.

Щорічний надлишок соломи в області складає 250 тис. тонн (47% від загальної кількості), що свідчить про наявність великого потенціалу для розвитку технологій для спалювання соломи і дозволить вивільнити понад 40 млн. куб. м природного газу, що складає 5% від загального споживання в області.

Аналіз економічних показників роботи котелень, які експлуатуються на деревині і підключені до централізованого теплопостачання свідчить, що зазначений напрям є рентабельним. Так, термін окупності теплогенераторів, які працюють на соломі становить

від 8 місяців до 3,5 років в залежності від потужності. Котельні, які використовують у якості палива деревину також мають добрі економічні показники (ставка рентабельності на рівні 25 – 30%, строк окупності – 3 – 4 роки).

В області знаходиться 78 родовищ торфу (більше 6-ти відсотків запасів торфу в Україні), з них 30 – експлуатаційні і взяті на облік, 2 – перспективні для постановки на них розвідувальних робіт, 13 – осушені, 29 – зазолені, 4 – дрібнопокладові. Більшість родовищ розміщені у північних та північно-східних районах області. Найбільше родовищ із запасами більше 1 млн. тонн концентруються у Шумському (Шумське, Басарабіха, Калитка) та Зборівському (Зборівське, Гарбузівське, Серет) районах, відомі великі родовища також у Кременецькому (Іква), Ланівецькому (Жирак-2, Горинька) та у Тербовлянському районах (Великий Говилів).

Торф є найбільш дешевим, висококалорійним місцевим видом палива, що має суттєвий потенціал по заміщенню частини газу, вугілля, мазуту і дров для комунально-побутового споживання.

### Енергетичний потенціал торфу

Загальний енергетичний потенціал торфу, 106 МВт. год	Доцільно економічний потенціал торфу, 106 МВт. год
384,3	114,8

### Біогаз.

Найбільш ефективним і перспективним біологічним методом утилізації відходів тваринництва є метод метанового зброджування. Метанове зброджування – це складний анаеробний процес (без доступу повітря), який

відбувається внаслідок життєдіяльності мікроорганізмів і супроводиться рядом біохімічних реакцій.

Біогазові установки призначені для переробки органічних відходів, що утворюються на підприємствах АПК і фермерських господарствах, з отриманням газоподібного палива – біогазу з подальшим його використанням для виробництва електроенергії та органічних добрив.

В якості сировини для роботи установки з метою отримання біогазу і добрив можна використати всі органічні відходи рослинного і тваринного походження, що нагромаджуються на підприємствах агропромислового комплексу та фермерських господарствах.

Біогаз використовується для виробництва електричної і теплової енергії і може застосовуватися:

в системах опалювання приміщень;

в побутових газових плитах;

в спеціальному електрогенераторі для вироблення електроенергії 2-220 В – 380 В.

Рентабельність виробництва біогазу зростає при комплексному підході до переробки тваринницьких відходів, маючи на увазі, що окрім біогазу значний дохід можна отримати і від отримання цінних високоякісних (не забруднених бур'янами) органічних добрив. Поля, оброблені такими добривами, потребують значно меншого обсягу робіт через відмову від використання гербіцидів та зменшення кількості мінеральних добрив. Зважаючи на ці переваги, збереження і підвищення родючості українських чорноземів можливе лише за умов збільшення частки органічних добрив, що являють собою продукт переробки гноївки в процесі отримання біогазу.

Біогазові установки виконують роль ефективних очисних споруд, які зменшують хімічне і бактеріологічне забруднення ґрунту, води, атмосфери, і переробляють органічні відходи в нейтральні продукти.

### Біодизель та біоетанол

У області вирощуються перспективні сільськогосподарські культури та є альтернативні джерела рослинної біомаси для отримання біоетанолу та дизельного біопалива, використання яких підвищуватиме їх рентабельність виробництва.

Впровадження біологічних видів палива повинно розпочатися з аграрного сектору, який здійснюватиме як виробництво, так і використання біологічного палива з власної рослинної сировини. Це врегулює одразу такі проблеми: створить ринок збуту сільськогосподарської продукції, вирішить питання гарантованого забезпечення сільгоспвиробників паливом за стабільними цінами, зменшить залежність господарського комплексу області від імпортованих енергоносіїв та коливання цін на енергоносії на зовнішньому ринку, створить тисячі нових робочих місць та забезпечить розвиток села та його інфраструктури.

Розрахунки показують, що збільшення площі посівів ріпаку до 10% загальної площі, ріллі в області і переробка 75% отриманого врожаю на біопаливо дасть змогу розв'язати проблему стабільного постачання, в першу чергу, енергоресурсів аграрному сектору економіки за рахунок власного відновлювального джерела, що є більш екологічно безпечним для навколишнього середовища, ніж традиційне дизпаливо.

Для створення сировинної бази для виробництва дизельного біопалива необхідно освоїти енергозберігаючі технології вирощування сортів ріпаку, розширення площ вирощування ріпаку та підвищення його врожайності для збільшення обсягів виробництва дизельного біопалива, створення концентрованих зон вирощування ріпаку для приближення джерел виробництва дизельного біопалива.

Біоетанол може бути використаний як добавка до бензину в кількості до 6% і до дизельного палива в кількості 10 – 12%.

У області є значний потенціал для його виробництва на переоснащених спиртових і цукрових заводах області, яких в області 19 одиниць, і частина з яких простоє. При відсутності гарантованого збуту в області і державі в початковий період можна експортувати біоетанол, міжнародний ринок якого безмежний.

Одночасне розроблення безвідходних технологій виробництва біоетанолу і дизельного біопалива з використанням побічних продуктів сприятиме зниженню собівартості біопалив.

Впровадження технологій і устаткування з використання енергії доквілля для теплопостачання з використанням теплових насосів.

Основними джерелами низькопотенціальної скидної теплоти в області є промислові та промислово-комунальні стоки. Досвід провідних країн свідчить, що найбільш ефективним є використання теплової енергії стічних вод за допомогою теплових насосів. Потужні теплонасосні станції теплопостачання можуть розміщатися біля відвідних каналів очищених комунально-побутових вод. Можливим є створення окремих теплонасосних установок для утилізації теплоти умовно чистих стоків басейнів, спортивних комплексів та інших об'єктів побутового і промислового призначення.

Енергетичний потенціал низькопотенціальної енергії

Потенціал низькопотенціальної енергії стічних вод, тис.МВт.год/рік		
Загальний потенціал	Технічний потенціал	Доцільно економічний
744	376	141



## Енергетичний потенціал низькопотенціальної теплоти ґрунту та ґрунтових вод

Потенціал низькопотенціальної теплоти ґрунту та ґрунтових вод, тис.МВт. год/рік		
Загальний потенціал	Технічний потенціал	Доцільно економічний потенціал
3819	2728	194

Теплова енергія ґрунту та ґрунтових вод може використовуватися для обігріву та вентилявання приміщень. Відбір теплової енергії від ґрунту може здійснюватися за допомогою ґрунтових теплообмінників різних типів (так званих теплових pomp). Температура теплоносія у ґрунтовому теплообміннику становить від мінус 5 – 7 градусів Цельсія до плюс 10 – 12 градусів і придатною для виробництва теплоносія з температурою 40 – 70 градусів. Енергію ґрунту найчастіше можна використовувати в теплонасосних установках потужністю до 70-100квт для обслуговування окремих невеликих будинків садибного типу – в містечках і селах. Потенціал енергії ґрунту дозволяє повністю опалити всі будинки області.

Сумарний річний потенціал альтернативних джерел енергії Тернопільській області складає 597,5 тис.т.у. п.

Джерело	Енергетичний потенціал, тис. т. у. п.	Заміщення природного газу, млн. м. куб.
Солома злакових культур	250	215,5
Стебла качани кукурудзи на зерно	116	134,5
Біогаз з гною і органічних відходів	11,5	9,9
Біогаз станцій аерації і очисних споруд	10	7,8
Деревне паливо	40	34,8
Тверді побутові відходи	2	1,7
Торф	100	86,2
Теплота ґрунту та ґрунтових вод	68	58,6
Всього	597,5	549

Основними елементами механізму фінансування заходів передбачаються: державний бюджет, кошти приватних підприємств, кошти різних іноземних кредитно-фінансових установ, власні кошти фондів енергозбереження управлінських та виробничих структур (підлягають створенню по мірі поліпшення економіки), фонди місцевих органів державного управління.

Враховуючи проблеми розвитку альтернативної енергетики стан економіки, брак власних коштів підприємств, недостатню зацікавленість кредитних

установ у фінансуванні середньотермінових капіталовкладень, потреба в залученні коштів з державного бюджету є обов'язковою.

Конкретний набір фінансово-економічних важелів реалізації програми визначається умовами, в яких вони будуть здійснюватись, станом розвитку окремих підприємств, галузей і економіки країни в цілому, фінансовими можливостями держави.

Фінансування Програми передбачається здійснювати за рахунок коштів державного, місцевих бюджетів, інвестицій та інших джерел.

Загальний обсяг фінансування програми становить 1228239,0 тис. грн., в тому числі за рахунок коштів:

- державного бюджету – 654111,0 тис.грн.;
- обласного бюджету – 325,0 тис. грн.;
- коштів місцевих бюджетів – 56600,0 тис. грн.;
- коштів не бюджетних джерел – 517203,0 тис. грн.

Термін окупності пілотних проектів Програми складає в середньому від 2 до 5 років.

Строк виконання Програми – 2010 – 2014 роки.

Буде забезпечено досягнення в 2014 році обсягів заміщення традиційних ПЕР в розмірі 17,6 млн. т у.п./рік енергії, що загалом становитиме понад 4% технічно-досяжного енергетичног потенціалу альтернативних джерел енергії.

Загальні річні обсяги виробництва енергії за рахунок використання альтернативних джерел енергії на 2014 рік будуть еквівалентні 40 тис. т у.п./рік, що складе 8,5% від загального річного енергоспоживання традиційних ПЕР в області (1,64 млн. ту.п.).

У стратегії «Європейський вибір. Концептуальні засади стратегії економічного та соціального розвитку України на 2001-2011 рр. зазначено\* «Завданням стратегічної ваги є реалізація Комплексної державної програми енергозбереження. Реалізація державної

програми енергозбереження має стати одним ключових чинників технологічного переоснащення ВСІтф української економіки. Основна мета намічених перетворень – довести енергоемність української економіки до показників країн ЄС».

Відтак, з усвідомленням такої відповідальності, дозвольте висловити сподівання, що щорічне проведення таких пропагандистських заходів Вам, майбутнім активістам та професіоналам, вдасться знайти нові рішення, нові підходи, встановити нові контакти, що започаткують і дозволять впровадити у виробництво і соціальну сферу найбільш сучасні і ефективні засоби енергозбереження.

Бажаю Вам плідної праці, творчої атмосфери, справжніх ділових контактів, здоров'я та щастя.

УДК 621

Нагаченко С.І.

*Тернопільський національний технічний університет  
імені Івана Пулюя*

## **ЕНЕРГЕТИЧНИЙ АУДИТ, ЯК ПЕРШИЙ ЕТАП ВПРОВАДЖЕННЯ ЕНЕРГООЩАДНИХ ТЕХНОЛОГІЙ**

Глобальні енергетичні проблеми, окрім пошуку та розроблення нових ефективних та екологічно чистих джерел енергії, вимагають організації оптимального управління розвитком та експлуатацією існуючих систем виробництва, розподілу та споживання паливно-енергетичних ресурсів. Вирішення цих питань є неможливим без функціонування єдиної системи енергетичного аудиту та впровадження системи енергетичного менеджменту.

Системи енергетичного аудиту з наступним впровадженням системи енергетичного менеджменту є однією із форм реалізації державної політики з енергоефективності та енергоощадності.

Енергетичний аудит – це комплексне енергетичне обстеження організації, що включає: збір вихідних даних, складання балансів споживання та розподілу енергії, аналізу фінансової та технічної інформації, виявлення нерациональних витрат, розробку енергозберігаючих заходів та визначення ефекту від їх впровадження.

Мета енергетичного аудиту – оцінити ефективність використання паливно-енергетичних ресурсів і розробити ефективні заходи для зниження їх витрат.

Правовою основою діяльності енергоаудиторів є Закон України «Про енергозбереження», «Тимчасове положення про порядок проведення енергетичного обстеження та атестації спеціалізованих організацій на

право його проведення», затверджене наказом № 49 від 12 травня 1997 року зі змінами, внесеними згідно наказу НАЕР № 92 від 15.06.2007 та «Положення про порядок організації енергетичних обстежень», затверджене наказом № 27 від 9 квітня 1999 року зі змінами, внесеними наказом НАЕР № 92 від 15.06.2007.

Існує безліч способів проведення енергетичного аудиту і вибір одного з них залежить від наступних факторів:

- кваліфікації енергоаудиторів;
- асортименту вимірювальних приладів;
- технічного завдання, розробленого спільно із замовником.

Результатом робіт з енергоаудиту є науково-дослідний продукт, оформлений у вигляді технічного звіту. Зміст звіту, в основному, залежить від технічного завдання, поставленого замовником, нормативних вимог та у загальному випадку містить наступне:

- короткий опис стану зовнішніх огорожувальних конструкцій будівель і споруд та енергетичного господарства підприємств та організацій;
- перелік і технічні характеристики енергоустаткування;
- результати інструментальних вимірювань, в тому числі тепловізійної зйомки;
- характеристику роботи існуючих систем споживання енергії з наданням відповідних графіків, діаграм і таблиць, де відображені режими споживання і виробництва енергії, результати розрахунків енергетичних балансів, питомі теплові витрати;
- визначенням класу енергетичної ефективності будівель та виготовлення енергетичних паспортів;
- технологічні та адміністративні заходи з ефективного використання паливно-енергетичних ресурсів

та техніко-економічні розрахунки, рекомендації із впровадження системи енергетичного менеджменту;

- порівняльні характеристики роботи енергетичних систем до і після впровадження заходів;

- список посилальних документів і використовуваної літератури.

Енергетичний аудит за об'єктами проведення робіт можна розділити на два види:

– простий (експрес-обстеження) (проводиться в короткі терміни: 2 – 4 тижні). Переваги такого обстеження – швидкий результат, що дозволяє з'ясувати фактичний стан підприємства в сфері економії ресурсів і найбільш перспективні напрямки для проведення детального обстеження;

– комплексний (повний), що передбачає енергетичне обстеження за всіма видами енергоносіїв з проведенням інструментальних вимірювань. Термін проведення 4 – 12 тижнів.

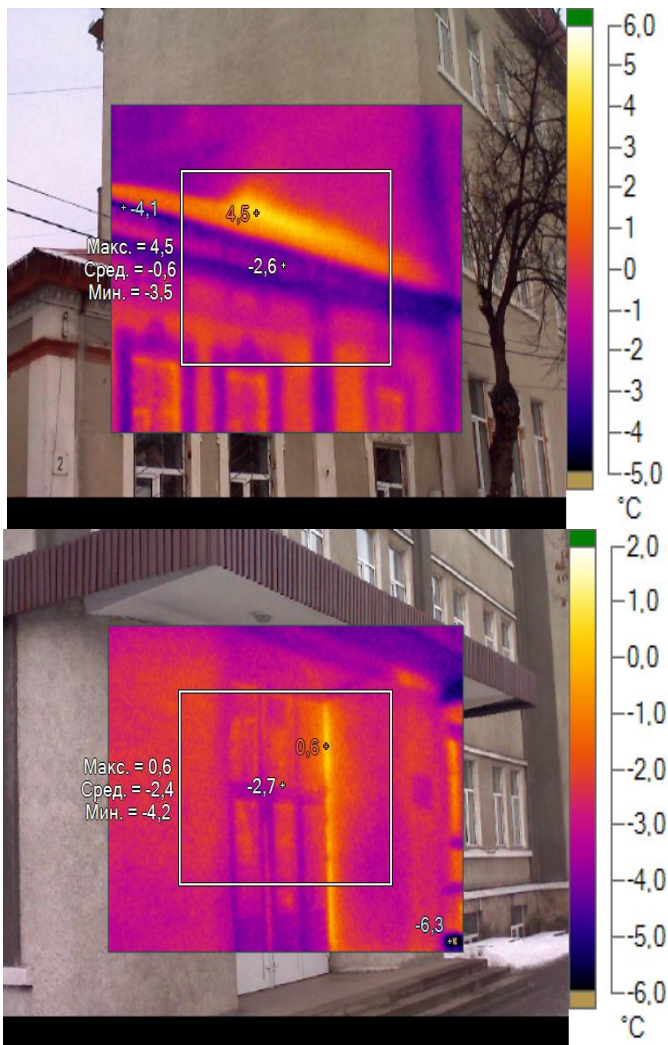
За термінами проведення енергетичний аудит поділяють на первинний, черговий і позачерговий.

Одним з важливих етапів енергетичного аудиту є проведення тепловізійного обстеження.

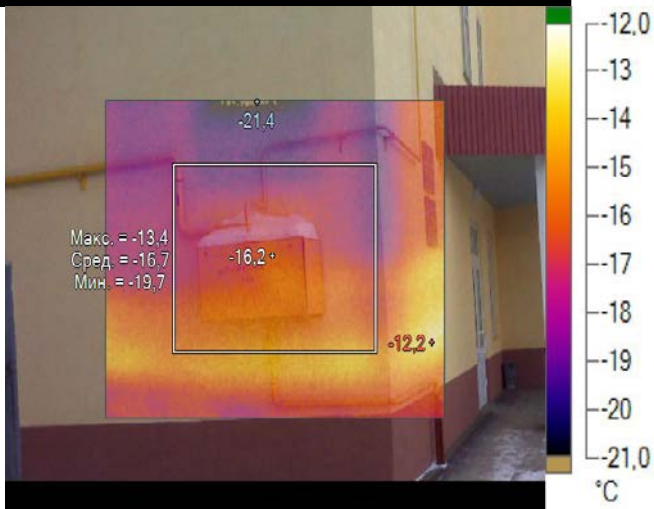
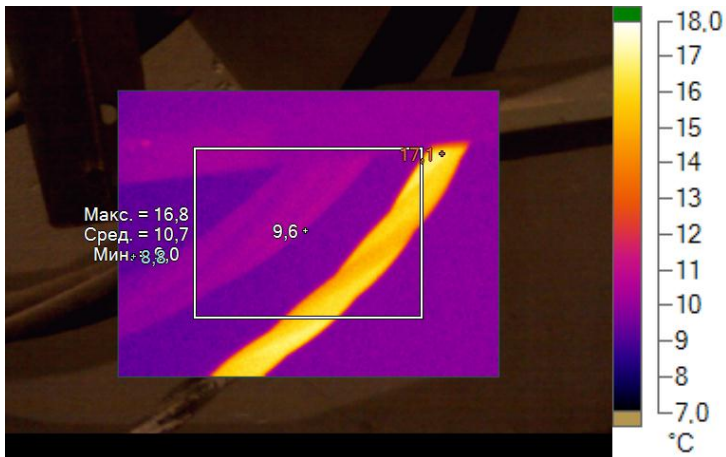
Метод тепловізійного обстеження – зйомка об'єкту (будівлі, споруди, їх елементів або елементів систем інженерного забезпечення) в інфрачервоних променях.

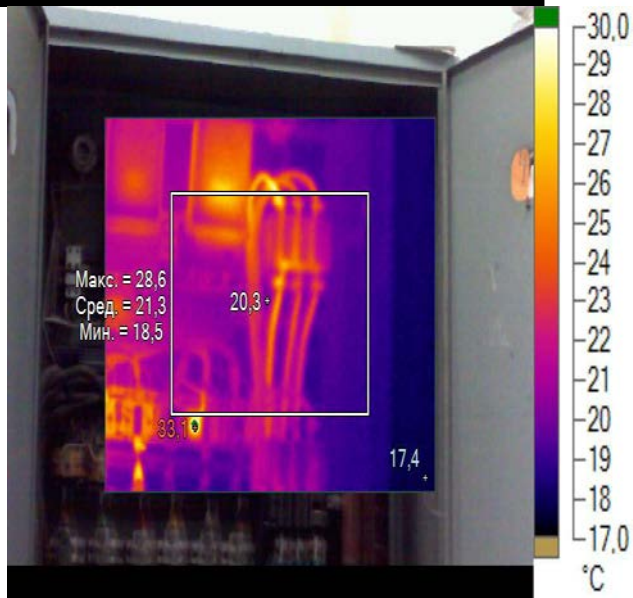
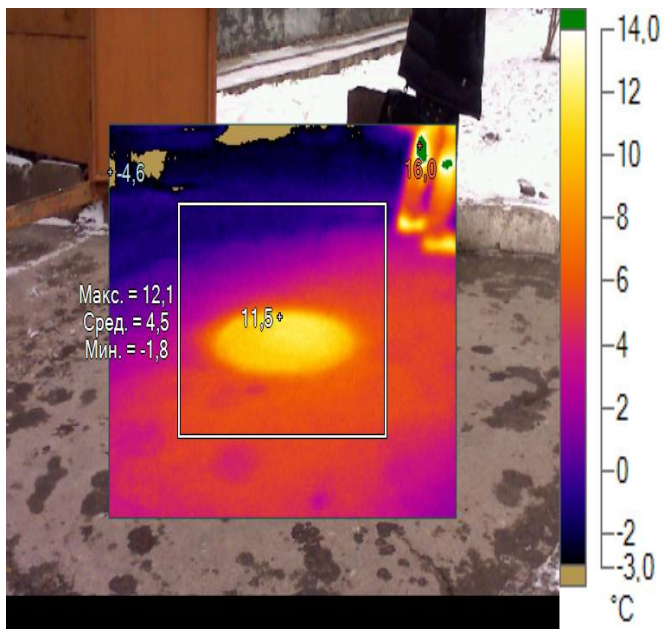
Тепловізійне обстеження об'єктів – є ефективним способом виявлення дефектів на ранній стадії, скорочення витрат на технічне обстеження і виявлення дефектів. Тепловізорна діагностика будівель, котельень, теплових станцій дозволить виявити витіки тепла, заміряти температуру в будь-якій точці зображення та отримати термограми.

Для прикладу, приведено результати зйомки елементів даху і входних дверей корпусу № 2, зовнішньої стіни і щитової корпусу № 9, люка теплових мереж ТНТУ.









УДК 537

Нагаченко М.А.

## **ЕЛЕМЕНТИ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ТА ЕНЕРГООЩАДНОСТІ У ШКІЛЬНОМУ КУРСІ ФІЗИКИ**

Основним завданням вивчення елементів енергоефективності та енергоощадності у шкільному курсі фізики є виховання майбутнього свідомого та відповідального споживача паливно-енергетичних ресурсів, ознайомлення з глобальними енергетичними проблемами, пошуком та розробленням нетрадиційних джерел енергії, привернення уваги до раціонального використання та управління енергоресурсами.

Уроки з енергоефективності та енергоощадності висвітлюються у простій і доступній формі з залученням наглядних матеріалів (фільми, таблиці, схеми, вимірювальні прилади, макети).

Уроки на тему «Використання відновлювальних джерел енергії».

Зміст.

1. Термінологія та визначення понять (урок 1,2).
2. Класифікація відновлювальних джерел енергії та принцип їх роботи (уроки 3 – 6).
3. Підсумкове заняття (урок 7).

1.Терміни та визначення понять (урок 1).

На цьому уроці приділяється увага вивченню термінології з енергоефективності та енергоощадності та їхнього значення. Таких як: теплопровідність, теплоізолятор, енергоощадність (енергозбереження), втрати енергії, первинна енергія, енергоносій, питома витрата паливно-енергетичних ресурсів, раціональне використання паливно-енергетичних ресурсів і. т.д. Наприклад: ефективне використання енергетичних

ресурсів – досягнення економічно виправданого мінімуму використання енергетичних ресурсів при існуючому рівні техніки і технологій та дотримання вимог екології для досягнення виробничої і соціальної мети.

2. Класифікація відновлювальних джерел енергії та принцип їх роботи (уроки 3 – 6).

Всі енергетичні ресурси на Землі, що є продуктами прямої дії Сонця, можна розділити на два види: такі, що акумулюються природою, і в основному не відновлювальні, і такі, що не акумулюються, але постійно відновлюються. До першої групи належать: нафта, вугілля, торф, сланці, підземні гази, а також термоядерна і ядерна енергія. До другої – сонячне випромінювання, вітер, потоки рік, морські хвилі і припливи, внутрішнє тепло Землі.

На цих уроках демонструються таблиці: потенціальні запаси джерел енергії на Землі (запаси у фізичних величинах), розподіл променевої енергії Сонця, результати діяльності Сонця, схеми роботи сонячного колектора, сонячної електростанції, теплового насоса. Розглядаються переваги та недоліки відновлювальних джерел енергії у порівнянні з традиційними, наводяться приклади їх використання в побуті та промисловості. Наприклад: Теплова система, що працює на основі сонячного колектора, складається з таких основних частин:

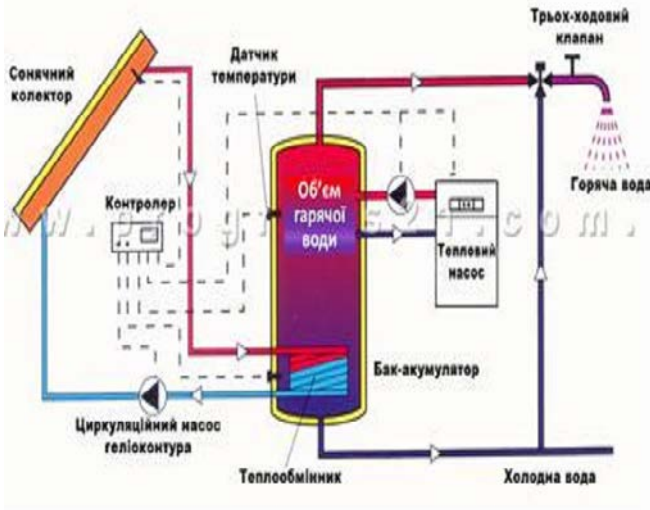
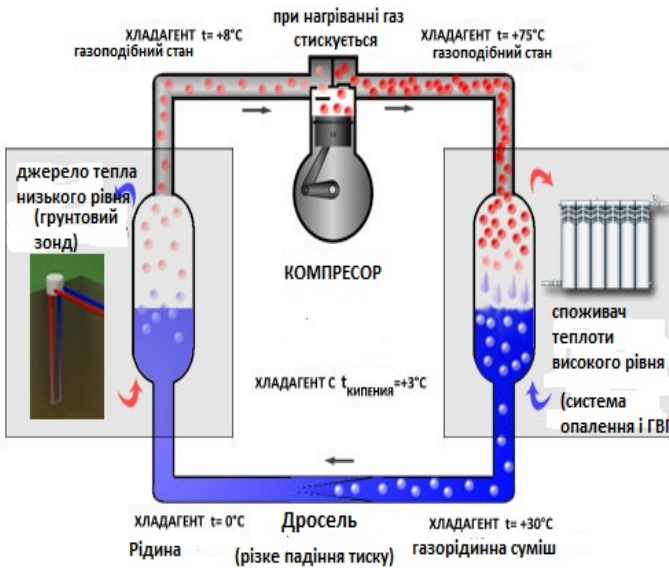
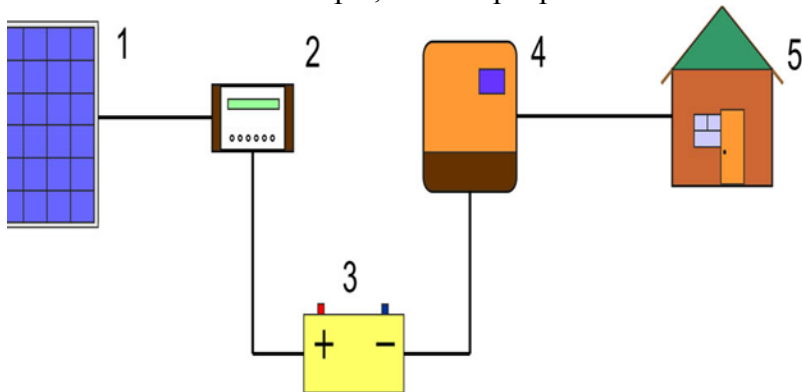


Схема роботи теплового насоса:



### Схема автономної сонячної електростанції:

1 – сонячні панелі, 2 – контролер заряду, 3 – акумуляторні батареї, 4 – інвертор



### 3. Підсумкове заняття (урок 7)

На підсумковому занятті проводиться презентація учнями розробленого енергоефективного заходу з використанням відновлювального джерела енергії для впровадження у будинку (квартирі) кожного учня. Учень демонструє схему роботи установки, орієнтовну вартість впровадження та економічний ефект від впровадження.

У заключному слові вчитель наголошує про глобальні енергетичні проблеми, необхідності пошуку, розроблення нових ефективних та екологічно чистих джерел енергії та важливість теми енергоефективності та енергоощадності у шкільному курсі фізики.

УДК 621.382

Філюк Я.О., Андрійчук В.А., Коваль В.П.  
*Тернопільський національний технічний університет  
імені Івана Пулюя*

## **ЕНЕРГООЩАДНІ ОСВІТЛЮВАЛЬНІ УСТАНОВКИ З АВТОНОМНИМ ЖИВЛЕННЯМ**

Анотація: розглянута енергоощадна автономна система живлення освітлювальної установки на основі сонячної батареї в якості основного джерела, та акумулюючі батареї, як вторинне джерело і світлодіоди в якості джерела освітлення. Ця система представлена в якості альтернативи для віддалених населених пунктів та доріг. Проведено аналіз характеристик акумулюючих систем.

Сьогодні людство все частіше стикається з проблемою генерації енергії та її раціональним використанням. Енергозберігаючі технології перебувають на стадії революційного розвитку. Сучасна наука, зокрема фізика твердого тіла, принципово змінює підходи до цієї проблеми. Революційним проривом є використання для освітлення світлодіодів у поєднанні з живленням від акумульованої сонячної енергії.

Сонячні енергетичні системи і пристрої дозволяють здійснювати ефективно генерування електричної енергії, завдяки природнім, практично не вичерпним можливостям світлового випромінювання Сонця із найменшим впливом на екологічний стан довкілля.

Дана проблема є актуальною для віддалених від електромереж об'єктів, а також для тимчасових об'єктів. В системах автономного живлення найчастіше використовують для отримання електроенергії такі сонячні батареї: монокристалічні сонячні батареї (ККД 16% – 19%), полікристалічні сонячні батареї

(ККД 14% – 16%) і тонкоплівкові сонячні батареї (ККД 6% – 9%). Для накопичення електроенергії і використання в темну пору доби використовуються акумулюючі елементи різного типу, їх характеристики наведені на рис. 1.

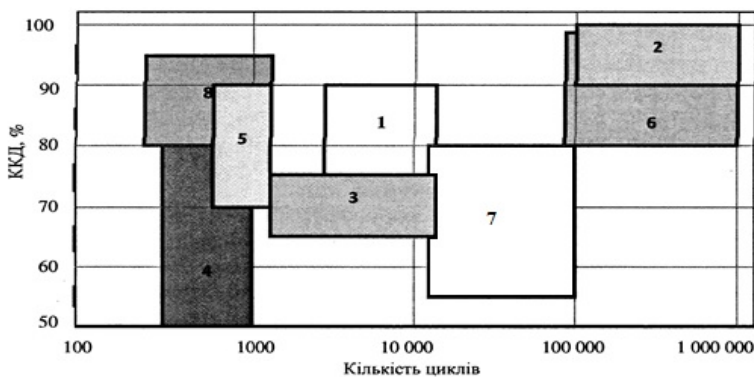


Рис. 1. Порівняльні характеристики акумулюючих систем  
1 – стиснуте повітря; 2 – суперконденсатори;  
3 – електрохімічні генератори;  
4 – свинцево-кислотні; 5 – Ni-Cd; 6 – маховики; 7 – паливні  
комірки; 8 – Li-ion

На сьогодні широко використовуються Li-ion акумулюючі батареї, але найбільшої популярності набувають суперконденсатори, оскільки вони мають найбільшу кількість циклів заряду/розряду, високий ККД – 99%, а також високий температурний діапазон від  $-40^{\circ}\text{C}$  до  $60^{\circ}\text{C}$ . Але поряд із великою кількістю переваг суперконденсатори мають один недолік, який впливає на їхню роботу, а саме високий саморозряд. Так за час від 1 с. до 1000 с. напруга на клеммах суперконденсатора падає на 10 – 30% (рис. 2 крива 1). Але при тривалій витримці суперконденсатора при постійній напрузі 2,5В саморозряд через це становить лише 2 – 5%. Це явище зумовлено



більш повним зарядом системи, що робить її стабільнішою.

Для енергоефективного освітлення віддалених населених пунктів, автомобільних доріг, які не підключенні до електромережі з використання автономних систем освітлення на основі сонячних батарей найефективніше підходять сучасні світлодіодні джерела світла, оскільки вони працюють на постійному струмі (не потребують додаткових інвертуючих пристроїв), яку запасують акумуляуючі системи у світлу пору доби. А також, вони економні, мають низьке енергоспоживання, ККД до 96%, термін служби до 20 років безперервної роботи, стійкі до багаторазових включень/виключень.

Отже, аналізуючи характеристик акумуляуючих систем, можна зробити висновки, що найбільш ефективними для використання в автономних системах освітлення є: суперконденсатори та Li-ion акумуляуючі елементи. А також, підключення даних акумуляуючих елементів у паралельну роботу для збільшення терміну служби Li-ion акумуляторів.

Бібліографічні посилання

1. Изотов В.Ю., Громадський Д.Г., Малетін Ю.А., Моделирование та розрахунок робочих параметрів суперконденсатора // Наукові вісті. НТУУ «КПІ». – 2006. – № 6 (62). – С. 114 – 118.

УДК 504.621.311.243

Г.П. Химич

*Тернопільський національний технічний університет  
імені Івана Пулюя*

## **СОНЯЧНА ЕНЕРГІЯ – АЛЬТЕРНАТИВА ТРАДИЦІЙНІЙ ЕНЕРГЕТИЦІ**

Характерною прикметою сучасної енергетики України є рух в напрямку розвитку екологічно чистої енергетики на основі нетрадиційних та відновлювальних джерел енергії

- Ще в 1992 році в Ріо-де-Жанейро (Бразилія) та в 1997 в Кіото (Японія) 183 країни підписали Конвенцію по клімату, в тому числі і Україна. Це означає, що зміна клімату Землі є загальнонародна проблема!

- Екологічні збитки, які наносяться використанням невідновлювальних органічних енергоносіїв (вугіль, нафта, мазут) і ядерне паливо, а також швидке вичерпання цих енергоресурсів, обумовлюється нагальною необхідністю в переведенні генерації електроенергії на відновлювальні, екологічно чисті джерела.

- Відновлювальні джерела енергії (ВДЕ) – це ті запаси, які поновлюються природнім шляхом, перш за рахунок поступаючого на поверхню Землі потоку енергії сонячного випромінювання, і є практично невичерпними запасами.

В напрямі використання ВДЕ в теперішній час іде вся світова енергетика, особливо в таких країнах як Німеччина, США, Іспанія, Швеція, Данія, Японія та др. Вони планують в першій половині 21 століття збільшити долю ВДЕ в загальному енергобалансі до 20 – 50%. Європейське співтовариство передбачає до 2010 року подвоїти частини відновлювальних джерел енергії в загальному енергоспоживанні – з 6% до 12%. Дивує

стрімкий розвиток ВДЕ в Німеччині, де тільки в сфері використання сонячної енергетики зайнято 30 000 людей і річний обіг засобів 2 млрд. євро. Аналогічно в Данії, Іспанії, Швеції, Фінляндії, Австрії. Не зупиняючись перед існуючими труднощами економічного характеру, Україна в даний час по рівню освоєння ВДЕ займає одне з перших місць серед країн СНД і є всі перспективи для оптимістичних прогнозів її подальшого розвитку: до 2010 року будуть змонтовані вітроагрегати загальною потужністю 2 млн. кВт. В теперішній час працюють 8 ВЕС в Криму, які вже виробили біля мільярда кВт·год електроенергії.

Розподіл енергетичного потенціалу по території України створено на основі інформаційно-аналітичної системи по наступних напрямках освоєння:

- енергія вітру,
- сонячна енергія,
- енергія малих рік,
- енергія біомаси,
- геотермальна енергія,
- енергія доквілля та скритий енерготехнологічний потенціал,
- нетрадиційне паливо.

▪ В результаті обробки статистичних метеорологічних даних по надходженню сонячної радіації визначено питомі енергетичні показники з надходження сонячної енергії та розподіл енергетичного потенціалу сонячного випромінювання для кожної з областей України.

▪ Середньорічна кількість сумарної сонячної радіації, що поступає на 1 кв.м поверхні, на території України знаходиться в межах: від 1070 кВт.год/кв.м в північно-західній частині України до 1400 кВт.год/кв.м і вище в АР Крим.

▪ Потенціал сонячної енергії в Україні є достатньо високим для широкого впровадження як тепло-

енергетичного, так і фотоенергетичного обладнання практично в усіх областях. Термін ефективного експлуатування геліоенергетичного обладнання в південних областях України – 7 місяців (з квітня по жовтень), в північних областях 5 місяців (з травня по вересень). Фотоенергетичне обладнання може достатньо ефективно експлуатуватися на протязі всього року.

- В кліматометеорологічних умовах України для сонячного теплопостачання ефективним є застосування плоских сонячних колекторів, які використовують як пряму, так і розсіяну сонячну радіацію. Концентруючі сонячні колектори можуть бути достатньо ефективними тільки в південних регіонах України.

- Достатньо високий рівень готового до серійного виробництва та широкий діапазон можливого застосування в Україні обладнання сонячної теплової енергетики показує, що для масштабного впровадження і отримання значної економії паливно-енергетичних ресурсів необхідно лише підвищення зацікавленості виробників до випуску великих партій такого обладнання.

- Перетворення сонячної енергії в електричну енергію в умовах України слід орієнтуватись в першу чергу на використання фотоелектричних пристроїв. Наявність значних запасів сировини, промислової та науково-технічної бази для виготовлення фотоелектричних пристроїв може забезпечити сповна не тільки потреби вітчизняного споживача, але и представляти для експортних поставок більше двох третин виробленої продукції.

- Приведені енергетичні показники з надходження сонячної радіації є базовими при впровадженні сонячного енергетичного обладнання і рекомендуються до використання в першу чергу проектувальниками об'єктів сонячної енергетики для вибору типу обладнання (сонячні теплові, фотоелектричні установки) та для встановлення їх

оптимальної потужності і терміну ефективного експлуатування обладнання в конкретній місцевості.

Сумарний річний потенціал сонячної енергії на території України.

№ п/п	Області	Потенціал сонячної енергії, МВт.год/рік		
		Загальний потенціал ( $\times 10^9$ )	Технічний потенціал ( $\times 10^7$ )	Доцільно- економічний потенціал ( $\times 10^5$ )
1	Вінницька	30,8	14,8	2,3
2	Волинська	21,8	10,5	1,6
3	Дніпропетровська	37,6	18	2,8
4	Донецька	33	15,8	2,5
5	Житомирська	32,3	15,5	2,4
6	Закарпатська	15,5	7,5	1,2
7	Запорізька	34,8	16,7	2,6
8	Івано-Франківська	16,4	7,9	1,2
9	Київська	31,5	15,5	2,40
10	Кіровоградська	28,8	13,8	2,2
11	Луганська	34	16,3	2,5
12	Львівська	25,4	12,2	1,9
13	Миколаївська	32,5	15,6	2,4

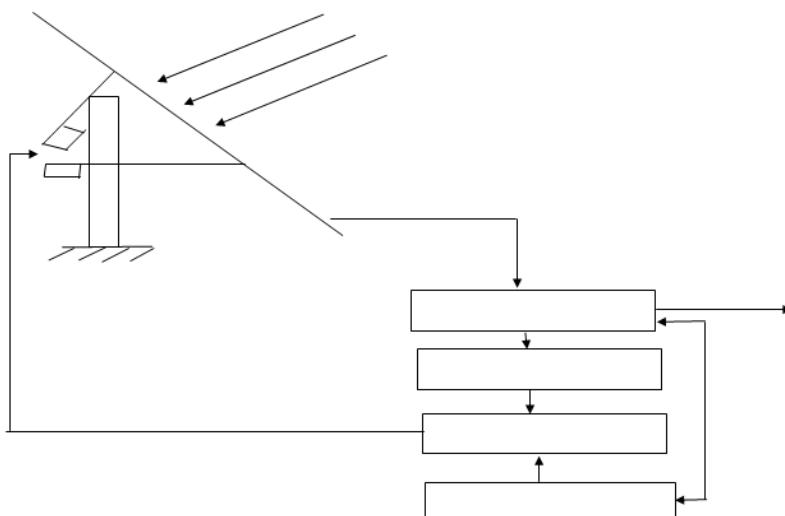
№ п/п	Області	Потенціал сонячної енергії, МВт.год/рік		
		Загальний потенціал ( $\times 10^9$ )	Технічний потенціал ( $\times 10^7$ )	Доцільно- економічний потенціал ( $\times 10^5$ )
14	Одеська	45,4	21,8	3,4
15	Полтавська	31,9	15,3	2,4
16	Рівненська	21,8	10,5	1,6
17	Сумська	26	12,5	2
18	Тернопільська	16,3	7,8	1,2
19	Харківська	35,4	17	2,7
20	Херсонська	38,4	18,4	2,9
21	Хмельницька	24,3	11,6	1,8
22	Черкаська	24,2	11,6	1,8
23	Чернівецька	9,6	4,6	0,7
24	Чернігівська	34,2	16,4	2,6
25	АР Крим	36,5	17,5	2,7
	<b>ВСЬОГО</b>	<b>718,4</b>	<b>345,1</b>	<b>53,8</b>



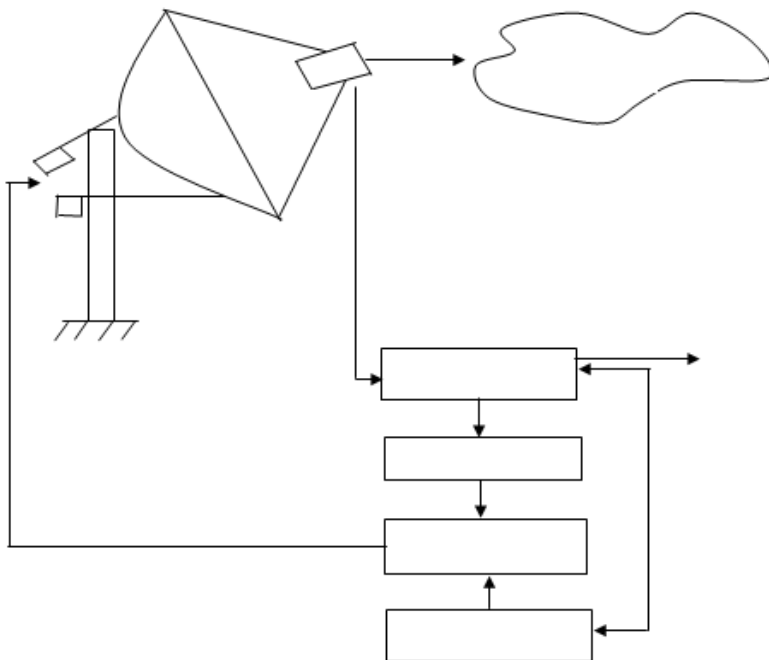
### Типова схема фотоелектричної системи



Геліюстановка 1



## Геліоустановка 2





УДК 336

Химич І.Г.

*Тернопільський національний технічний університет  
імені Івана Пулюя*

## **ФІНАНСОВО-ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ ТА ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ В УКРАЇНІ**

Анотація. Розглянуто необхідність розвитку технологій енергозбереження та енергоефективності в Україні в сучасних економічних умовах. Досліджено та проаналізовано стан енергозбереження та енергоефективності. Обґрунтовано основні бар'єри енергозбереження та енергоефективності.

Потенціал розвитку технологій енергозбереження та підвищення енергоефективності в усіх сферах людської життєдіяльності можна порівняти в цілому з потенціалом приросту економічних показників усіх первинних енергетичних виробництв та ресурсної бази. Адже, енергоємність будь-якої економіки має будуватися на паритетах купівельної спроможності.

Використання потенціалу енергозбереження в глобальному державному масштабі вирішує проблематику забезпечення економічного зростання зацікавленої держави.

Лідерами з досліджень, практичного використання та впровадження технологій енергозбереження та енергоефективності залишаються: Японія, США та Європейський Союз.

Потрясіння недавньої глобальної економічної кризи (нестача енергії) стало одним з ключових факторів стримування економічного зростання багатьох країн, що розвиваються, в тому числі й в Україні (рис. 1) [4; 5].

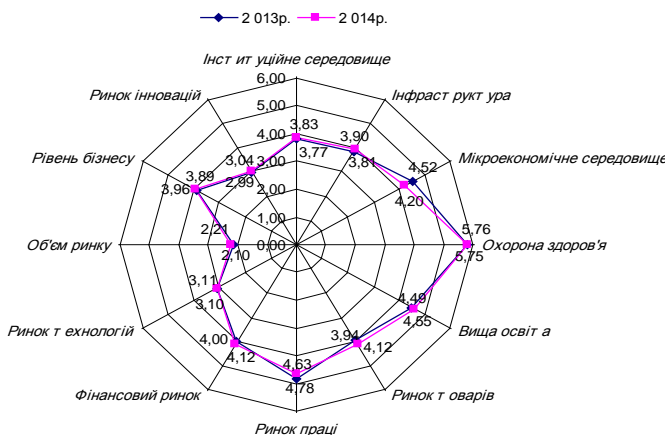


Рис. 1. Динаміка найважливіших складових конкурентоспроможності України за 2013 – 2014 роки

Оцінка виробництва, експорту та споживання електроенергії в Україні за 2014 рік подано в табл. 1 [2; 3].

Таблиця 1

Оцінка виробництва, експорту та споживання електроенергії в Україні за 2014 рік

Показники	Грудень 2014 р.	По відношенню до грудня минулого року		3 початку 2014 р.	По відношенню до відповідного періоду минулого року	
		+ / -	%		+ / -	%
<b>ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЯ (млн. кВт/год)</b>						
Виробництво	16686,3	-1863,5	90,0	181944,7	-11619,7	94,0
Експорт	274,9	-470,6	36,9	8052,8	-1817,9	81,6
Споживання (нето)	12157,7	-951,4	92,7	134653,0	-6854,4	95,2
<b>ВУГІЛЛЯ (тис. тонн)</b>						
Видобуток	3448,3	-4090,3	45,7	64995,3	-18702,2	77,7
- у т. ч. коксівного	593,2	-1479,2	28,6	16139,3	-7585,2	68,0
- енергетичного	2855,1	-2611,1	52,2	48856,0	-11117,0	81,5
Споживання вугілля	2962,2	-791,4	78,9	31562,1	-6177,6	83,6

Матеріали науково-практичного семінару  
«Міжнародний інвестиційний форум – виставка з  
енергоефективності та енергоощадності 2015»

НАФТА (тис. тонн)						
Видобуток нафти з газовим конденсатом*	221,0	-22,3	90,8	2 728,9	-247,2	91,7
- у т. ч. НАК «Нафтогаз України»*	195,7	-20,7	90,4	2 421,1	-252,6	90,6
Поставка нафти на НПЗ України	30,9	-261,0	10,6	2 173,5	-1 117,7	66,0
- у т. ч. імпорт нафти	0,0	-80,0	0,0	305,2	-368,9	45,3
Переробка нафтової сировини на НПЗ України та Шебелинському ГПЗ	196,7	-136,4	59,1	2 625,6	-851,4	75,5
Видобуток нафти з газовим конденсатом*	221,0	-22,3	90,8	2 728,9	-247,2	91,7
Виробництво нафтопродуктів:						
- бензину	18,0	-61,3	22,7	586,8	-384,4	60,4
- дизельного пального	9,5	-73,3	11,5	566,1	-411,5	57,9
- мазуту	5,3	-74,6	6,6	380,2	-263,9	59,0
Споживання нафтопродуктів**:						
- бензину	232,1	-89,8	72,1	3165,5	-819,4	79,4
- дизельного пального	368,7	-102,3	78,3	5259,4	-687,9	88,4
- мазуту	15,8	-5,7	73,5	136,4	-55,1	71,2
Транзит нафти	1153,7	-181,9	86,4	15012,6	-564,6	96,4
ГАЗ (млн. м <sup>3</sup> )						
Видобуток газу*	1727,2	35,1	102,1	20170,0	822,5	104,3
- у т. ч. НАК «Нафтогаз України»*	1423,7	-3,6	99,7	16855,0	-157,5	99,1
Споживання газу	5642,4	-1037,2	84,5	42465,0	-7892,6	84,3
Імпорт газу	1517,0	-788,4	65,8	19466,0	-8508,4	69,6
Транзит газу	4296,8	-4634,1	48,1	62197,0	-23928,7	72,2

Примітка: \* – без урахування ПАТ «ДАТ «Чорноморнафтогаз»;

\*\* – за даними Державної служби статистики.

Основні показники, що відображають стан розрахунків за електричну енергію на розрібному й оптовому ринках показано в табл. 2 [1].

Таблиця 2  
Показники стану оплати за електроенергію в ОРЕ  
за 2014 р. – 7 міс. 2015 р.

Показники оплати за електроенергію в ОРЕ	Одиниці виміру	2014 рік	Січень 2015 р.	Липень 2015 р.	7 місяців 2015 р.
Рівень оплати споживачами	%	94,3	75,6	98,3	92,8
Рівень оплати облэнерго в ОРЕ	%	94	80,3	99,8	92,4
Рівень оплати ОРЕ Генкомпаніям та імпорту	%	96,4	72,1	92,1	87,9
Приріст заборгованості споживачів	млн. грн.	5200	2461	161	1900
Приріст заборгованості облэнерго перед ОРЕ	млн. грн.	6700	2112	147	5863
Приріст заборгованості ОРЕ перед ГК	млн. грн.	–	3025	852	8819
Борг споживачів на кінець періоду	млн. грн.	18654	21115	20933	20933
Борг облэнерго на кінець періоду	млн. грн.	22097	24210	27961	27961
Борг ОРЕ перед ГК на кінець періоду	млн. грн.	17261	20287	26080	26080

Інформація про стан розрахунків споживачів з енергопостачальними компаніями за спожиту електричну енергію відображена в табл. 3 [1].

Таблиця 3  
Стан розрахунків за спожиту електричну енергію  
за 7 міс. 2015 р.

Споживачі	Відпущено	Оплачено		Заборгованість на кінець періоду	Приріст/Зниження заборгованості з початку року
		млн. кВт/год	млн. грн.		
Всього по Україні	61514	62448	92,8	20888	1856
в тому числі:					
1. Промисловість	25142	33358	93,0	11205	1388
всього, в тому числі					
- вугільна	2058	1697	54,3	8983	<b>999</b>
- металургійна	14775	19420	96,8	1140	37
- хімічна	733	901	86,5	480	133
- машинобудівна	1690	2338	93,3	567	121
- газова	350	528	100,4	-7	-2
- інша	5536	8474	98,7	42	100
2. Залізниця	8	14	116,1	17	-2
3. Сільгоспспоживачі	1312	2038	99,9	84	-11
4. Житлокомунгосп	4759	4049	70,9	6681	833
в т.ч. водоканали	1868	1487	53,1	5253	816

Матеріали науково-практичного семінару  
«Міжнародний інвестиційний форум – виставка з  
енергоефективності та енергоощадності 2015»

5. Підприєм. та організ. державного бюджету	1557	1870	92,8	247	109
6. Підприєм. та організ. місцевого бюджету	1480	1998	95,8	197	-3
7. Населення (без урах. пільг та субсидій)	19492	7255	95,9	2941	-520
8. Інші споживачі	7766	11866	99,1	-484	62
в тому числі:					
- населення (пільги)	230	308	86,5	119	33
- населення (субсидії)	92	192	87,3	58	27

Як наведено в табл. 3, основними неплатниками є вугільна промисловість та підприємства ЖКГ (водоканали, теплокомуненерго). Їхня частка в загальній заборгованості споживачів складає 75%. Виведення непідконтрольній Україні території поза облік споживання практично не змінило загальної картини оплати по цим групам споживачів. Стає зрозумілим, що не населення, як стверджується, а саме ці три групи споживачів здатні вщент зруйнувати систему оплати за енергоносії [1].

Серед бар'єрів, що стримують розвиток енергозбереження та енергоефективності виступають такі, як:

- 1) недостатня мотивація, в тому числі, з боку державних структур;
- 2) недостатня інформаційна підтримка;

3) недостатній досвід з фінансування проектів енергозбереження;

4) недостатня організація та координація дій з впровадження вже готових рішень.

Такий суттєвий бар'єр, як недолік технологій, на сьогоднішній день, істотно знівельований, в тому числі, за рахунок інвестицій з боку економічно розвинених країн.

На даний момент ринок має і пропонує досить широкий вибір енергоефективного обладнання, енергозберігаючих матеріалів, а також ряд консультаційних послуг з питань енергозбереження та енергоефективності, створюється міцна інфраструктурна база.

Недолік енергії стає одним з істотних факторів у стримуванні економічного зростання держав в реаліях сучасності. Темпи зниження енергоемності економіки в умовах відсутності скоординованої та організованої державної політики щодо енергоефективності можуть різко сповільнитися. Результатом може стати ще більший динамічний ріст попиту на споживані енергоресурси для внутрішнього ринку країни.

У цих випадках потрібно здійснювати прагматичний комплексний підхід для підвищення енергоефективності на різних рівнях держави. Адже, на сьогоднішній день енергозбереження займає одну з ключових позицій в розвитку та економіці ринків споживчих послуг й ресурсів [5].

Список використаних джерел:

1. Всеукраїнська Енергетична Асамблея. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://uaea.com.ua>.

2. Державна служба статистики України. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.ukrstat.gov.ua>.

3. Міністерство енергетики та вугільної промисловості України. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://mpe.kmu.gov.ua>.

4. Фонд «Ефективне управління»: Звіт про конкурентоспроможність регіонів України 2014. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.feg.org.ua/ua/reports/ukraine/2014>.

5. Ecoenergy. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://ecoenergy.dilovamova.com>.



УДК 620.9

Г.П. Химич, О.П. Колісник  
*Тернопільський національний технічний університет  
імені Івана Пулюя*

## **ЕНЕРГОЕФЕКТИВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

Територія ТНТУ – 9,1 га;  
навчальних корпусів – 11;  
3 гуртожитки – 3;  
будівель допоміжного призначення – 8;  
загальною площею 44,7 тис м. кв.

На балансі університету:

- 8 автономних котелень, що опалюють навчальні корпуси (Опалювальні модулі Бернад МН -120, Україно-Французького виробництва фірми Укрінтерм)
- 2 трансформаторних підстанції сумарною потужністю 760 кВА.

Всі навчальні корпуси та гуртожитки університету стовідсотково обладнані лічильниками обліку споживання електроенергії, природного газу, води, теплової енергії.

Розгалужена система трубопроводів:

- водопостачання – 1050 м;
- газопостачання – 730 м;
- теплопостачання – 880 м;
- кабельних ліній електропостачання – 3600 м.



Рисунок 1.1. – Корпус № 10



Рисунок 1.2. – Корпус № 7

Упродовж 2012 – 2013 року (станом на 1.11.2013) власними силами виконано наступні види робіт:

- замінено 58 засувок та кранів на сантехмережах і проведено профілактичний ремонт на теплових вузлах систем опалення;

- відремонтовано та теплоізолювано 480 м внутрішніх теплотрас гуртожитків та навчальних корпусів;

- замінено 78 радіаторів опалення у навчальних корпусах та гуртожитках;

- відремонтовано систему тепlopостачання н.к. № 3;

- замінено 840 м внутрішніх електромереж з електроарматурою;

- повірено лічильники обліку теплової енергії, лічильників обліку газу;

- встановлено 340 нових люмінесцентних світильників, в т.ч. 50 світлодіодних.

*На загальну суму 210 тис. грн.*

- замінено 10 електролічильників у навчальних корпусах (9,5 тис. грн.);

- встановлено 13 лічильників води класу “С” та замінені 340 м водогінних труб на пластмасові (165 тис. грн.);

- у навчальних корпусах замінено 101 віконних блоки на енергозберігаючі (120 тис. грн.);

- виконано капітальний ремонт фасаду навчального корпусу № 9, що значно зменшило втрати тепла (340 тис. грн.);

- проведено повірку газових лічильників (8 шт.);

- встановлено 2 коректори обліку газу з дистанційним зняття інформації (16 тис. грн.);

- підготовлено 8 автономних котелень навчальних корпусів до опалювального сезону.

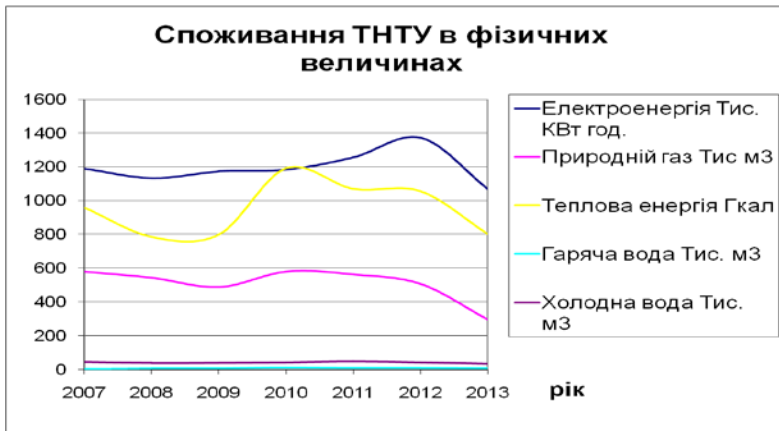
Завдяки заходам з економії енергоресурсів за 2012 р. заощаджено 288,8 тис. грн. у порівнянні з 2011 р.;

- завдяки енергоощадним заходам протягом січня-лютого 2013 р. заощаджено коштів на оплату за газ, воду, тепло та електроенергію на суму 706 тис. грн.

Споживання енергоресурсів та води підрозділами ТНТУ 2007-2013 рр.							
	рік						
	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013*
Електроенергія, тис. кВт тис. грн.	1189,806 388,674	1134,366 530,255	1174,588 632,327	1183,797 702,179	1258,1 859,76	1375,1 1069,8	1072,1 860,11
Природний газ, тис. м3 тис. грн.	581,722 571,963	544,725 799,62	490,279 1214,514	581,514 1579,754	565,3 1957,1	508,85 2335,3	296,9 1350,4
Теплова енергія, Гкал тис. грн.	959 111,406	786 98,593	801 124,482	1194 216,7	1070,5 254,41	1056,1 406,36	802,72 256,51
Абонплата по т. н., тис. грн.	54,959	88,806	107,929	66,18			
Гаряча вода, тис. м3 тис. грн.	6,363 59,494	6,965 72,293	9,287 125,07	12,164 183,798	9,598 172,36	11,309 189,17	7,269 126,71
Холодна вода, тис. м3 тис. грн.	48,164 118,161	40,161 136,132	41,474 179,927	44,68 187,604	49,453 246,732	44,445 248,056	35,556 199,076
Всього, тис. грн.	1304,657	1725,699	2384,249	2936,215	3490,362	4248,686	2792,806

\* - 10 місяців 2013 р.





УДК 553.981

О.П. Колісник

*Тернопільський національний технічний університет  
імені Івана Пулюя*

## **ПЕРСПЕКТИВИ ВИДОБУТКУ СЛАНЦЕВОГО ГАЗУ В УКРАЇНІ**

Дефіцит енергії, корисних копалин, складність видобутку корисних копалин, збільшення цін на енергоресурси – все це змушує людство шукати альтернативні джерела енергії. В світі буде спостерігатися ріст використання різних видів палива (рис. 1, де  $M$  – маса корисних копалин). Основними корисними копалинами, які використовуються як джерела енергії на Україні, є газ, вугілля, нафта. На жаль, їхній видобуток є економічно не вигідним. Більш ніж півстолітній видобуток природного газу на Україні призвів до вичерпання значної кількості запасів (завдяки легкості видобутку, малій глибині залягання). Тому виникла необхідність використання інших джерел енергії, в тому числі і сланцевого газу.

Поклади сланцевого газу в Україні не були використані, оскільки не були відомі технології видобутку, точні запаси, не існувало устаткування, яке б дозволило з достатнім економічним ефектом видобувати сланцевий газ. В той же час у розвинутих країнах світу сланцевий газ вже давно видобувається. На цей час новітні технології видобування сланцевого газу, розроблені в США, спричинили революційні зміни на світовому енергетичному ринку. Вже сьогодні за сукупними обсягами видобування газу США випередили Росію і практично відмовились від імпорту північно-африканського та близькосхідного скрапленого газу.

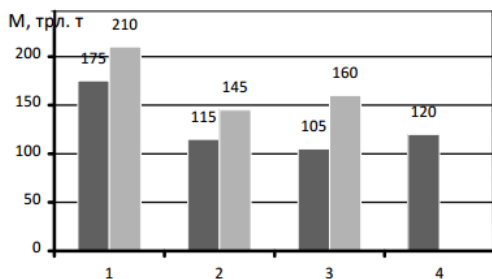


Рисунок 1. – Динаміка використання різних видів палива в світі за період 2005 – 2030 рр.: 1 – нафта; 2 – вугілля; 3 – газ; 4 – загальний приріст

Сланцевий газ (англ. natural shale gas) являє собою природний газ, складається переважно з метану, найпростішого вуглеводню, з хімічною формулою  $CH_4$ , який залягає в сланцевих пластах – гірських породах з характерним пошаровим розміщенням мінералів. За різними оцінками експертів потенційні запаси сланцевого газу в Україні становлять від 2 до 30 трлн  $m^3$ , що складає близько 8 % від загального об'єму загального світового запасу сланцевого газу. Найбільш перспективними для розробки вважаються родовища, наведені на рис. 2 [2, 3].

Основні характеристики та питомі показники вартості первинних енергоресурсів України представлені в таблиці.

Енергоносії	Запаси	Калорійність, ккал/кг	Вартість видобутку, млн грн
Вугілля	34153 млн т	6150–7600	7,6
Нафта	658 млн т	11000	13,2
Природний газ	4244 млрд $m^3$	9000	12,89
Сланцевий газ	2,5 трлн $m^3$	7000–8000	18,2



Рисунок 2. – Основні родовища сланцевого газу в Україні по областях: 1 – Львівська; 2 – Івано-Франківська; 3 – Тернопільська; 4 – Дніпропетровська; 5 – Донецька

Технологія видобування сланцевого газу складається із трьох головних етапів: вертикального буріння свердловин до місця розташування газоносного пласта (від 1 до 4 км), горизонтального буріння вздовж газоносного пласта і гідравлічного розриву газоносного пласта в радіусі декількох сотень метрів навколо магістрального горизонтального каналу (рис. 3).

Підбір хімічного складу гідравлічного розчину, який використовується у розриві породи, залежить від фізико-хімічної характеристики газоносного пласта. Однак найбільш поширеним є такий склад гідравлічного розчину: 98% водо-піскової суміші та 2% спеціальної токсичної хімічної речовини. В Україні, за даними експертів, газоносні пласти залягають на глибині близько 2,5–4 км, отже, вихід технічної породи на одному кластері становитиме близько 1350 м<sup>3</sup> або 4725 м<sup>3</sup> на 1 км<sup>2</sup>. Досвід видобування сланцевого газу в США показує, що дебіт одної свердловини може становити близько 79,3 тис. м<sup>3</sup> на день. Однак він постійно скорочується впродовж перших



п'яти років експлуатації. Середній вік одної свердловини становить близько 7 років, після чого видобування газу стає економічно невиправданим.



Рисунок 3. Схема технологічних етапів видобутку сланцевого газу: 1 – вертикальне буріння; 2 – горизонтальне буріння; 3 – гідравлічний розрив.

Економічна ефективність різних видів первинних енергоресурсів наведена на рис. 4. Провівши лінійну апроксимацію даних, наведених в таблиці, ми отримали залежності питомих показників вартості первинних енергоресурсів:

$$F_1(x) = 0,011 \cdot x + 0,072; \quad F_2(x) = 8,441 \cdot 10^{-3} x + 0,087;$$
$$F_3(x) = 0,025 \cdot x + 0,020; \quad F_4(x) = 7,462 \cdot 10^{-3} x + 0,017.$$

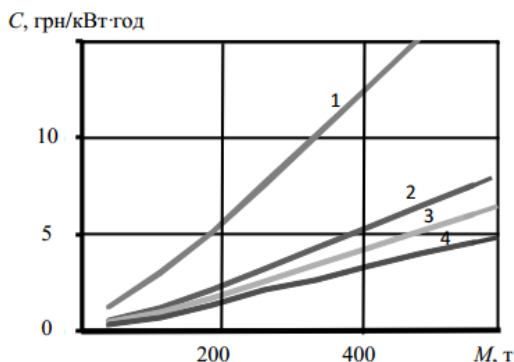


Рисунок 4. – Залежність питомих показників вартості первинних енергоресурсів: 1 – вугілля; 2 – нафта; 3 – природний газ; 4 – сланцевий газ

З графіка видно, що вартість сланцевого газу найменша і його видобуток є економічно вигідним.

Економічну ефективність первинних енергоресурсів можна розрахувати, визначивши кількість тепла, отриманого при спалюванні 1 кг твердого, рідкого, або 1 м<sup>3</sup> газоподібного палива, що відповідає отриманню 1 ккал (4,19 кДж) тепла [4]. Для первинних енергоресурсів найбільш важливими характеристиками палива є вища Q<sub>В</sub> та нижча Q<sub>Н</sub> температури спалювання, які зв'язані між собою співвідношенням

$$Q_{В} = Q_{Н} + k(W + 9H),$$

де k – коефіцієнт, що дорівнює 25 кДж/кг (6 ккал/кг); W – кількість води в спалюваній речовині, % за масою; H – кількість водню в спалюваній речовині, % за масою.

На практиці для визначення теплоти спалювання користуються нижчою температурою спалювання Q<sub>Н</sub> енергоносія, яка відповідає кількості тепла, отриманого

при повному спалюванні палива без урахування теплоти конденсації водяного пару. Нижчу теплоту спалювання  $Q_H$  (кДж/м<sup>3</sup> сланцевого газу) визначають за об'ємним складом і відомою теплотою спалювання компонентів за формулою, запропонованою Д.І. Менделєєвим:

$$Q_H = 358C_{H_4} + 640C_{C_2H_6} + 915C_{C_3H_8} + 1190C_{C_4H_{10}} + 1465C_{C_5H_{12}} + 126,5CO + 107,5H_2 + 234 H_2S,$$

де  $C_{H_4}$ ,  $C_{C_2H_6}$ ,  $C_{C_3H_8}$ ,  $C_{C_4H_{10}}$ ,  $C_{C_5H_{12}}$ ,  $CO$ ,  $H_2$ ,  $H_2S$  – складові природного газу, відповідно метан, етан, пропан, бутан, чадний газ, водень, сірководень.

Теплоту спалювання  $Q_c$  сланцевого газу можна визначити також по вуглецевому показнику  $n$  за допомогою лінійних залежностей [4]:

$$Q_B = 29307,6n + 10048,32; Q_H = 29307,6n + 10048,32.$$

Першочергову увагу треба звернути на поглиблене вивчення екологічних аспектів видобування сланцевого газу з метою своєчасного розроблення адекватних механізмів контролю та запобігання техногенних аварій у місцях розробки запасів сланцевого газу [5]. До головних екологічних загроз, що будуть пов'язані з видобуванням газу в обсязі 10 млрд м<sup>3</sup> на рік, можна віднести:

недотримання правил поведінки з хімічними речовинами та порушення технологій виконання бурових робіт, що може спричинити потрапляння отруйних речовин у природні резервуари питної води, ґрунтові та поверхневі води навколо місць розробки газу;

накопичення у ґрунтових водах важких металів та органічних хімікатів, природних радіоактивних матеріалів;

зростання обсягів використання технічної води в районах розробки родовищ та відсутність інфраструктури утилізації значних обсягів технічної рідини (5 – 10 млн м<sup>3</sup>

для 3000 свердловин), що відкачуватиметься із свердловин газу перед початком їх експлуатації;

необхідність утилізації значних обсягів технічної породи в районах видобування сланцевого газу (близько 700 тис. м<sup>3</sup>);

на підготовчому етапі під час облаштування близько 3 тис. свердловин, призначених для видобування 10 млрд м<sup>3</sup> газу в Україні, сукупні викиди СО<sub>2</sub> від транспортних робіт в атмосферу становитимуть не менш ніж 600 млн т;

міграція та неконтрольовані викиди сланцевого газу після гідравлічного розриву породи, потрапляння його у водозабірні системи комунального водогосподарства прилеглих територій.

Як бачимо, проблеми є досить суттєвими, їх подолання потребуватиме значних фінансових витрат та організаційних зусиль усіх рівнів влади. Оскільки видобуток будь-якого виду викопних корисних копалин супроводжується великим ризиком для здоров'я, необхідно дотримуватися правил техніки безпеки.

За різними оцінками експертів масштабне видобування сланцевого газу в Україні може розпочатись не раніше 2015 – 2020 рр. Отже, ще є час для врахування усіх специфічних питань, пов'язаних з розробкою цього виду нового палива. Звичайно, існують і фінансові ризики, тому розвиток нової галузі видобування цього виду газу в Україні повинен стати справою фондів та приватних інвесторів. Основним завданням уряду країни є сприяння залученню цих інвестицій та створенню нових робочих місць в галузі, законодавче регулювання та організація прозорих і конкурентних умов діяльності міжнародних компаній, які готові вкладати кошти у цей бізнес з дотриманням вимог екологічного законодавства України.

### Бібліографічні посилання:

1. М.І. Сергієнко, інж., І.О. Ополінський, студ. Вісник НТУУ «КПІ». Серія «Гірництво». – 2011. – Вип. 21.
2. Айзенверг Д.Е. Геология и нефтегазоносность Днепровско-Донецкой впадины. Стратиграфия / Д.Е. Айзенверг, О.И. Берченко, Н.Е. Бражникова // Наук. думка, 1988. – 234 с.
3. Гавриш В.К. Геология и нефтегазоносность Днепровско-Донецкой впадины. Глубинное строение и геотектоническое развитие / В.К. Гавриш, Г.Д. Забелло, Л.И. Рябчун // Наук. думка, 1989. – 245 с.
4. Кнорре Г.Ф. Теория топочных процессов / Г.Ф. Кнорре, К.М. Арефьев, А.Г. Блох // М. – Энергия, 1966. – 492 с.
5. Дикань В.Л. Основы экологии и природопользования / В.Л. Дикань, А.Г. Дейнека, Л.А. Позднякова, И.Д. Михайлов, А.А. Каграманян. – Харьков: ООО «Олант», 2002. – 384 с.

УДК 553.981

С.І. Нагаченко, О.П. Колісник  
*Тернопільський національний технічний університет  
імені Івана Пулюя*

## **ЕНЕРГЕТИЧНИЙ АУДИТ – ОСНОВА ЕНЕРГООЩАДНОСТІ**

Енергетичний аудит (енергетичне обстеження) – обстеження підприємств, організацій і окремих виробництв з точки зору їх енергоспоживання з метою визначення можливостей економії енергії та допомоги підприємству в здійсненні економії на практиці шляхом упровадження механізмів енергетичної ефективності, а також з метою впровадження на підприємстві системи енергетичного менеджменту.

Головна мета енергоаудиту:

– оцінити ефективність використання паливно-енергетичних ресурсів і розробити ефективні заходи для зниження витрат підприємства

– надання допомоги в розробці науково обґрунтованих норм та нормативів питомих витрат;

– розробка заходів з ефективного використання енергоресурсів та їх фінансова оцінка;

– «Неможливо керувати тим, що неможливо виміряти»;

– «Вимірювання приносять мало користі без аналізу»;

– «Щоб отримати результати, потрібні дії».

Загальними об'єктами енергетичного аудиту є:

– підприємства, господарські об'єкти, організації, установи;

– системи електро-, тепло-, паливо-, водопостачання, суб'єкти господарювання;

- виробниче та технологічне обладнання;
- технологічні процеси;
- діяльність і звітність суб'єкта господарювання у сфері енергозбереження;
- технічна і технологічна документація суб'єкта господарювання;
- відомчі нормативні документи у сфері енергозбереження;
- норми та нормативи споживання ПЕР;
- система енергетичного менеджменту суб'єкта господарювання;

Завдання енергоаудиту:

- аналіз рівня ефективності використання ПЕР, порівняння фактичних витрат ПЕР з діючими нормами та нормативами, а також підготовки рекомендацій щодо зменшення фактичних витрат ПЕР;
- аналіз витрат ПЕР у собівартості продукції;
- аналіз енергоспоживання в окремих технологічних процесах, підрозділах та за типами обладнання;
- аналіз витрат ПЕР на об'єкті енергоаудиту;
- перевірка функціонування (впровадження) системи енергетичного менеджменту;
- формування переліку шляхів та засобів економії витрат ПЕР на об'єкті;
- розроблення заходів з енергозбереження з їх техніко-економічним обґрунтуванням.

Проблеми енергетичного аудиту:

- Перша проблема – інформації про енергетичний аудит вкрай мало, а відсутність професійної літератури призвела до відсутності чіткого уявлення керівників підприємств щодо суті самого терміну «енергетичний аудит». Часто аудиторів сприймають як ревізорів, а звідси і поява психологічного бар'єру.

– Друга проблема – більшість керівників мають вельми розмите уявлення щодо реальних можливостей енергетичного та ресурсного збереження потенціалу власних підприємств. Розмовляючи з таким керівником енергоаудитор наštтовхується на нерозуміння доцільності проведення енергетичного обстеження підприємства. Більшість з них переконані, що енергозбереження закінчується на проведенні реконструкції чи заміни старого обладнання на нове, сучасне і більш ефективне.

– Третя проблема – певні труднощі фахівцям, які проводять енергетичний аудит створює відсутність у більшості підприємств обліку ресурсів, особливо в теплоенергетичному господарстві. Аудиторам доводиться з самого початку обстеження проводити колосальний об'єм робіт для з'ясування фактичного стану справ з споживанням енергетичних ресурсів на підприємстві. Іноді буває, що на підприємстві відсутні такі елементарні дані як теплові навантаження будівель, потужностей генеруючого і тепло-, газорозподільного обладнання.

– Четверта проблема – в нашій країні практично відсутня державна підтримка в напрямку фінансування енергоефективних проєктів, не розвинута заохочувальна система за реальне збереження енергетичних ресурсів. Особливо гостра ця проблема для державних підприємств, які в першу чергу потребують проведення енергетичного аудиту і впровадження енергоефективних технологій.

– Енергетичний аудит можна розділити на два види. Перший - діагностичний експрес-аудит (проводиться в короткі терміни: 2-4 тижні). Переваги такого обстеження - швидкий результат, що дозволяє з'ясувати фактичний стан підприємства в сфері економії ресурсів і найбільш перспективні напрямки для проведення детального обстеження.

– Другий варіант – комплексний аудит, що передбачає енергетичне обстеження з проведенням



інструментальних вимірів, аналіз виробництва, транспортування і споживання всіх видів енергоносіїв та розробку заходів направлених на енергозбереження як елементарних так і масштабних з відповідними фінансовими затратами. Термін проведення 4-12 тижнів.

– Серед «плюсів» енергетичного обстеження є те, що енергоаудит це дуже гнучкий інструмент. В залежності від необхідності можливо проводити аудит окремих систем (електропостачання, теплопостачання, водопостачання і т.д.).

– Метод тепловізійного обстеження – зйомка об'єкту (будівлі, споруди, їх елементів або елементів систем інженерного забезпечення) в інфрачервоних променях.

– Тепловізорне обстеження об'єктів – є ефективним способом виявлення дефектів на ранній стадії, скорочення витрат на технічне обстеження і виявлення дефекту. Ми використовуємо тепловізорне обстеження, як один з елементів енергетичного аудиту.

– Тепловізорна діагностика котельних і теплових станцій дозволить виявити витоки тепла, заміряти температуру в будь-якій точці зображення та отримати термограми устаткування і трубопроводів; визначити дефекти цегельної кладки; провести моніторинг, тестування і наладку режимів горіння казанів, печей та іншого устаткування.

УДК 553.981

С.І. Нагаченко, О.П. Колісник  
*Тернопільський національний технічний університет  
імені Івана Пулюя*

## **ЗАПРОВАДЖЕННЯ ЕНЕРГЕТИЧНОГО МЕНЕДЖМЕНТУ В НАВЧАЛЬНИХ ЗАКЛАДАХ ТА УСТАНОВАХ**

Мета та завдання енергоменеджменту.

Глобальні енергетичні проблеми, окрім пошуку та розроблення нових ефективних та екологічно чистих джерел енергії, вимагають організації оптимального управління розвитком та експлуатацією існуючих систем виробництва, розподілу та споживання паливно-енергетичних ресурсів (ПЕР). Впровадження системи енергетичного менеджменту та функціонування єдиної системи енергетичного аудиту забезпечують вирішення цих питань.

Служба енергоменеджменту, як одна із форм реалізації державної політики з енергоефективності та енергозбереження, є частиною загальної системи управління навчальними закладами та установами відділу освіти Гусятинської РДА (надалі – навчальними закладами та установами) основним завданням якої є управління ефективністю споживання ПЕР.

Закладами та установами, для забезпечення діяльності, використовуються холодна вода та наступні основні види ПЕР:

- теплова енергія;
- електрична енергія;
- природний газ;
- вугілля;
- альтернативні джерела енергії.

Для спрощення, під ПЕР будемо розуміти перераховані види енергетичних ресурсів та холодну воду.

Впровадження служби енергетичного менеджменту полягає у формуванні професійних управлінських механізмів, спрямованих на забезпечення раціонального використання ПЕР шляхом здійснення обліку, контролю, планування, нормування та аналізу витрат ПЕР, проведення внутрішніх енергетичних аудитів (енергетичних обстежень), впровадження енергозберігаючих заходів, здійснення моніторингу та коригувальних дій у сфері енергоефективності та енергозбереження, а також інформування, стимулювання та навчання персоналу навчальних закладів та установ.

Запровадження служби енергетичного менеджменту спрямоване на забезпечення ефективної реалізації державної політики підвищення ефективності використання ПЕР та економії бюджетних коштів за спожиті енергоносії, а також створення відповідних коригувальних механізмів, а в подальшому і оцінювання того, наскільки ці механізми виявляються ефективними в закладах та установах.

Підвищення енергоефективності можливо досягти за рахунок реалізації системи цілеспрямованих організаційних і технічних заходів.

Управління раціональним використанням ПЕР повинно проводитись на всіх стадіях виробництва (за наявності власних котелень, генеруючих потужностей, тощо), розподілу (розподільчі мережі, що є на балансі закладів та установ) й споживання, включаючи комплексне оптимальне вирішення технічних, економічних й екологічних проблем, пов'язаних з цими процесами.

Головною метою впровадження енергоменеджменту в закладах та установах є: скорочення витрат закладів за рахунок зниження видатків на паливно-енергетичні та інші ресурси. При цьому енергоменеджмент

має являти собою ефективно (результативно) та стабільно працюючу систему, що забезпечує вирішення головної мети.

Порядок створення служби енергоменеджменту

Роботи з запровадження енергетичного менеджменту в закладах та установах освіти повинні починатися з призначення компетентного фахівця на посаду енергоменеджера (енергоменеджерів за напрямками) відділу освіти. Це не усуває потреби в існуючих фахівцях, службах і підрозділах, що відповідають за використання енергетичних та інших ресурсів, а скоріше вносить більш чітку спрямованість у вирішення питань раціонального їх використання. Енергоменеджер повинен мати прямий доступ до керівництва відділу освіти і користуватися повною його підтримкою. Енергоменеджер повинен підпорядковуватися начальнику відділу освіти.

Введення посади енергоменеджера повинно бути закріплено наказом начальника відділу освіти з подальшим розробленням «Положення про службу енергоменеджменту» та посадових інструкцій фахівців.

За поданням керівників (директорів) навчальних закладів та установ (школи, дитячі садки, інші) та погодженням енергоменеджера наказом керівника відділу освіти чи керівника навчального закладу призначаються фахівці з енергетичного менеджменту у кожному навчальному закладі (установі). Фахівці з енергетичного менеджменту навчального закладу підпорядковуються директору закладу або заступнику директора з адміністративно-господарської діяльності, на яких і покладена відповідальність за використання ПЕР.

Затвердженням Положення «Про службу енергоменеджменту» («Про організацію робіт з енергозбереження») та укладанням контрактів з її співробітниками закінчується організаційний етап. Тільки

після цього й починається нормальна робота служби енергоменеджменту.

Аналіз результатів слід проводити за 1, 3, 6, 9 та 12 місяців, і на його підставі слід вносити відповідні зміни до форм і методів роботи служби енергоменеджменту.

Першочерговими завданнями фахівців з енергоменеджменту на етапі становлення (0,5...1) року від моменту її створення) є:

1. Створення бази даних про геометричні та теплотехнічні характеристики будівель та споруд установи, фізичні та електротехнічні параметри освітлювального, опалювального, електромеханічного та іншого обладнання.

2. Проведення енергетичний аудит (самоаудит) закладу, складання енергетичних паспортів будівель та розроблення заходів з ефективного використання ПЕР (в. т. ч. і без затратні чи мало затратні).

3. Проводити щоденний моніторинг споживання ПЕР, температурних режимів і режимів повітрообміну в навчальних класах та інших приміщеннях, температури зовнішнього повітря і щоденно (наприклад, до ранкової наради) доводити до відома керівництва інформацію щодо:

- фактичних рівнів питомих витрат ПЕР;
- результатів аналізу та рекомендації щодо зниження питомого енергоспоживання.

4. Розробити карти енергоспоживання (теплові, електричні баланси) будівель та споруд і за допомогою цього виявити основних споживачів енергоресурсів та з'ясувати «вузькі місця».

5. Поетапно відлагодити систему обліку та контролю за енергоспоживанням (результатами роботи).

Першочерговими завданнями енергоменеджерів служби енергоменеджменту відділу освіти на етапі становлення (0,5...1) року від моменту її створення) є:

1. Забезпечувати на систематичній основі надання інформації з питань енергоресурсозбереження керівництву для вироблення управлінських дій.

2. Брати участь у налагодженні та вдосконаленні процесу бюджетування закладів освіти.

3. Організувати розроблення фахівцями енергоощадних заходів, здійснювати впровадження та контроль за їх реалізацією.

4. Здійснювати контроль за якістю ПЕР, що їх отримує заклад від постачальників з відповідною корекцією по рівню оплати (вирішується під час укладання договорів на постачання енергоресурсів).

5. Проводити щотижневі робочі зустрічі з фахівцями з енергоменеджменту та щомісячні, щоквартальні й щорічні наради з керівництвом цих закладів і основних служб відділу освіти.

6. Планувати потреби в енергоресурсах навчальних закладів та установ.

7. Здійснювати контроль та аналіз енергоспоживання навчальними закладами.

#### Функціонування системи енергоменеджменту

1. Система енергетичного менеджменту (СЕМ) є частиною загальної системи управління, що складається з організаційної структури, запланованих заходів, обов'язків, методів, процедур, процесів, а також ресурсів для розроблення, реалізації, аналізу та перегляду положень політики в сфері енергоресурсозбереження.

2. Метою роботи СЕМ є безперервне покращання як рівня ефективності використання на підприємстві ПЕР, так і, власне, самої системи енергоменеджменту. Головним завданням системи енергоменеджменту є прагматичне прагнення зменшення витрат підприємств, установ та організацій на паливно-енергетичні ресурси.

3. Система енергоменеджменту ґрунтується на відомому з менеджменту циклі «Plan – Do – Check – Act»

(«планування – виконання – перевірка – корекція»), що його інколи називають «колесо (цикл) Едуарда Демінга». Від самого початку керівництво підприємства визначає політику в сфері енергоресурсозбереження. На закінчення циклу керівництво оцінює ефективність СЕМ та здійснює необхідні зміни.

4. Цикл «Plan – Do – Check – Act» визначає порядок здійснення вдосконалень, та не є тільки циклом, а являє собою спіраль. Таким чином після закінчення кожного циклу організація (СЕМ) опиняється на якісно новому рівні. Схему «спіралі системи енергоменеджменту» наведено на рис. 2. Ця схема акцентує увагу на безперервності СЕМ, оскільки розвиток будь-якої системи відбувається по спіралі.

На рис. 3 наведено схему функціонування енергоменеджменту, як системи управління.

Найважливішими моментами СЕМ є:

політика в сфері енергоресурсозбереження;  
планування (техніко-економічні аспекти, законодавчі та інші вимоги, цілі та задачі, програма управління діяльністю в сфері енергоресурсозбереження, а інколи також і природоохоронною діяльністю);

впровадження та функціонування (розподіл обов'язків, навчання, обмін інформацією, документація, контроль документообігу, оперативний контроль, готовність до надзвичайних (аварійних) ситуацій та здатність їх ліквідувати);

перевірка та внесення коригуючих змін (власне, моніторинг та кількісне оцінювання, невідповідність – внесення змін – превентивні заходи, облік, перевірка СЕМ);

аналіз роботи СЕМ, що періодично здійснюється керівництвом з метою безперервного її покращання.

Надзвичайно важливим моментом функціонування системи енергоменеджменту є безперервне її покращання.

Досягненню мети та виконання завдань, беручи участь в реалізації конкретних енергоощадних заходів.

Для кожного закладу освіти структура системи управління енерговикористанням є різною. Тому впровадження енергоменеджменту необхідно проводити враховуючи суттєву відмінність навчальних закладів та установ, що зумовлена:

структурою самого закладу або установи та кількістю дітей (учнів), науково-педагогічного та обслуговуючого персоналу;

кількістю та типами споруд, що знаходяться в складі закладу або установи (учбові корпуси, гуртожитки, їдальні, тощо).

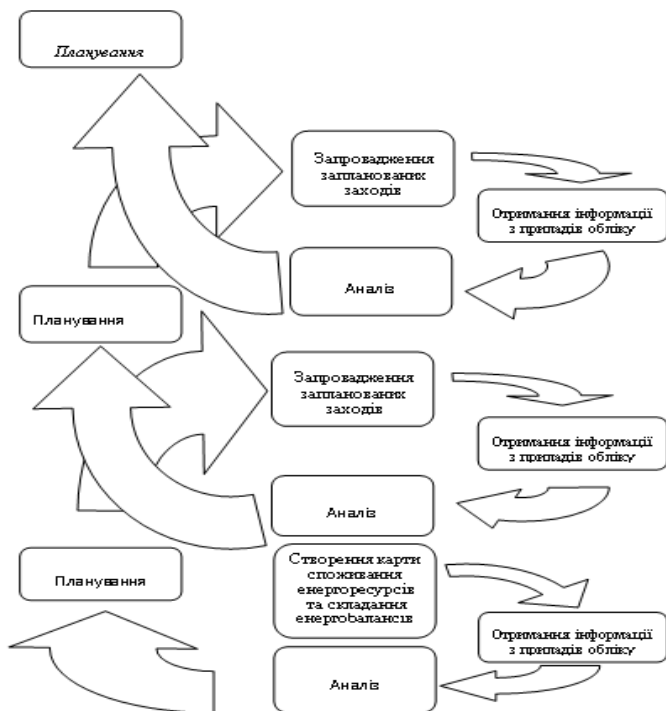


Рисунок 1. – Спіраль системи енергоменеджменту



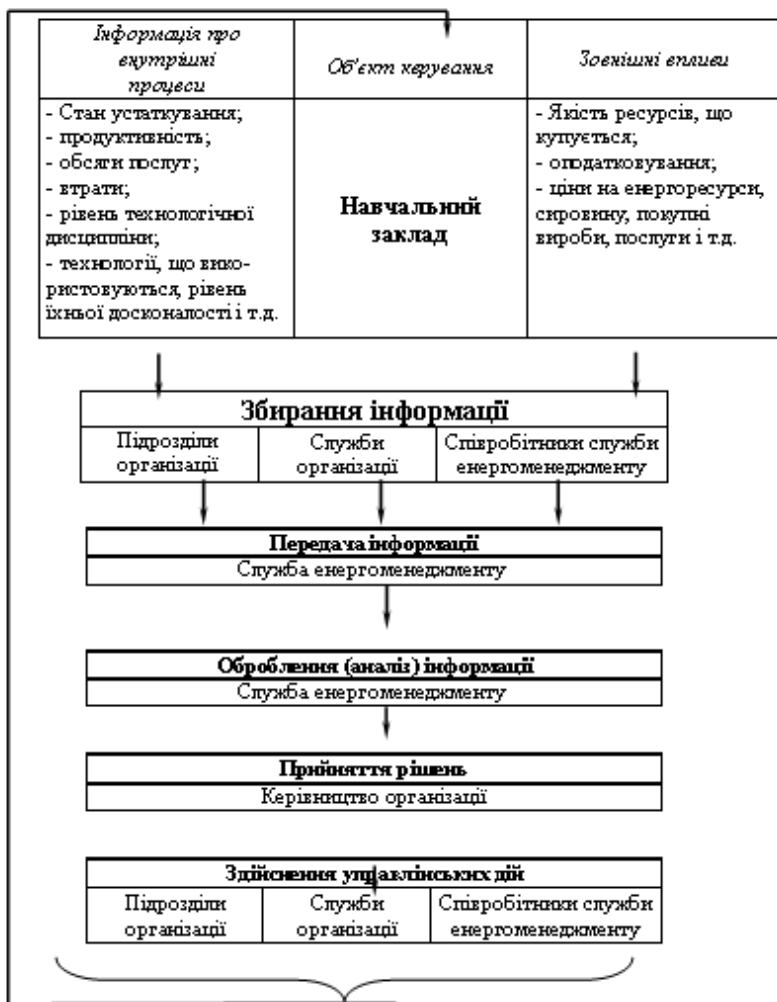


Рисунок 3. – Схема функціонування системи енергоменеджменту

Орієнтовний склад служби з енергетичного менеджменту рекомендується визначати з урахуванням

зазначених особливостей та приведеного контингенту учнів закладу:

1-2 енергоменеджери відділу освіти для  
ЗОШ I-II ст. та 1-2 енергоменеджери відділу освіти для  
ЗОШ I-III ст.

1-2 енергоменеджери відділу освіти для дошкільних  
навчальних закладів.

1 фахівець для одного навчального закладу чи  
установи.

УДК 621.224-225.12; 621.311.2.21

М.М. Зінь, Ю.Б. Підгайний

*Тернопільський національний технічний університет  
імені Івана Пулюя*

*Національний університет водного господарства та  
природокористування (м. Рівне)*

## **ТРУБНІ ГІДРОТУРБИНИ – НАЙЕФЕКТИВНІШЕ РІШЕННЯ ДЛЯ НИЗЬКОНАПІРНИХ МАЛИХ ГЕС**

У тезах доповіді висвітлено переваги, недоліки й умови найефективнішого застосування різних видів гідротурбін. Особливу увагу звернено на трубні гідротурбіни, які за геологічно-гідрологічних умов Тернопільської області дозволяють забезпечувати найвищу економічність і середньорічну продуктивність нових діючих малих ГЕС.

На сьогоднішній день мала гідроенергетика знову перетворилася на затребуваний сегмент економіки регіонів, де наявні відповідні гідроресурси. Цьому сприяє ріст цін на традиційні енергоносії та погіршення екологічної ситуації внаслідок їх використання, а також сприятлива державна політика, що в загальному підсумку перетворює малі ГЕС на швидкоокупні та прибуткові підприємства з вироблення електроенергії на базі відновлюваних джерел [1, с. 94, 95].

Одне з найважливіших завдань під час проектування малої ГЕС полягає у виборі типу гідротурбіни. Основних типів гідротурбін є небагато – Пелтона (ковшова), Турго (один з видів ковшових турбін), Каплана (осьова, може бути двох виконань – пропелерна (перше виконання) і поворотно-лопатева (друге виконання)), Френсіса (радіально-осьова), Банкі (протічна) та ін. Одним з видів осьових турбін є трубна гідротурбіна. Назва цієї турбіни походить від того, що її виготовляють з

використанням сортового металопрокату – сталевих труб, а також необхідної для них арматури – фланців, відводів, переходів, засувок, компенсаторів та ін. Це робить трубну гідротурбіну дешевою у виготовленні, малогабаритною і немасивною, а також швидкохідною. Остання перевага дозволяє обходитися без мультиплікатора (механічного підвищувального редуктора) у випадку підключення її до електричного генератора. Якщо ж обійтися без використання мультиплікатора все ж таки не виявиться можливим, він в установці з трубною гідротурбіною буде мати низьке передавальне відношення й відповідно високий ККД.

На сьогоднішній день гідроенергетика Тернопільської області представлена в основному турбінами Френсіса (радіально-осьовими) (Топольківська ГЕС, Коропецька ГЕС та ін.). Турбін Пелтона, Турго чи Банкі немає на жодній станції області.

Турбіна Френсіса має високий ККД в досить широкому діапазоні подач. Вона є реактивною, тому майже на 100% використовує наявний напір. Основний її недолік – мала швидкість обертання, відтак для низьких напорів необхідно використовувати підвищувальний редуктор. На сьогодні турбіну Френсіса вигідно застосовувати для середніх і високих напорів води, коли її робоче колесо обертається досить швидко і редуктор не потрібний. В першій половині та в середині 20-го століття вибір турбін не був такий великий, як зараз, тому турбіни Френсіса використовували і для низьких напорів.

Турбіни Пелтона і Турго – також високонапірні, але активні. Остання ознака вказує на те, що вони не використовують тієї частини напору, яка наявна між робочим колесом і нижнім б'єфом. Проте для високих напорів, на які розраховані зазначені турбіни, цей чинник не викликає суттєвих відносних втрат потужності.

Якщо розглядати напори від 3 до 10 метрів і одиничні потужності до 500 кВт, протічна турбіна систем Банкі або Оссбергера на сьогодні виступає єдиним гідним конкурентом трубній гідротурбіні. Протічна турбіна характеризується низкою переваг. Насамперед це високий ККД в широкому діапазоні подач (ширшому, ніж у випадку турбін Френсіса, Каплана чи трубних). Якщо ж взяти до уваги протічну турбіну чеської фірми Sink Hydro Energy, цей діапазон подач становить 85% за рахунок можливості використання як всього робочого колеса, так і 2/3 або 1/3 його робочої довжини. Тобто протічна турбіна Sink Hydro Energy буде мати коефіцієнти корисної дії від 83 до 85% (найвищі значення) в діапазоні подач води від 15 до 100% відносно номінальної.

Друга суттєва перевага протічної гідротурбіни – вільний доступ до обох підшипників робочого колеса, які працюють у звичайному режимі з використанням в якості мастила звичайної трансмісійної оливи. Підшипники розміщені на обох кінцях валу робочого колеса, без наявності консольних навантажень.

Недоліки протічної турбіни наступні. По перше, вона не є такою швидкохідною, як трубна, тому у випадку її застосування не завжди вдається обійтися без підвищувального редуктора. Другий, і, напевно, основний недолік протічної турбіни полягає в тому, що вона є активною. Для напорів від 3 до 10 метрів це спричинює втрати від 20 до 50% наявної потужності водотоку (якщо наявний напір становить 3 метри, втрати потужності будуть рівні орієнтовно 50%, а за напору 10 метрів ми матимемо втрати приблизно 20% потужності).

Трубні (пропелерні або поворотно-лопатеві) гідротурбіни з відведенням води під кутом 45° викликають у порівнянні з іншими видами турбін невелике викривлення напрямку руху водяного потоку. Завдяки цьому у них незначні гідравлічні втрати й високий ККД.

Трубна турбіна є реактивною, тому використовує весь наявний напір водотоку (якщо не враховувати гідравлічних та інших втрат). Найбільшими недоліками трубної турбіни є наявність переднього підшипника, що змашується водою, і складний доступ до нього з метою планового огляду, обслуговування або заміни зношених деталей. До недоліків слід віднести також порівняно найвужчий діапазон зміни витрат води, для якого ККД турбіни найвищий (понад 85%). Незважаючи на те, в цілому трубні гідротурбіни є найефективнішим вибором для більшості малих ГЕС, які можна відновити або заново спорудити в Тернопільській області.

#### Бібліографічні посилання:

1. Зінь М. Підгайний Ю. Гідротурбіни для малої гідроенергетики / Матеріали IV наук.-техн. конф. «Світлотехніка й електротехніка: історія, проблеми, перспективи». – Тернопіль: ТНТУ ім. І. Пулюя, 2012. – С. 94, 95.

УДК 620

І.Д. Лучейко, Р.В. Коцюрко  
*Тернопільський національний технічний університет  
імені Івана Пулюя*

## **ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ЕНЕРГОРЕСУРСІВ НА ТЕРНОПІЛЬСЬКОМУ ЗАВОДІ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ ВИРОБІВ І БУДІВЕЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ**

Проведено аналіз діяльності підприємства та споживання ним енергоресурсів. Запропоновано ряд методів, способів та технологій зменшення споживання енергоресурсів, які можна впроваджувати на Тернопільському заводі залізобетонних виробів і будівельних конструкцій

Пошук енергоефективних технологій, методів та обладнання на сьогодні є пріоритетним напрямком у діяльності будь-якого промислового підприємства.

Внаслідок проведення енергетичного аудиту на Тернопільському заводі залізобетонних виробів і будівельних конструкцій, виявлено, що впродовж останніх років і на момент огляду мали місце великі втрати енергії (за рахунок надмірного споживання газу та електроенергії). Обстеження дозволило виявити чимало можливих шляхів економії паливно-енергетичних ресурсів (ПЕР), пов'язаних як з технологічним процесом, так і з використовуваним обладнанням. Серед них: застосування замість тунельної печі керамзитобічного агрегату з кільцевою піччю; виробництво будівельного матеріалу з відходів видобутку та збагачення вугілля; термообробка залізобетонних виробів гарячою аерованою водою та маслом тощо.

У даному проекті проведено технологічний і техніко-економічний розрахунки найбільш вдалих для даного підприємства методів економії ПЕР:

- удосконалення вузла видачі бетонної суміші;
- термообробка сипучих матеріалів, зокрема, продуктами згоряння природного газу;
- геліотермообробка бетонних виробів;
- система обробки бетонних виробів холодним туманом.

Встановлено, що сумарні витрати на впровадження даних заходів становлять близько 5 млн. грн., а економія при цьому порівняно з поточним станом – 3,4 млн. грн. щорічно. Розрахунки проведено по кожному методу, та виявлено, що термін окупності найтривалішого заходу (вузол видачі бетонної суміші) становить майже 2 роки. Крім того, економія використання палива в поєднанні з сучасними альтернативними джерелами отримання енергії (геліоустановка для термообробки бетонних виробів) не лише скорочує фінансові витрати, а й сприяє позитивній екологічній ситуації в місті.



УДК [338.45:621.311] (477.82)

Г.Б. Параска, С.Л. Горященко, В.Р. Любчик  
*Хмельницький національний університет*

## **ЗАХОДИ ХМЕЛЬНИЦЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ ПО ПІДВИЩЕННЮ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ХМЕЛЬНИЦЬКОЇ ОБЛАСТІ**

Доповідь присвячена огляду заходів що проведені за 2011-2013 роки Хмельницьким національним університетом по підвищенню енергоефективності Хмельницької області. Основними заходами є: проведення енергетичного аудиту на установах соціальної сфери області, виконання програми енергоефективний навчальний заклад, створення новітніх енергоефективних приладів опалення, інформаційна підтримка енергоефективних та енергозберігаючих програм.

У Хмельницькому національному університеті створений і багато років успішно функціонує: Регіональний інформаційно-інноваційний центр. Він має ліцензію на проведення енергетичного аудиту, якій складається з наступних етапів:

а) визначення обсягу споживання енергії за проміжок часу (1-2 роки);

б) обстеження паливно-енергетичних потоків на об'єктах;

в) аналіз ефективності використання енергії та енергоносіїв;

г) розроблення рекомендацій ефективного використання енергоресурсів;

д) економічне обґрунтування запропонованих рекомендацій.

За 2011 – 2012 роки проведено обстеження 56 закладів бюджетної сфери, 30 у 2011 р. і 26 у 2012р. Усі

заклади отримали енергетичні паспорти державного зразка. В цих паспортах наведені не тільки енергетичні характеристики будівель, але і надані рекомендації по зниженню витрат енергоносіїв, енергії та води. Також розрахована економія енергоносіїв, енергії та води при реалізації рекомендованих заходів.

При виконанні програми «Енергоефективний бюджетний заклад» було побудовано котельню із сучасним обладнанням потужністю 4 МВт. Котельня дозволила відключити від загальноміської мережі теплопостачання майже всі корпуси університету. Разом із іншими заходами, а саме: реконструкція тепломережі; модернізація теплотраси; будівництво двох тепловпунктів; утеплення стін; заміна вікон було отримано економічний ефект у 2011 році – 600 тис.грн., у 2012 році – 650 тис. грн., а у 2013 році прогнозується досягти значення економічного ефекту 700 тис.грн.

В рамках енергоаудиту, що проводиться наводяться рекомендації щодо покращення ефективності використання ресурсів. Одні з таких рекомендацій є використання електроенергії у рамках нічного тарифу, а саме заощадження тепла вночі і використання впродовж дня. В рамках цього впродовж останніх 8 років в ХНУ створена ціла серія електродних опалювальних котлів, розроблено та виготовлено дослідні зразки енергоефективної теплоакумуючої електродної системи опалення (ЕТАЕСО). Усі роботи проводились спільно із промисловими підприємствами області. Але дані розробки не є лише розробками та дослідними зразками. Проводяться роботи по підготовці їх до виробництва та встановлення на об'єктах. Наданий час розроблено технічні умови на виготовлення електродних котлів, узгоджені технічні умови на дотримання техніки безпеки та відповідність санітарно-епідеміологічним нормам, розроблена типова схема підключення ЕТАЕСО.

Проводиться низка інших заходів по підготовці до впровадження енергоефективних систем та пристроїв.

На даний час повністю опрацьована можливість реалізації пілотних проектів по встановленню ЕТАЕСО на базі загальноосвітньої школи та фельдшерсько-акушерського пункту.

В рамках завдання по забезпеченню інформаційної підтримки енергоефективних заходів прийнято участь у освітньо-інформаційних передачах обласного телебачення, прийнято участь у семінарах, конференціях та виставках з енергоефективності та енергозбереження обласного та республіканського рівня та інші спільні науково-практичні семінари науковців та підприємців, що проходять під егідою Хмельницької облдержадміністрації, обласного Союзу промисловців та підприємців та Хмельницького національного університету.

З метою популяризації енергоефективності серед студентів та мешканців Хмельницької області та гостей міста, відкрито навчально-виставковий центр при Хмельницькому національному університеті, у якому зокрема демонструються наукові здобутки Хмельницького національного університету в області підвищення енергоефективності та енергозбереження.

УДК 621.31

І.Д. Лучейко, В.П. Коваль, Р.В. Коцюрко  
*Тернопільський національний технічний  
університет ім. І. Пулюя*

## **ПІДВИЩЕННЯ ТОЧНОСТІ ОБЧИСЛЕННЯ СПОЖИВАНОЇ ПОТУЖНОСТІ МЕТОДОМ АМПЕРМЕТРА ТА ВОЛЬТМЕТРА В КОЛАХ ПОСТІЙНОГО СТРУМУ**

*Показано, що при використанні методу амперметра та вольтметра існує теоретична можливість зведення до нуля похибки обчислення значення споживаної без приладів потужності в колі постійного струму.*

Вимірювальна техніка (ВТ) є суттєвим фактором науково-технічного прогресу, служить основою методів випробувань і контролю якості, а отже, конкурентоспроможності продукції. З другої сторони, саме випробування та контроль якості – основна мета та найбільш широка область застосування ВТ.

Крім того, в сучасних умовах без вимірювальної інформації неможливі аналіз, оцінка та управління виробничими процесами. Отже, висока якість продукції може бути досягнена тільки там, де ВТ складає невід'ємну частину процесів, зокрема, виробництва, передавання, розподілу та споживання енергії, і вимоги до ВТ, в тому числі класу точності засобів вимірювань, постійно підвищуються.

Зазначимо, що в розвинутих промислових країнах працеемність контролю та вимірювань складає в середньому 10...15 % працеемності всього суспільного виробництва. В деяких галузях (електронна промисловість) ця частка значно вища.

Розглядається класичний метод амперметра та вольтметра для обчислення споживаної потужності в колі постійного струму. Перевага методу – простота реалізації, недолік – порівняно невисока точність. Можливі дві схеми розташування амперметра при одночасному вимірюванні струму та напруги (див. рис. 1).

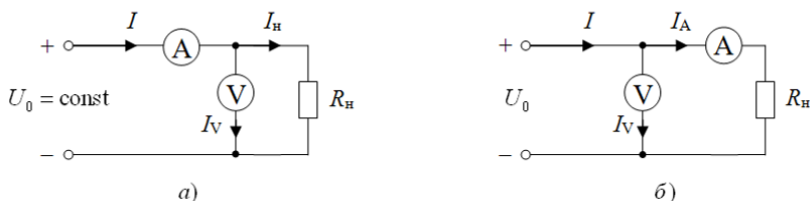


Рис. 1. Варіанти ввімкнення приладів для опосередкованого вимірювання потужності: а) – амперметр вимірює струм у колі; б) – амперметр вимірює струм у навантажувальному опорі.

Показано, що для схеми а) відносна похибка обчислення потужності  $P = I_A U_V$  порівняно з «номіналом» (без приладів)  $P_0 = I_0 U_0$

$$\varepsilon_P^{i d \pm} = (P/P_0) - 1 = \frac{1 + \alpha}{[1 + \beta(1 + \alpha)]^2} - 1, \quad (1)$$

де  $\alpha = R_i / R_V$  – симплекс опорів навантаження та вольтметра ( $\alpha = 0$  – «ідеальний» вольтметр);  $\beta = R_A / R_i$  – симплекс опорів амперметра та навантаження ( $\beta = 0$  – «ідеальний» амперметр);  $R_A / R_V = \alpha\beta \ll 1$  – симплекс опорів амперметра та вольтметра. Знехтувано внутрішнім опором джерела струму.

На рис. 2 зображені, розраховані за формулою (1), залежності  $\varepsilon_P^{i.d.}(\alpha)$  та  $\varepsilon_P^{i.d.}(\beta)$ .

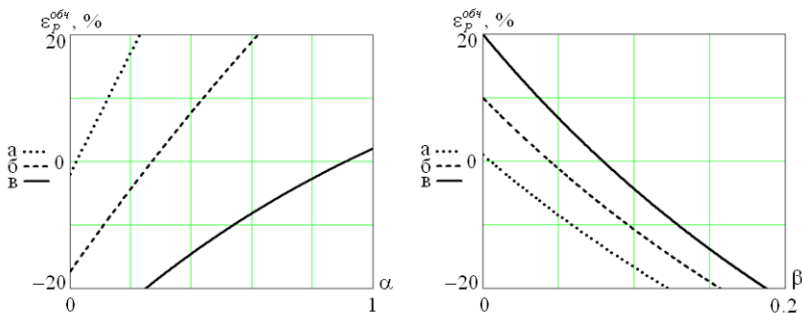


Рис. 2. Залежності похибки обчислення потужності від симплексу  $\alpha$  при різних значеннях симплексу  $\beta$  :

а –  $\beta = 0,01$ ; б –  $0,1$ ; в –  $\beta = 0,2$ .

Рис. 3. Залежності похибки обчислення потужності від симплексу  $\beta$  при різних значеннях симплексу  $\alpha$  :

а –  $\alpha = 0,01$ ; б –  $0,1$ ; в –  $\alpha = 0,2$ .

Як видно з рис. 2 та 3, при певному співвідношенні симплексів  $\alpha$  та  $\beta$  похибка обчислення потужності рівна нулю, що дещо несподівано. Математична умова очевидна [див. (1)]

$$1 + \beta(1 + \alpha) = \sqrt{1 + \alpha} \Leftrightarrow \beta = \frac{\sqrt{1 + \alpha} - 1}{1 + \alpha} \quad (2)$$

У кінці відмітимо, що «від’ємним» фактором даного ефекту є збільшення енергетичної «данини» за отримання вимірювальної інформації: частка споживаної приладами потужності складає

$$\delta_P = \frac{P_A + P_V}{P_0} = \frac{\alpha + \beta(1 + \alpha)^2}{[1 + \beta(1 + \alpha)]^2}, \quad (3)$$

тобто залежить від симплексів  $\alpha$  та  $\beta$ .

УДК 621.224-225.12; 621.311.2.21

М.М. Зінь, Ю.Б. Підгайний

*Тернопільський національний технічний університет  
імені Івана Пулюя*

*Національний університет водного господарства та  
природокористування (м. Рівне)*

## **РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ ПОТЕНЦІЙНИХ ОБ'ЄКТІВ МАЛОЇ ГІДРОЕНЕРГЕТИКИ В ТЕРНОПІЛЬСЬКОМУ РЕГІОНІ**

У статті висвітлено результати вишукувальних та аналітичних досліджень у сфері малої гідроенергетики Тернопільського регіону, які на протязі останнього року одержали автори. Зазначається, що економічно доцільний для практичного використання гідроенергетичний потенціал області залишається значним і потребує залучення інвестицій, що гарантують прибутки й енергетичну незалежність.

Гостра енергетична криза, яку переживає Україна, стимулює стрімкий розвиток альтернативної енергетики. Багато вітчизняних і зарубіжних інвесторів виявляють бажання вкладати кошти в цю галузь як в одну з найперспективніших. Цьому сприяє також всебічна державна підтримка – «зелений» тариф на вироблену електроенергію, податкові пільги, пільги на підключення до об'єднаної енергосистеми та ін.. Вищі навчальні заклади Західного регіону України також підключилися до цієї діяльності. Вони надають потенційним інвесторам всебічну науково-технічну інформацію, провадять на їх замовлення вишукувальні роботи.

Однією з галузей альтернативної енергетики є відновлювальна енергетика. Вона базується переважно на використанні енергетичних ресурсів сонячного

походження, таких як сонячне випромінювання, енергія вітру, гідроенергія річок, хімічна енергія ресурсів флори та фауни (дрова, відходи лісового та сільського господарства, харчової та переробної промисловості, сміття, біогаз, біопальне, біопаливо, паливні брикети, пелети та багато ін.).

Якщо брати до уваги лише відновлювальну *електроенергетику*, на сьогоднішній день вона представлена в Тернопільській області лише 13-ма малими ГЕС і 2-ма фотовольтаїчними СЕС (сонячними електростанціями) невеликої (порядку 10-20 кВт) потужності. Декілька малих ГЕС і обидві згадані СЕС продають електроенергію на енергоринку за пільговими «зеленими» тарифами. Якщо врахувати два десятиліття розмов на цю тему, результати не вражають. Сусідні області можуть похвалитися значно більшими успіхами і досягненнями. Наприклад, у Вінницькій та Хмельницькій областях працює значно більша кількість малих ГЕС і СЕС, та й їх загальна потужність є незрівнянно вищою.

Україна за останні 4 роки увійшла в п'ятірку європейських лідерів з розвитку сонячної електроенергетики, а також почала швидкими темпами встановлювати сучасні промислові вітроенергетичні установки одиничною потужністю 2 МВт. Все це має місце в Криму та в південних приморських регіонах нашої держави. Південь – це сонце, а море – вітер. Тому там все це робити найвигідніше. Логічно, інвестор піде спочатку туди.

На заході України ефективність сонячних і вітряних електростанцій є на 20-40% нижчою, ніж на півдні, але достатньо високою, щоб їх можна було віднести до розряду економічно вигідних. Наприклад, термін окупності СЕС на заході України – 6-7 років, що за сьогоднішніх умов можна вважати прийнятним.



Малі ГЕС наразі характеризуються терміном окупності в середньому 4-5 років. В Тернопільській області ще можна знайти місця, де можна спорудити або відновити малу ГЕС з терміном окупності капіталовкладень 2-3 роки. Пропонуються й менш вигідні проекти з більшими термінами окупності. Але тоді вони починають конкурувати з проектами потенційних СЕС.

ТНТУ ім. І. Пулюя спільно з НУВГП успішно працюють над вирішенням проблеми розвитку малої гідроенергетики в Тернопільському регіоні. Перше наше досягнення – це те, що вже у цьому 2013 році розпочнеться будівництво мікроГЕС на р. Серет у с. Мишковичі Тернопільського району. Ми запропонували інвестору місце спорудження ГЕС, розробили передпроектну пропозицію, ескізний проект, техніко-економічне обґрунтування, виконали геодезичне та гідрологічне обстеження прилеглих територій і представили відповідні результати. Наша потенційна можливість – виконання робочих проектів малих ГЕС, але, на жаль, на подібну діяльність бракує часу, позаяк основна викладацька робота на сьогоднішній день є дуже часомісткою.

Аналогічний обсяг робіт ми виконали і щодо потенційної мікроГЕС у м. Тернополі. Над цим проектом ми працюємо ще з 2006 року. Депутатський корпус тодішньої міської ради відрізнявся від сьогоднішнього, а тодішній міський голова палко вболівав за малу гідроенергетику. У 2010 році на замовлення муніципалітету міста ТНТУ ім. І. Пулюя розробив ескізний проект гідроелектростанції. В розширеному вигляді проект було представлено на Міжнародному інвестиційному форумі, який проходив у м. Тернополі в квітні 2012 року. На цьому форумі відразу ж знайшовся інвестор, і міська рада вже нового скликання 15.02.2013 року постановою сесії № 6/29/87 надала йому дозвіл на розроблення проектної документації ділянки площею 0.15 га для

будівництва зазначеної станції. За попередніми розрахунками, тривалість будівництва об'єкту буде становити два роки, орієнтовна вартість проекту – 574 тис. грн. Початок будівництва гальмується юридичними перепонами типу «природоохоронна зона річки Серет», «рекреаційна зона». Сподіваємося, що дуже скоро ці перепони буде подолано – в іншому випадку в Україні не буде споруджено жодної нової ГЕС, а це *неприпустимо*.

На протязі 2013 року обстежено ще близько 20 потенційних об'єктів малої гідроенергетики в Тернопільській та сусідніх областях, для 7 з них підготовлено передпроектні пропозиції. Є всі підстави сподіватися, що знайдуться інвестори і вкладуть кошти в ці об'єкти. Найменш витратними є проекти з відновлення раніше діючих мікроГЕС, де ще залишилися та збереглися в задовільному стані будівлі, гідроспоруди, гідротурбіни та інше необхідне обладнання. Прикладом такого об'єкту є перша міська ГЕС у м. Бучач Тернопільської області. Це також один з наших проектів, де за нашою ж рекомендацією потенційний інвестор розкопав дві гідротурбіни фірми «Voith».

УДК 621.327

В.П. Коваль

*Тернопільський національний технічний університет  
імені Івана Пулюя*

## **СВІТЛОТЕХНІЧНІ АСПЕКТИ ЗАМІНИ ЛАМП РОЗЖАРЮВАННЯ НА ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІ ЛАМПИ**

Проведено експериментальні дослідження світлотехнічних характеристик світлових приладів місцевого освітлення після заміни в них ламп розжарення на більш енергоефективні: компактні люмінесцентні та світлодіодні лампи. Зроблено висновки щодо впливу такої заміни на КСС світлових приладів та освітленість на робочій поверхні.

Останнім часом у світі значними темпами ведеться заміна застарілих ламп на більш енергоефективні. Проблема заміни ламп розжарювання на компактні люмінесцентні лампи поставлена провідними розвиненими країнами із завданням поетапного припинення продажів ламп розжарювання в найближчі 5-10 років.

Рекламні кампанії фірм виробників стверджують, що застосування компактних люмінесцентних ламп (КЛЛ) замість ламп розжарювання (ЛР) призведе до економії електроенергії, а значить і до економії коштів по утриманню та експлуатації освітлювальної установки. Якщо говорити із точки зору споживання електроенергії, то це дійсно так. Проте необхідно не забувати про вплив такої заміни на людину, яка працює та відпочиває при освітленні «модернізованими» освітлювальними установками. У зв'язку із економією коштів енергоефективні лампи просто вкручують у світлові прилади, де раніше працювали ЛР, забуваючи що їх оптична система, розрахована на точкове джерело світла.

Якщо світлові прилади призначені для загального освітлення, де крива сили світла (КСС) не відіграє значної ролі, то таку заміну можна проводити. У випадку застосування у світлових приладах світлоспрямовуючих систем може виникнути невідповідність КСС заявленої виробником світлового приладу тій, яку він формує із енергоефективними лампами. Саме дослідженням зміни КСС та рівня освітлення на робочій поверхні при заміні ЛР на енергоефективні лампи присвячена дана доповідь.

Для досліджень взято світильник місцевого освітлення із параболічним концентратором світлового потоку, покритого білою емаллю, який розрахований на роботу із ЛР потужністю 75 Вт. Поетапно проводилася заміна ЛР на КЛЛ із різними формами колби та світлодіодною лампою.

На першому етапі, із використанням розробленої та сконструйованої автоматизованої установки, виміряно величину освітленості на робочій поверхні, яка створюється досліджуванним світловим приладом. Результати експериментів наведено на рис. 1.

На другому етапі виконано вимірювання КСС світлових приладів. Найбільш характерні із яких зображено на рис. 2.

Проаналізувавши отримані результати досліджень зроблено наступні висновки:

1. Значний вплив на розподіл освітленості по робочій поверхні має форма колби КЛЛ:

а. при спіральній, 2П та 3П-подібній формі світлого тіла (лампи Космос, Люмакс, Супермакс на рис. 1) крива розподілу освітленості КЛЛ по формі наближається до ЛР, але за значенням нижча, що пояснюється невідповідністю потужностей заміненних ламп як це пропонує їх виробник та некоректним розподілом світлового потоку у просторі (рис. 2а, в);

в. при збільшенні розміру світного тіла джерела світла КСС світлового приладу стає більш широкою і у деяких випадках із провалом по центру (рис. 2);

так як лампа Delux 18 Вт має розміри світного тіла у два рази більші по осі ніж інші, то частина світлового потоку не була спрямована вниз на робочу поверхню (рис. 2г), що привело до зниження освітленості на робочій поверхні (рис 1);

2. При використанні світло-діодних джерел світла замість ЛР важливу роль грають не лише світлорозподільчі характеристики світлового приладу, а власної оптичної системи, про що свідчить КСС на рис. 2б.

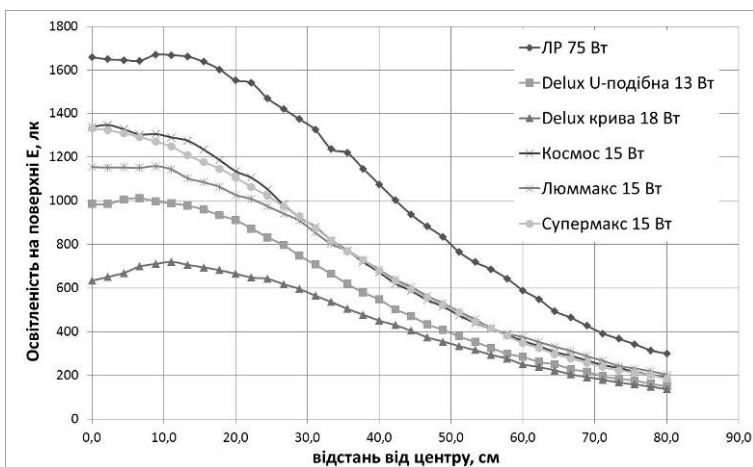


Рисунок 1. – Залежність рівня освітленості на горизонтальній робочій поверхні від типу та форми використаної КЛЛ

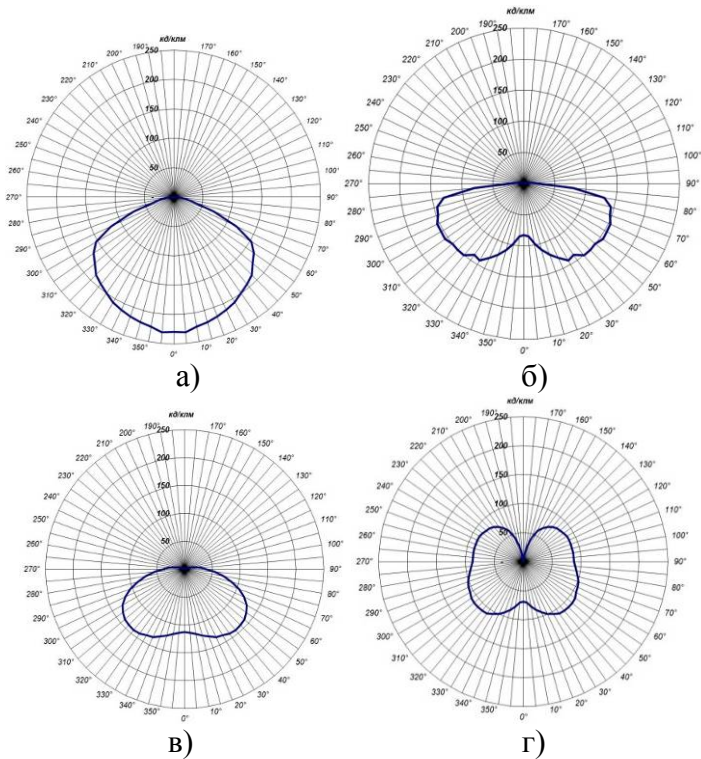


Рисунок 2. – Криві сили світла світильника місцевого освітлення для лампи розжарювання при використанні ЛР 75 Вт (а), світлодіодної лампи (б), спіральної КЛЛ 18 Вт (в) та П-подібної КЛЛ із подовженим світним тілом (г)

3. При впровадженні нових енергоефективних джерел світла у спеціалізованих освітлювальних установках в першу чергу потрібно розробити нові світлові прилади, які б розподіляли світловий потік у просторі відповідно до вимог, що ставляться до такого типу освітлювальних установок.

УДК 621.3

А.В. Сабат

*Науковий парк «Інноваційно-інвестиційний кластер  
«Тернопілля»*

## **ПОВІТРЯНИЙ ДВИГУН**

Винахід належить до екологічно чистих і економічно вигідних силових механізмів (двигунів) і може знайти застосування для приводу промислових установок особливо для генераторів електричного струму.

Основні вимоги до сучасних генеруючих засобів являється їх економічність і екологічно чисті наслідки його роботи.

Поставлене завдання полягає в тому, щоб створити механізм, в якому за допомогою потенціальних енергій: стиснутого повітря і розтягнутих пружин відбувався рух його частин здатних виконувати роботу.

Основною ланкою запропонованого двигуна являється робоча камера (далі РК) яка складається з трьох частин: стакана 1, втулки 10 і стакана 7, які з'єднані між собою пружинами 6 і 8 (Рис. 1). В середину РК подається стиснуте повітря. На площинах S1 стакана 1, S2 втулки 10, і S3 стакана 7, виникають потенціальні сили F1, F2 і F3, величини яких пропорційні площам, на яких вони утворюються.

Кожна із площин S1 і S2 у два рази менша від площини S3, то і кожна із сил F1 або F2 менша від сили F3 у два рази.

На пружинах 6 і 8 за допомогою сили F3 з одної сторони і силами F1 і F2 з другої, між якими пружини закріплені, при їх розтягуванні виникає потенціальна сила F4, величина якої дорівнює силі, яка її створила.

Робота РК заключається в тім, що всі частини можуть рухатись тільки вправо, оскільки стакан 1 і втулка

10 заблоковані фіксаторами односторонньої дії 16 на храповому колесі 13 блокуватимуть їх рух вліво.

Сила F3 і протилежно направлена сила F1+ F2, з'єднані між собою через пружини 6 і 8, зрівноважуються між собою оскільки рівні по величині.

Пружні сили пружин приведуть в рух один і частин (втулку 10 або стакан 1) оскільки кожна частина містить лиш половину послідовно включених сил пружин 6 і 8. Створиться перевага на стороні сили F3, яка рухаючи стакан 7, штовхачем 11 через важіль 17 повертаючи шків 18, виконає корисну роботу.

Так почергово в часі будуть відновлювати свій рух втулка 10 або стакан 1, регулюючи рух стакана 7 і РК в цілому, подібно анкерному ходу механічного годинника.

Витрати стиснутого повітря при надійних ущільненнях рухомих частин РК і системою воздухопроводів може бути мінімальною, що забезпечить високу економічність його роботи.

Передача зусиль від РК до шківа-маховика може застосовуватися важелем 17 (рис. 1) довільної довжини, що позитивно впливатиме на величину крутного моменту.

Коефіцієнт корисної дії очікується високим. Одержання технічного і економічного результату при застосуванні ПД (повітряного двигуна) для приводу генераторів електроенергії є вигідним, оскільки існує тенденція виготовлення електромобілів, ведеться боротьба проти викидів парникових газів які несуть небезпеку людству, що свідчить про необхідність реалізації винаходу.

Додаткові пояснення до переліку фігур креслення: На рис. 1 зображено принципову схему ПД, основною ланкою якого являються взаємозв'язані за допомогою пружин 6 і 8 рухомі частини РК: стакан 1, стакан 7 і втулка 10.

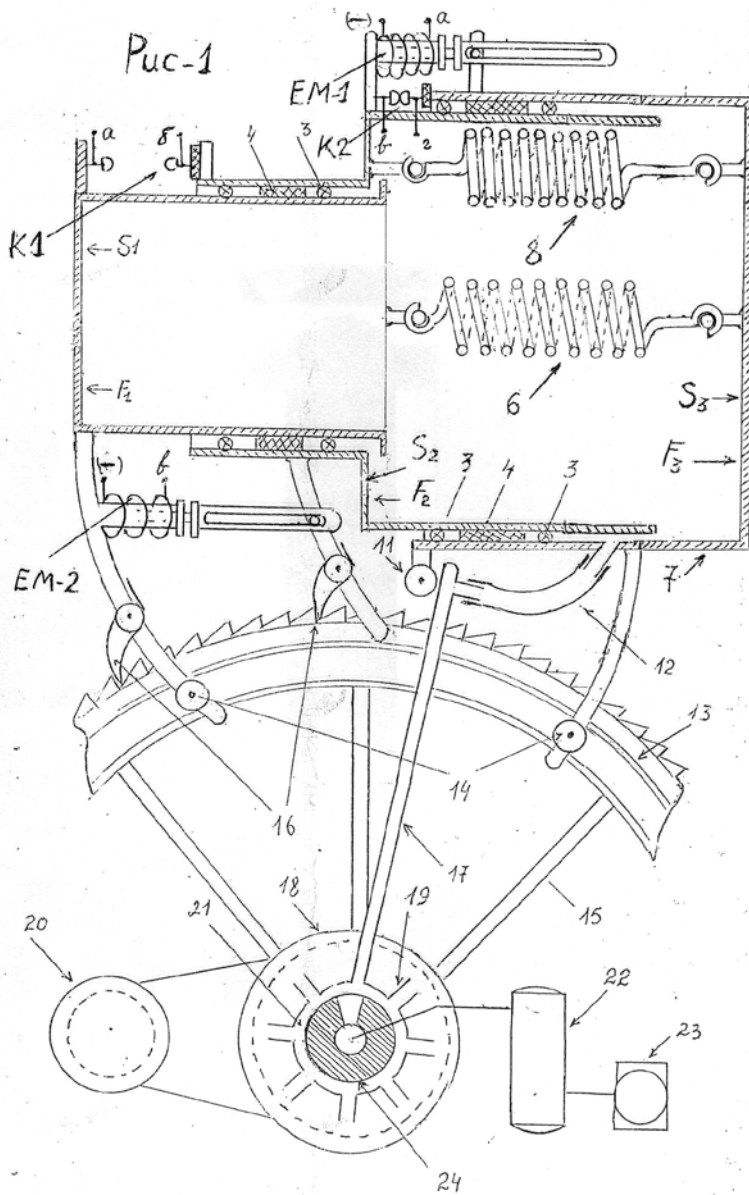


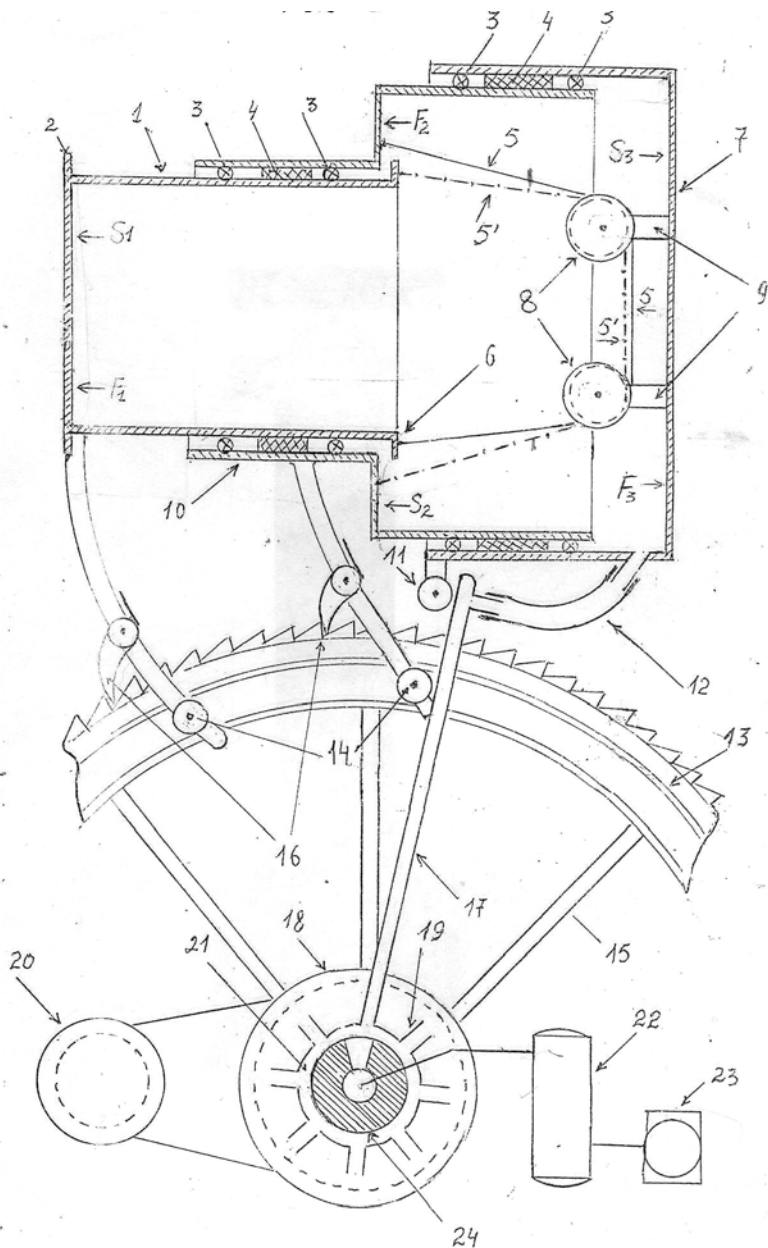
Рух від РК передається через штовхач 11, трубку важіль 17, шків-маховик 18, на шків корисного навантаження 20.

Допоміжні деталі: храпове колесо 13, з фіксаторами 16, забезпечують односторонній рух. За допомогою роликів 14 відбувається рух по колу. Колектор 19 служить для підключення додаткових РК. Пустотіла нерухома вісь 24, трубка важіль 17 і гнучка трубка 12 служать для подачі стиснутого повітря в РК. Компресор 23 і ресивер 22 – джерело стиснутого повітря.

Перелік фігур креслення рис. 1

1. Стакан 1
  3. Сальник резиновий
  4. Сальник жировий
  7. Пружина
  8. Стакан 7
  9. Пружина 8
  10. Втулка
  11. Штовхач
  12. Трубка гнучка
  13. Храпове колесо
  14. Ролики
  16. Фіксатори
  17. Трубка-важіль
  18. Шків-маховик
  19. Виходи з колектора
  20. Шків навантажень
  22. Ресивер
  23. Компресор
- Пустотіла вісь





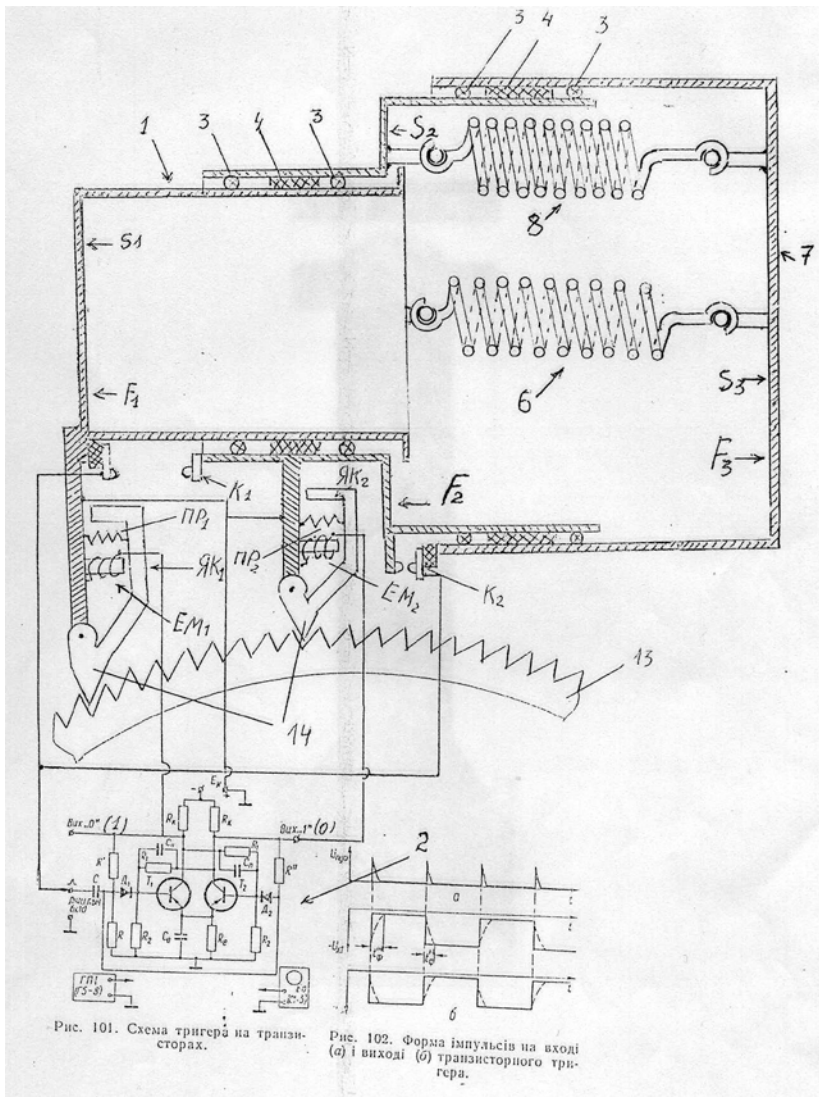
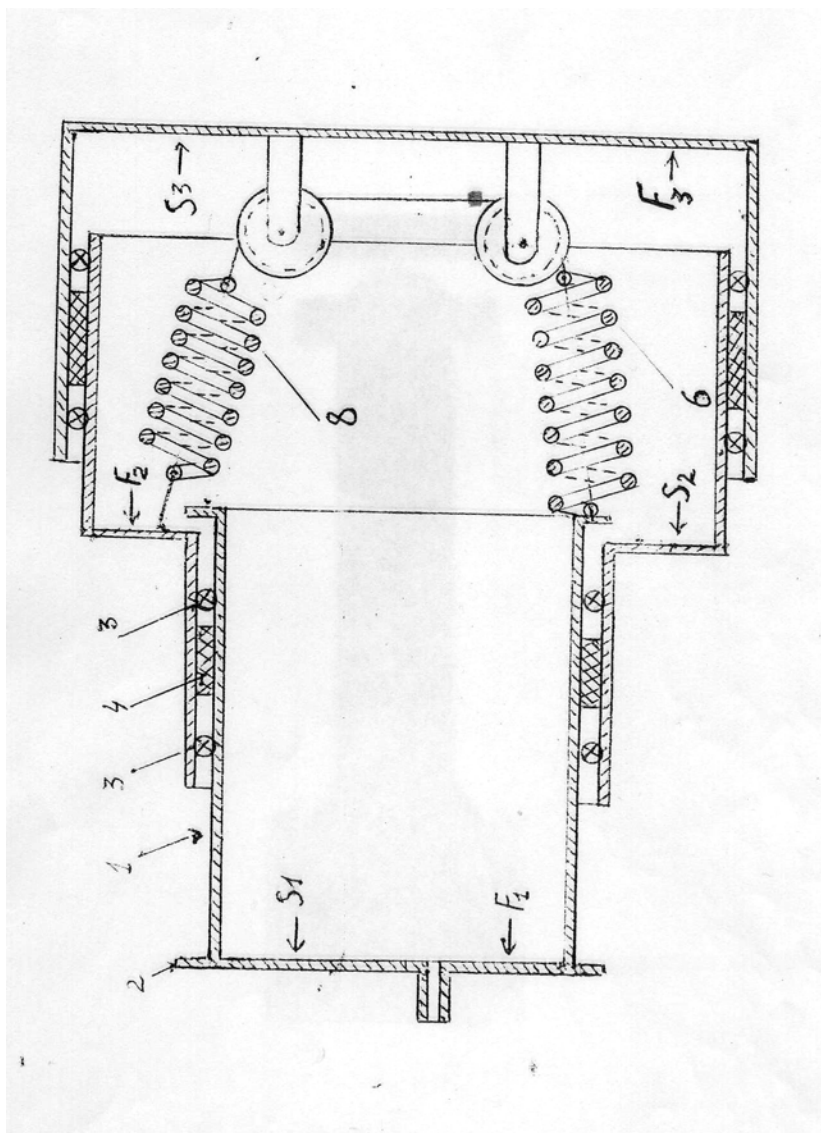
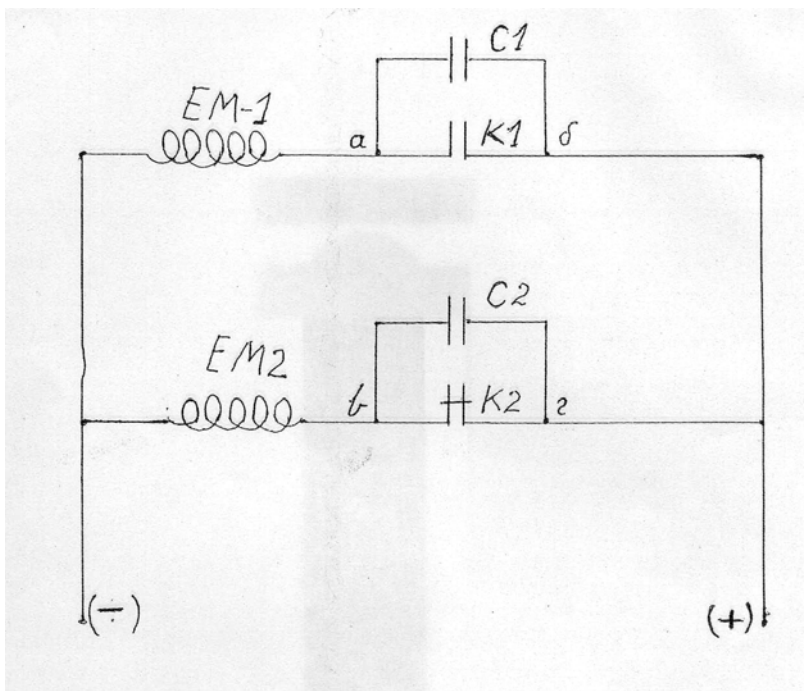


Рис. 101. Схема триггера на транзисторах.

Рис. 102. Форма імпульсів на вході (а) і виході (б) транзисторного триггера.





УДК 631.3

А.В. Сабат

*Науковий парк «Інноваційно-інвестиційний кластер  
«Тернопілля»*

## **РЕГУЛЯТОР ТИСКУ ГАЗУ**

Використання природного газу в промисловості і в побуті являється одним з найпоширеніших і є неможливим без застосування регуляторів тиску газу.

В основі принципу дії регулятора являється збереження рівноваги сил на мембрані 3 (фіг. 1) при оптимальному значенні величини низького тиску (далі НТ) газу.

В якості таких сил, що діють на мембрану є сила тиску газу створеного на виході регулюючого клапана 5 і сили стисненої пружини 6, яка визначає величину завданого значення НТ. З другої сторони на мембрану 3 діє сила тиску газу, який з редуктора 9 (РД) величиною 1,5 НТ, через дросель постійної величини 4, подається в над мембранний простір 1, утримуючи клапан 5 у відкритому положенні.

При відхиленні значення газу НТ від заданої величини регулювання виконується за допомогою пілота П (фіг. 1), який при збільшенні величини газу НТ привідкриє со заслонку (далі СЗ), дещо стравить газ із надмембранного простору в трубопровід НТ і зменшить тиск на мембрану 3. Клапан 5 прикриється, зменшить прохід газу, що приведе його значення НТ до оптимальної величини. При зменшенні величини НТ газу пілот П (фіг. 1) прикриє отвір СЗ і величина тиску газу над мембраною збільшиться, що збільшить відкриття клапана 5. Величина НТ набуде оптимального значення. Сили діючі по обидві сторони мембрани зрівноважаться. Крім того, процес регулювання відбувається змінами величини НТ з нижньої

сторони мембрани 3. При зменшенні значення НТ відбувається порушення рівноваги сил на мембрані 3 і вона, перемістившись в низ привідкриє клапан 5, або навпаки при збільшенні величини НТ прохідний отвір клапана 5 зменшиться.

Відбувається пропорціонально-інтегральний вплив на регулювання величини газу НТ що забезпечить процес швидкого реагування на відхилення величини НТ від оптимального значення.

Окремою ланкою (фіг. 2), яка входить до складу схеми регулятора, передбачено застосування запобіжно-запірного клапана (далі ЗЗК), згідно з яким при відхиленні величини НТ до критичного значення передбаченого Правилами безпеки газопостачання, регулятор відключається.

Чутливим елементом ЗЗК (фіг. 2) являється мембрана 14, на яку через трубку 17 подається газ НТ, який разом із зусиллям пружини 22 зрівноважує силу тиску що подається трубою 19 з редуктора 9 величиною 1,5 НТ і діє на мембрану 14 з протилежної сторони.

При збалансованих зусиллях клапани 2.1 і 2.3 відкриті і газ вільно проходить каналом 24, забезпечуючи оптимальний режим роботи регулятора.

При підвищенні НТ за межі допустимого значення клапан 2.3 закривається. При пониженні НТ закривається клапан 2.1.

Подача газу до споживача припиняється. При в нормуванні газу НТ після його збільшення регулятор включається в роботу автоматично, а після його пониження необхідно виконати: запуск при відкритому крані 18. Після запуску кран 18 повинен бути закритим.



## Перелік фігур креслення

Рис. 1

1. Надмембраншій простір
3. Мембрана
4. Дросель постійної величини
5. Регулюючий клапан
6. Пружина
7. Регулююча гайка
9. Редуктор
10. Трубопровід НТ

Рис. 2

14. Мембрана
17. Трубка підводу НТ
18. Кран запірний
19. Трубка з'єднання 19 з РД
20. Трубка з'єднання з дроселем 4
21. Клапан відключення подачі газу при його пониженні
22. Пружина
23. Клапан відключення подачі газу при його підвищенні

Рис. 3

27. Мембрана
28. Пружина
29. Клапан скидний при небезпечно високому тиску газу

Рис. 4

Регулятор тиску газу в зібраному стані.

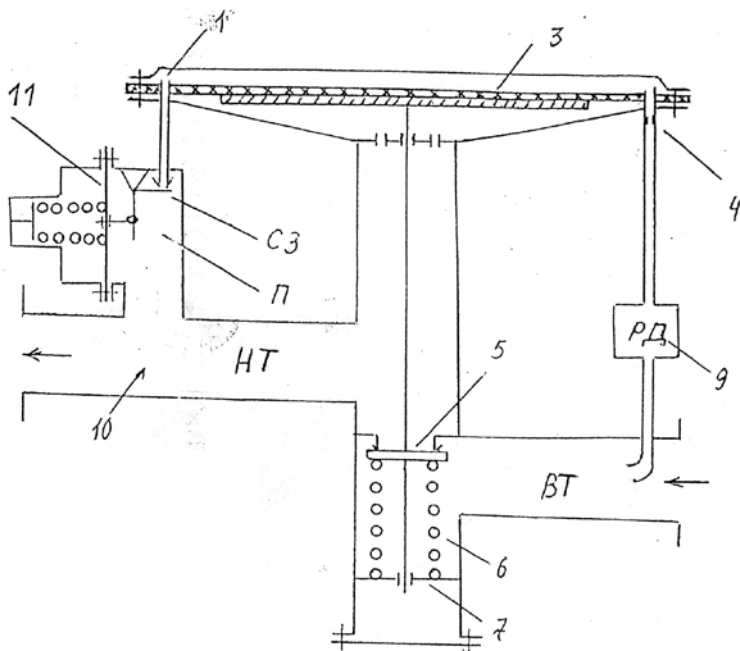


Рисунок 1

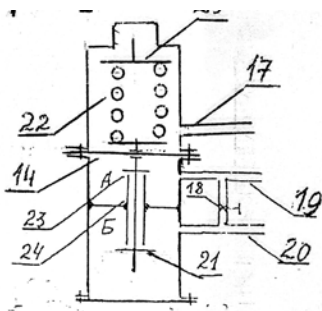


Рисунок 2

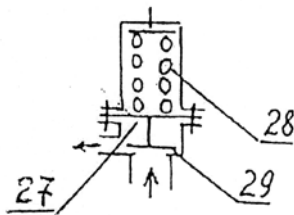


Рисунок 3

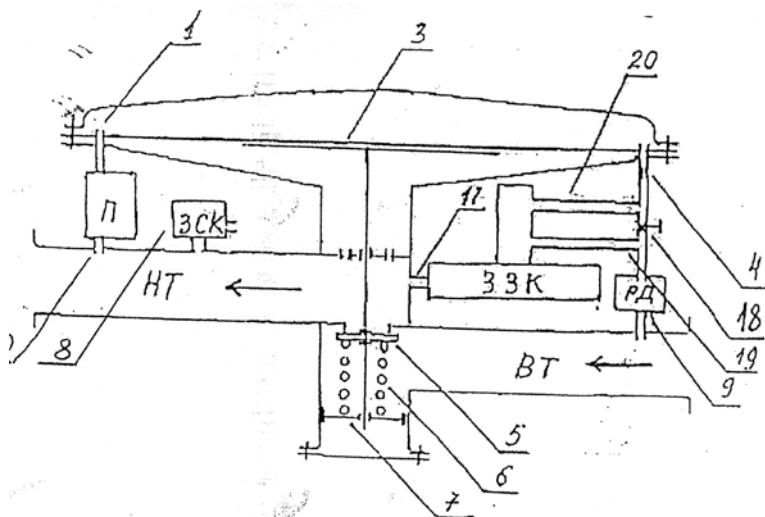


Рисунок 4

УДК: 620:658

М.Г. Тарасенко  
*Тернопільський національний технічний  
університет ім. Івана Пулюя*

## **ПРОБЛЕМИ ЗАСТОСУВАННЯ ДАХОВИХ КОТЕЛЕНЬ ДЛЯ ОПАЛЕННЯ КВАРТИР БАГАТОПОВЕРХОВИХ БУДИНКІВ**

Висвітлено проблеми впровадження дахових котелень для обігрівання квартир багатоповерхових будинків та запропоновані заходи щодо їхнього подолання.

Підходи до обігріву й гарячого водопостачання приміщень мають наступні підходи: 1 – централізоване із стаціонарними потужними котельнями та розгалуженими лініями тепlopостачання; 2 – автономне для опалення окремо взятих будинків за допомогою дахових котелень; 3 – індивідуальне для опалення окремо взятих квартир, офісів та приватних будинків; 4 – акумулятивне, яке може бути як централізованим, для опалення окремих мікрорайонів або груп будинків, автономним, так і, зрозуміло, індивідуальним. Принцип його дії ґрунтується, як правило, на накопиченні в баках-кумуляторах теплової енергії в періоди часу, які відповідають нічним годинам (з 23<sup>00</sup> до 6<sup>00</sup> години) мінімального навантаження енергосистем. Очевидно, що такий підхід передбачає споживання електричної енергії за двозонним або тризонними тарифами, диференційованими за періодами часу доби, коли тарифи на електроенергію помітно нижчі. Для двозонного тарифу, який розрахований на фізичних осіб, проживаючих в багатоповерхових будинках, тариф на електроенергію на 30% нижче від основного. Для юридичних та фізичних осіб, які проживають в приватних будинках і споживають електроенергію за тризонним тарифом електроенергія в нічний час дешевше на 75% та

60% відповідно; 5 – основане на застосуванні теплових помпових установок (ТПУ).

Існуюче централізоване опалення будинків у такому вигляді як воно є має мало перспектив для існування. Занадто великі втрати в трасах теплопостачання. Це вказує на необхідність переходу до автономних систем опалення багатоповерхових будинків. Причому, якщо газ буде більше ніж на порядок дорожчим ніж електроенергія (з урахуванням того, що кількість теплової енергії, яку можна отримати з 1 м<sup>3</sup> еквівалентна 9,346 кВт×год.), доцільно перейти на акумулятивне теплопостачання і тим більше на застосування ТПУ.

Враховуючи існуючі ціни на енергоносії (а) електроенергію для населення, проживаючого в містах, яке за спожиту електроенергію оплачує в залежності від спожитих обсягів за місяць до 150 кВт×год. – 28,02 коп./(кВт×год.), а понад 150 кВт×год. – 36,48 коп./(кВт×год.); б) за природний газ – за умови, що облік здійснюється газовим лічильником і обсяг споживання природного газу не перевищує: – 2500 м<sup>3</sup> на рік – 72,54 коп./м<sup>3</sup>; – 6000 м<sup>3</sup> на рік – 109,80 коп./ м<sup>3</sup>; – 12000 м<sup>3</sup> на рік – 224,82 коп./м<sup>3</sup>; – та – 268,56 коп./м<sup>3</sup>, якщо обсяг споживання природного газу перевищує 12000 м<sup>3</sup> ], можна прийти до висновку, що для фізичних осіб перехід від індивідуального газового опалення на індивідуальне електричне є недоцільним навіть при умові застосування ТПУ.

Слід зазначити, що не зважаючи на те, що індивідуальне газове опалення квартир в багатоповерхових будинках є економічно вигідним для населення, з точки зору екологічної та фізичної безпеки воно є вкрай небезпечним. З екологічної точки зору – продукти згорання газу виводяться з приміщення на зовні і піднімаючись догори можуть попадати в результаті інфільтрації в квартири, розташовані на вищих поверхах. В

найгіршому положенні будуть мешканці останніх поверхів багатоповерхових будинків. З фізичної точки зору – у разі вибуху котла на перших поверхах можуть постраждати мешканці вище розташованих поверхів. Ці проблеми можна просто вирішити, якщо для опалення застосувати автономне опалення окремо взятих будинків за допомогою дахових котлень. Але такий підхід в нинішніх реаліях зазнав повного краху. Чому?

Виявляється причини дуже прості. По-перше, у разі встановлення дахової котельні пропадають переваги оплати за реально спожитий газ кожним окремо взятим мешканцем будинку. Об'єми споживання газу даховою котельнею явно будуть більшими за 2500 м<sup>3</sup> (6000 м<sup>3</sup>, 1200 м<sup>3</sup>) на рік, тому переваги в цінах за малі об'єми споживання газу не діятимуть. Оплату потрібно буде здійснювати за найвищими цінами – 268,56 коп./м<sup>3</sup>. По-друге, не всі мешканці будуть здійснювати оплату за спожиту теплову енергію вчасно. Це призведе з стрімкого зростання заборгованості за газ. Результатом буде припинення подачі газу. Всі мешканці залишаться без тепла. Особливо це актуально для новобудов, заселення в які відбувається поступово на протязі 5-10 років. Саме такий сценарій розвитку подій відбувся буквально у всіх новобудовах, де були встановлені дахові котельні. Безпосередньо посеред зими було припинено подачу газу будинкам з даховими котельнями. Мешканцям терміново прийшлося встановлювати індивідуальне опалення. Такі негаразди не відбувається тільки тоді, коли будинок належить юридичній особі, яка й так платить за найвищою ціною. Тому, якщо ОСББ буде визнано юридичною особою, то всі мешканці будинків, незважаючи на те, що в них встановлено індивідуальне опалення, будуть оплачувати за спожитий газ за найвищою ціною. Про це треба пам'ятати.

Таким чином для встановлення соціальної справедливості й створення умов для якнайширшого впровадження автономного опалення окремо взятих будинків за допомогою дахових котелень необхідно запровадити встановлення теплових лічильників на кожную квартиру й розробити методику нарахувань оплати за спожиту теплову енергію з урахуванням залежності спожитої теплової енергії від об'ємів газу, які потрібні для її генерації, таким чином, щоб оплата залежала від обсягів споживання газу, як і для індивідуальних споживачів. Для квартир, в яких власники не проживають і їх тепловий лічильник не контролює поступлення теплової енергії через стіни, стелю та підлогу сусідів, ввести коефіцієнти, які б давали можливість достовірно визначати рівень оплати за пасивне споживання теплової енергії.

Очевидно, що величина цих коефіцієнтів буде залежати від кількості пустуючих квартир і характеру їхнього контактування. Тобто величини площ контактування огорожуючи конструкцій квартири з опалювальними та неопалювальними об'ємами. Для цього необхідно провести відповідні науково-дослідні роботи.

УДК 621.311

Ю.В. Дзяди́кевич, Б.Р. Гевко

*Тернопільський національний економічний університет*

## **ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ В СФЕРІ ЖКГ**

***Анотація.** У роботі досліджено споживання електроенергії для освітлення місць загального користування у багатоповерхових будинках мікрорайону міста. Проаналізовано сучасні напрямки економії електроенергії та запропоновано ефективне використання електричної енергії в сфері ЖКГ.*

За обсягами споживання енергоносіїв житлово-комунальне господарство (ЖКГ) України посідає третє місце після металургійної та хімічної промисловості, тому економія електроенергії в сфері ЖКГ є вельми актуальною проблемою.

Автори роботи протягом 2010-2011 рр. досліджували споживання електричної енергії в місцях загального користування (освітлення сходових площадок, вхід у під'їзд) 89-ти багатоповерхових будинках мікрорайону міста. Було встановлено, що споживання електроенергії в місцях загального користування протягом року нерівномірне.

Для більш точної та об'єктивної оцінки величини споживання електроенергії увесь рік був умовно поділений на чотири етапи. I етап 1 листопада до 1 березня (120 діб), II – з 1 березня до 1 червня (92 доби), III – з 1 червня до 1 вересня (92 доби) і IV – з 1 вересня до 1 листопада (61 доба). Результати вивчення витрат електроенергії на освітлення сходових площадок і входу у під'їзди свідчать про те, що у I етапі споживання електроенергії є найбільше і становить 147614,4 кВт. Мешканці за використану енергію заплатили 84140,2 грн., а це привело до зростання квартплати (табл. 1).



Таблиця 1.  
Споживання електроенергії для освітлення місць  
загального користування

Етапи	Спожита електроенергія, кВт	Вартість електроенергії, грн.
I	147614,4	84140,2
II	88021,9	50172,5
III	50298,2	28670,0
IV	58362,4	33266,5
Разом	344296,9	196249,5

*Примітка. Приймали, що потужність джерела освітлення на кожному поверсі будинку та при вході в під'їзд – 60 Вт.*

Найменше споживання електроенергії спостерігається в літній період (етап III) – 50298,24 кВт. В осінньо-зимовий період сходові площадки та входи у під'їзди освітлюються 18 годин на добу, а з 01.06 до 01.09 – 8 годин.

Необхідно зазначити, що на тривалість освітлення впливає не тільки світловий день, але й людський чинник, оскільки освітлення вмикають і вимикають самі мешканці будинку. Проведені дослідження показали, що для освітлення місць загального призначення протягом року витрачається величезна кількість електроенергії – 344296,9 кВт.

Одним із напрямів енергозбереження в сфері ЖКГ є децентралізоване керування освітленням у місцях загального користування за допомогою датчиків руху. На підставі порівняльного аналізу технічних характеристик датчиків руху для проведення експерименту були вибрані датчики Grow SRP-600, із розрахунку, що один датчик встановлюється при вході в під'їзд і по одному є на кожній сходовій площадці.

Встановлено, що при використанні датчиків руху річне споживання електроенергії в місцях загального користування не перевищує 16049,6 кВт, водночас при ручному регулюванні досягає 344296,9 кВт. (табл. 2).

Таблиця 2.  
Регулювання споживання електроенергії

Етапи	Регулювання		Економія електроенер.	
	ручне, кВт	датчиком, кВт	кВт	грн.
I	147614,4	8200,8	139413,6	79465,75
II	88021,9	2829,37	85192,6	485598,8
III	50298,2	3143,6	47154,6	26878,1
IV	58362,4	1875,9	56486,4	32197,3
Разом	344296,9	16049,6	328247,2	187100,9

Таблиця 3.  
Окупність встановлення датчиків руху

Об'єкт дослідження	Річна вартість спожитої електроенергії, грн.		Вартість економії електроенергії, грн.	Вартість встановлення датчиків руху, грн.	Термін окупності, роки
	ручне регулювання	датчиками руху			
89 будинків	196249,2	9148,3	187100,9	244930,0	1,3

Застосування датчиків руху для регулювання освітлення місць загального призначення дозволяє в 20 разів зменшити річне споживання електроенергії та зекономити мешканцям мікрорайону більше 187 тис. грн. Приймаючи до уваги, що загальна вартість робіт встановлення датчиків руху, складає 244930,0 грн., а вартість зекономленої електроенергії становить 187100,9 грн., то затрати на встановлення датчиків руху окупляться за 1,3 року (табл. 3).

Таким чином, використання датчиків руху дозволить суттєво покращити енергозбереження в сфері ЖКГ, а також зменшити в години пік навантаження на внутрішньо будинкові електромережі. Крім цього зменшиться квартплата мешканців мікрорайону.

УДК 621.31

Федорейко В.С., Іскерський І.С.

*Тернопільський національний педагогічний університет  
імені Володимира Гнатюка*

## **ШЛЯХИ ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ЕКОНОМІКИ УКРАЇНИ**

Анотація – розглянуті тенденції розвитку світової енергетики в найближчий період. Проаналізовані причини катастрофічної енергозатратності економіки України. Запропоновані шляхи підвищення енергоефективності в різних галузях, в тому числі, в агропромисловому комплексі. Фактологічно обґрунтовано конкретні пропозиції практичного вирішення розглянутої проблеми.

Ключові слова – енергоефективність, відновлювальні джерела енергії, енергоринок, біопаливо, розподільна енергетика, енергетичний нігілізм.

Постановка проблеми.

Загальновідомо, що світове енергоспоживання пропорційне квадрату росту населення нашої планети. Сталий розвиток економіки та демографічні тенденції визначають динаміку росту продукування енергії з різних джерел, частку яких, в основному, визначила світова енергетична криза 1978 року. [1].

З рис. 1 видно, що традиційні невідновлювальні види енергії в силу тенденцій заангажованих конвенцією Ріо будуть в найближчій перспективі втрачати домінуючу роль в енергетичному балансі. На провідну роль перейдуть відновлювальні джерела – сонячна, вітрова, гідро- та біо- з нетрадиційною складовою (біоаеробні системи, енергорослини тощо). [2].

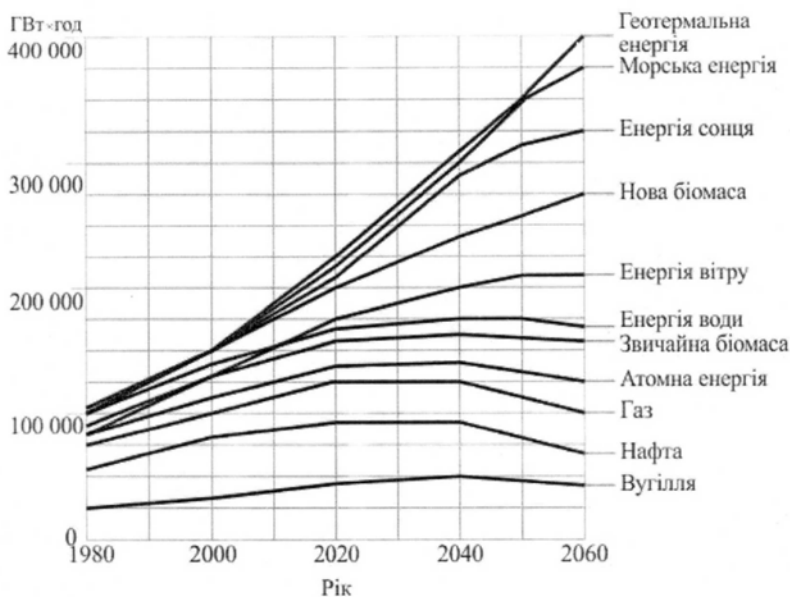


Рис. 1. Прогноз світового виробництва енергії до 2060 року

Вказані тенденції повинні бути імплантовані в енергетичний комплекс сучасної держави, особливо на етапі проголошених всеосяжних реформ в економіці.

Мета досліджень. Аналіз розвитку та визначення основних шляхів підвищення енергоефективності економіки України.

Результати досліджень. Останні роки в повній мірі продемонстрували нагальну необхідність проведення реформ в енергетиці держави, які з об'єктивних і суб'єктивних причин ігнорувалися в нашій державі всі роки її незалежності. Поштовхом до дії стало підвищення тарифів на енергоносії, які спонукали громадян і очільників держави зрозуміти нарешті, що субсидії в

енергетиці є антиринковими явищами, що призводять до стагнації економіки України.

Але існує досвід цивілізованих країн, де після енергокризи кінця 70-х років зрозуміли, що кожна заощаджена одиниця енергії в 3-5 разів дешевша за новозгенеровану. Тому всі зусилля були направлені на ефективне використання енергоресурсів при незначному рості генерації. Враховуючи той факт, що кожний товар складається з трьох складників – комплектуючих, енергії і заробітної плати, зменшення другої складової призвело до збільшення відповідно конкурентності товарів та зарплати виробників. Україна практично ігнорує вказані заходи і на сьогоднішній день є світовим лідером по енергозатратах, витрачаючи в 5 разів більше енергії на одного жителя на одиницю (ВВП) валового внутрішнього продукту ніж Німеччина чи Японія. [1].

Фактологічні дослідження демонструють, що виправити ситуацію в енергетичній галузі можна, здійснивши наступні кроки:

1. В Україні близько 20-25% всієї електроенергії витрачається на освітлення. За фактом ми практично єдина країна в Європі де на урядовому чи законодавчому рівні не заборонено виготовляти та експлуатувати лампи Едісона, які в 7-10 разів енергозатратніші за існуючі енергозберігаючі та світлодіодні джерела світла. Прикрим фактом є те, що Україна стала демпінговим полігоном для малоефективних ламп, в тому числі з Киргизії (більше 50% від об'єму реалізації на території країни).

В Польщі зусилля, направлені на витіснення архаїчних ламп розжарювання, дозволили на 3,8% зменшити загальне електроспоживання в країні. Адекватні заходи в Україні дозволили б вивести в резерв один енергоблок атомної електростанції і значно зменшити алогічні віялові відключення споживачів.

2. Загальновідома світова практика дво-, тритарифікації споживання електроенергії призводить до розмивання графіків навантаження енергосистеми в пікові періоди і, тим самим, унеможлиблює згадані віялові відключення споживачів.

Україна до тепер перебуває в системі цінностей, коли держава генерує електроенергію, а приватні структури розподіляють і реалізують, при повній відсутності стимулів до вирішення вказаної задачі. Ми єдині в Європі хто системно не займається переносом теплового та електромеханічного навантаження в нічний період експлуатації енергосистеми.

Навіть в координатах існуючих тарифів та коефіцієнтів обліку можна значно покращити режими роботи національної енергосистеми і вагомо зменшити закупки імпортного вугілля для теплоелектростанції, зменшити затратну гідроакумуляцію.

3. Втрати в тепломережах України знаходяться поза всякою логікою. Як можна споживати те, що не обліковується? В більшості випадків це носить злочинно халатний характер існування тепломереж. Повна відсутність енергетичного аудиту і системного моніторингу унеможлиблює повноцінний аналіз і цивілізовані правила гри при прийнятті технічно-економічних рішень.

Тільки державне адміністрування в цій галузі може принести бажані 20-25% економії теплової енергії. Для цього необхідно проводити прозорі енергоаудити, складати енергобаланси споживачів, територій, регіонів, а також створювати автоматизовані системи енергомоніторингу і на їх основі розробляти конкретні заходи з санації енерговампірів та спонукати споживачів

до цивілізованого споживання теплової енергії, пам'ятаючи про її повну конвертацію.

Одним із векторів покращення ситуації на енергоринку України є енергозаміщення традиційних видів енергії відповлювальними джерелами, в першу чергу для нашої ситуації, зокрема – біоенергією. [3] Європейський досвід свідчить, що при правильно вибудованій системі енергозаміщення, і це абсолютно реально для України, біомаса може витіснити 5-7% традиційної енергії. Використання біобрикетів, пілетів, кускового палива з деревини, соломи, енергетичної лози, елеваторних відходів успішно конкурує з природним газом та електроенергією. За даними Української академії

аграрних наук підприємства АПК України можуть за рахунок біомаси стати повністю самодостатніми у генерації теплової енергії для сільського населення. В сукупності з виробництвом рідного біопалива для двигунів внутрішнього згоряння це може бути вагомим внеском у енергетичний баланс України та створить тисячі додаткових робочих місць.

Синтез мікро- та макромереж в межах держави дозволить переформатувати та адаптувати енергетику на загальносвітові тенденції її розвитку, де впровадження нових технологій відновлювальних джерел енергії в найближчому майбутньому збільшить їх частку в енергетиці до 60-90%. На рис. 2 показано місце біоенергетики у структурі енергоносіїв.



Рис. 2. Структура енергоресурсів України

5. Надзвичайно актуальною сферою економії електроенергії є використання автоматизованих систем керування технологічними процесами (АСКТП) на базі енергоефективного регулювання швидкісними режимами електроприводів промислового обладнання (20-30%).

В Україні даний напрям почав усвідомлено розвиватися в останні десятиріччя, коли споживачі наукової продукції, виробники технічних засобів та проектантські організації енергоощадних швидкісних режимів почали витісняти з технологічних процесів архаїчні механічні системи регулювання швидкості обертів технологічних машин і механізмів. [4].

Керування координатами електродвигунів, які є основними споживачами електроенергії (більше 60% в загальнодержавному балансі) в цілому дають змогу вирішити вагомий науково-практичний проблем, націлений на зменшення енергоємності економіки.

6. В період дешеvizни викопного вуглеводневого палива в Україні бездумно знищено або проігноровано



відновлювальну міні енергетику побудовану на базі гідро-, тепло- та вітростанціях. [2]. Наразі для нашої держави настав час стимулювання розвитку мінігенерації з врахуванням сучасних тенденцій її розвитку. Це може стати фундаментом для створення базисних структур розподільної енергетики, яка розвивається в цивілізованому світі. Додаткові 1-2% в загальний енергетичний баланс України дозволить споживачам почувати себе більш комфортно та згладжувати колізії макроенергосистем.

7. Втрати в електромережах України сягають 15-17% при загальноєвропейських до 10%. Асиметрія, Генерація реактивної енергії, та значні коливання напруги на шинах споживчих трансформаторів стали буденними явищами електроенергетики України. Але існують загальновідомі методи і засоби унеможливлення вказаних явищ, що призведе до економії мінімум 3-5% електроенергії та зменшить необхідність віялових відключень.

8. Наша країна вперто сповідує ідеологію енергетичного нігілізму. Навіть в Росії в школах проводять уроки енергоощадності, в університетах розроблені програми, а студентам читають лекції в цьому напрямку. В Україні на початку 2000-х планували реалізувати вказані зусилля. Науковці Київської політехніки підготували прекрасні підручники, міністр освіти видав наказ про лекції в університетах. На цьому все завершилося.

Засоби масової інформації дуже прохолодно відносяться до енергоефективності і, зважаючи на економічні інтереси власників та просто банальний енергонігілізм населення призвів нашу державу до нинішнього стану економіки, який політики підігривають антидержавною тарифною, з присмаком абсурдних субсидій, тематикою.

Світовий досвід показує, що просвітництво та адміністрування держави в галузі енергоощадності та енергоефективності дає змогу зменшити енергозатратність економіки на 15-20%.

#### Висновки

Таким чином, виконання вказаних зусиль при цілеспрямованій державній підтримці дозволить:

повністю відмовитися від імпортного палива (природний газ, вугілля);

зменшити навантаження на доквілля;

припинити віялові відключення в електроенергетиці;

підвищити конкурентність продукції українських підприємств;

покращити інвестиційну привабливість України;

створити додатково тисячі робочих місць.

#### Література

1. Микола Корчемний. Енергозбереження в агропромисловому комплексі. / Микола Корчемний, Валерій Федорейко, Володимир Щербань // – Тернопіль: Підручники і посібники. 2001. – 984 с. Корчемний М.О. Щербань В.П.

2. Праховник А.В. Малая энергетика: распределенная генерация в системах энергоснабжения. / А.В. Праховник // – К.: «Освіта України». – 2007. – 464 с.

Fedoreyko V. Independent power supply of menage objects based on biosolid oxide fuel systems. / O. Beshta, V. Fedoreyko, A. Palchyk, N. Burega // Power engineering, control & information technologies. – CRC Press Boca Raton, London, New York, Leiden, 2015. – p. 33 – 39.

Федорейко В.С. Енергозбереження засобами електроприводу в АПК. / В.С. Федорейко // Праці Таврійської державної агротехнічної академії. – Мелітополь: ТДАТА, 2005, Вип. 32. – С. 13 – 19.

УДК 621.311

Чубак Т.Л., директор з розвитку  
*Торгово-розважальний центр «ПОДОЛЯНИ»*

## **ІМПЛЕМЕНТАЦІЯ АЛЬТЕРНАТИВНОЇ ЕНЕРГЕТИКИ В УКРАЇНСЬКІЙ РЕАЛІЇ**

В контексті обмеженості ресурсів для виробництва традиційної енергії в Україні, як і у світі, більш перспективним і надійним є розвиток альтернативної енергетики, яка дозволить забезпечити енергетичну, економічну, а для України в певних питаннях і політичну незалежність від зовнішніх чинників.

Альтернативна енергетика – енергетична галузь, що спеціалізується на отриманні та використанні енергії з відновлюваних джерел. До відновлюваних джерел енергії зараховують енергію сонячного випромінювання, вітру, морів, річок, біомаси, теплоти Землі, вторинні енергетичні ресурси, які існують постійно або виникають періодично у докільлі. Світова практика розвитку енергетики свідчить про те, що розвинені країни світу здійснюють не лише активний пошук альтернативи органічному паливу, а й нарощують обсяги споживання альтернативних джерел енергії.

У світовій практиці має місце зміна структури споживання і виробництва енергії з тенденцією до збільшення питомої ваги відновлюваних енергоресурсів. Окрім того, з кожним роком зростають обсяги інвестицій в альтернативну енергетику, що свідчить про перспективність цього виду енергетики і тенденції до зростання в найближчий час.

За даними Програми ООН з навколишнього середовища (UNEP), опублікованими у звіті *Global Trends in Renewable Energy Investment 2015* сумарні інвестиції у

поновлювані джерела енергії у світі зросли на 17% і досягли 270,2 млрд доларів.

У 2014 році, до п'ятірки лідерів за інвестиціями у альтернативну енергетику входить Китай (83,3 млрд дол.; +39%), США (38,3 млрд дол.; +7%) Японія (35,7 млрд дол.; +10%), Бразилія – 7,6 млрд дол. (+93%) та Індія – 7,4 млрд дол. (+14%). Країни Євросоюзу забезпечили сумарний приріст у 1% – близько 57,5 млрд доларів – завдяки розвитку офшорної вітроенергетики. В тому числі Європа побила рекорд з реалізації найбільш дорогого проекту у цій сфері, встановивши вітрову станцію на 600 МВт у водах Нідерландів.

Сонячна енергетика, в яку торік було вкладено 149,6 млрд доларів (+ 29%), залишається ключовим сегментом на ринку ВДЕ. На другому місці вітроенергетика з 99,5 млрд доларами і приростом у 11%. Зростання демонструє і геотермальна енергетика, інвестиції в яку збільшились торік на 23% – до 2,7 млрд доларів. Натомість у біопаливо під впливом дешевої нафти було вкладено всього 5,1 млрд доларів – це мінімальний рівень за останні 10 років. При цьому інвестиції у біомасу і енергію з відходів скоротилися на 10% у порівнянні з 2013 роком і склали 8,4 млрд доларів, а у малі ГЕС торік вклали на 17% менше коштів – близько 4,5 млрд доларів. З усіх побудованих торік у світі електричних станцій майже половина (48%) працює на відновлюваних джерелах енергії. Третій рік поспіль частка альтернативної енергетики у нових станціях перевищує 40%. При цьому інвестиції у генеруючі потужності оцінюються у 242,5 млрд доларів, а у нові потужності на викопному паливі – у 132 млрд доларів. Між тим, частка

відновлюваної енергетики у електрогенерації, хоч і скромна, але постійно зростає: у 2014 році – на 9,1%, роком раніше цей показник становив 8,5%.

Альтернатива енергетика в багатьох розвинених країнах світу вже перестала бути альтернативною. Візьмемо приміром дані деяких розвинених країн: у Німеччині сонячна енергетика дала більше 5% від всієї виробленої енергії в країні; Ісландія близько 30% своїх потреб у енергії забезпечує з геотермальних джерел; Данія забезпечує потреби свого населення у електроенергії на 30% з вітрової енергетики, ще 15% отримується шляхом перероблення біомаси; Італія, країна з однією з найпотужніших економік світу з населенням близько 60 мільйонів осіб, більше 6% електроенергії генерує сонячними електростанціями, а вітрова енергія і енергія біомаси забезпечують ще 11% потреб країни. Енергетичні плани таких гігантів світової економіки як США та Китай передбачають найближчими роками поступове збільшення відновлювальної енергетики до частки понад 30%.

А яка ситуація з відновлювальною енергетикою в Україні? На жаль, в нашій країні відновлювальна енергетика досі лишається альтернативною.

Розвиток відновлювальної енергетики в нашій країні стримується низкою перешкод, основними серед яких є:

– по-перше, фінансові перешкоди (обмежені внутрішні джерела фінансування господарюючих суб'єктів та їх низька кредитоспроможність, непривабливість цього сектора для зовнішніх інвесторів, висока вартість обладнання та досліджень);

– по-друге, інформаційні перешкоди (нестача інформації про умови здійснення та вигоди діяльності у сфері використання ВДЕ, відсутність обміну позитивним досвідом вирішення місцевих проблем енергозабезпечення за рахунок ВДЕ);

– по-третє, організаційно-інституційні (відсутність нормативно-правової бази у сфері підтримки розвитку ВДЕ; інститутів, здатних активно провадити реалізацію проектів у сфері використання ВДЕ).

Якщо світова сонячна енергетика розвивається двома шляхами – фотоелектричних сонячних електростанцій та теплових сонячних електростанцій, то в Україні наразі присутні тільки електростанції першого типу. Перш за все це зумовлено ландшафтом та кліматом, адже, як правило, теплові сонячні електростанції будують на великих пустельних площах в тропічних поясах. Найкращі умови для будівництва теплових сонячних електростанцій були в Криму, але після анексії півострова Росією цей тип електростанцій найближчим часом в Україні навряд чи з'явиться. Після Криму найперспективнішим регіоном для розвитку сонячної енергетики є південь України. Там кількість сонячного випромінювання можна порівняти із північною Італією, яка є лідером за кількістю сонячних електростанцій у світі. Загалом на материковій Україні нараховується кілька десятків сонячних електростанцій потужністю від 1 до 15 МВт, а понад дюжину СЕС мають потужність від 20 до 120 МВт (деякі тільки будуються).

Підбиваючи підсумки скажемо, що сонячна енергетика в Україні буде розвиватися. Завдяки спеціальному «зеленому тарифу» сонячна енергетика стала

прибутковим бізнесом, що приваблює іноземних інвесторів. За статистикою, обсяг введення в експлуатацію нових сонячних електростанцій постійно збільшується, а тому сонячна енергетика може стати одним з джерел заміни недешевому російському газу, та можна припустити і подальшу підтримку сонячної енергетики українською владою.

Чималий потенціал має вітрова енергетика. Україна має території з постійними досить сильними вітрами, завдяки чому розвиток вітроенергетики має логічне обґрунтування. Навіть не зважаючи на більшу вартість вітрової енергії (у порівнянні з традиційно, виробленою з викопних ресурсів) використання енергії вітру є економічно виправданим у степових (зокрема приморських) та гірських районах країни (Одеська, Миколаївська, Харківська, Луганська і Донецька області, а також гірські райони Карпат і анексованого Криму). За підрахунками, вітрова енергетика може забезпечити Україну на 15% від загальних потреб електроенергії.

Сьогодні одним з найбільш розповсюджених видів електростанцій є теплові. На таких електростанціях енергія генерується за рахунок спалювання природних ресурсів – вугілля, рідкого палива чи газу. В Україні найбільша частка припадає саме на вугілля, за ним слідує природний газ. Однак і перший і другий варіант є далеко не ідеальними: спалювання вугілля призводить до значних викидів шкідливих речовин в атмосферу, а природний газ хоч і позбавлений цього недоліку, його вартість постійно зростає.

Але існує й інший шлях для теплових електростанцій – альтернативна енергетика. Замість

вугілля, нафти та природного газу Україна може використовувати біомасу – по суті відходів сільського господарства та побутового сектору. Так, в якості палива для ТЕС можна використовувати соломку, потенціал якої становить більше чотирьох мільйонів тон на рік. Ще один варіант – використання біогазу, який можна отримати з відходів життєдіяльності тварин і птиці. Його потенціал – більше 6 мільярдів м<sup>3</sup> на рік.

Та як і будь-яка малорозвинена галузь використання біомаси потребує значних інвестицій, які за розрахунками повернуться не раніше ніж за 4-5 років. Через це альтернативне пальне з біомаси поки не набуло широкого розповсюдження, хоча поодинокі приклади його використання в Україні є. Побудовані в Україні ТЕС на біомасі наразі мають потужність від 1 до 6 МВт електричної енергії і від 10 до 35 МВт теплової потужності. Загалом біо-ТЕС виробляють трохи більше 1% від всієї долі ТЕС.

Наразі лишається сподіватися, що замість планів по закупці дорогого російського газу українська влада візьме приклад з Швеції чи Австрії, де з біомаси генерується 61% і 37% всієї теплової електроенергії відповідно. Щодо інших галузей альтернативної енергетики (наприклад геотермальна, приливна) поки годі й говорити.



Сигитас Мичюліс, *мэр города Таураге, Литва*

## **ЕВРОПЕЙСКИЙ ПУТЬ РАЗВИТИЯ И ВНЕДРЕНИЕ АЛЬТЕРНАТИВНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ**

Наш край становится богаче, потому что у нас нет газопровода...

Советы из опыта литовского города, они сейчас актуальны для многих регионов Балтии и не только.

Мы имеем давние связи с Украиной. 7-8 лет назад мы подписали договор с Тернопольской областью. И все время говорим о нашем опыте, который приносит успех. Месяц назад город Таураге подписал договор о сотрудничестве с Тернополем.

В нашем городе наравне с литовцами работают граждане Украины. Они стараются быть полезными нашему городу и стране в культуре, бизнесе, и это очень хорошие люди, они любят Литву и Украину и говорят на литовском языке. Сейчас много говорят об энергетике. Так вот, в Таураге много зеленой энергетики, больше, чем нам нужно. И Украине нужен не газ, нужно тепло и электричество.

В нашем краю тепло и электричество мы производим на новейших технологиях, 100% пользуемся сами и еще продаем другим регионам. Солнце на Землю присылает огромное количество энергии. На щедрые земли Польши, Прибалтики и Украины с их влажностью попадает много тепла и солнца, это все дает рост биомассы. Так тепло для людей изготавливается из биомассы, отходов древесины. А электричество мы берем из воды, Солнца, канализационных вод, а еще у нас самые большие в Литве ветряные поля.

Справка 1.

Подводя итоги работы ветроустановок в Литве, энергетические службы Литвы выяснили, что ветровые

установки страны за первые девять месяцев 2015 года выработали 511 ГВт×ч электроэнергии.

Это количество составляет 20% от всего произведенного в стране электричества, что является рекордным показателем за всю историю литовской альтернативной энергетики.

Сейчас в Литве действует 17 ветропарков. Их общая установленная мощность составляет 282 МВт. Благодаря развитию ВИЭ весной 2015 года цены на электроэнергию в Литве упали на 15%.

Возможности есть большие. Зеленая энергетика выделяет в (40-60) раз меньше CO<sub>2</sub> (углекислого газа), загрязнений, чем газ и нефть. И деньги остаются на этой территории. Рынок остается с деньгами.

В нашем краю не было газопровода, отапливали мазутом. Если был бы газопровод, мы бы подключились к нему. И с ним бы ушли деньги из нашего края. Мы живем немножко богаче, потому что нет энергетической зависимости.

#### Справка 2.

Литва инвестирует средства и стремится создать условия для использования в стране более чистого, менее вредного для окружающей среды и более дешевого альтернативного топлива – сжатого природного газа (СПГ). Для этого в Вильнюсе уже оборудована самая большая станция СПГ в стране, обслуживающая более чем 120 городских автобусов и автомобили частных владельцев. Заправленные таким топливом транспортные средства не выбрасывают твердых частиц, а общее количество выбрасываемых вредных веществ сокращается на 80%.

В порту Клайпеда работает корабль-терминал сжиженного природного газа (СПГ) под названием Independence («Независимость»). Его эксплуатация сократила зависимость от российских энергоносителей и

защищает потребителей Литвы, Латвии и Эстонии в случае перебоев с газом.

В 2020 году терминалы в Польше и Литве свяжет ветка газопровода. Конкуренции из-за поставщиков мы не ожидаем, скорее наоборот. Рассчитываем на более тесное сотрудничество с поляками. Наш регион достаточно небольшой, у нас множество нерешенных проблем в сфере энергетической безопасности, инфраструктуры. Все это можно решить, только сотрудничая.

Доля терминала в импорте газа составляет (20 – 25) % (540 млн. кубометров газа, мощность терминала – 3 млрд кубометров газа.) от общего объема потребления голубого топлива в нашей стране.

Договор с норвежской Statoil подписан на минимальный, необходимый для деятельности терминала объем газа (540 млн кубометров). На сегодняшний день нам удалось заключить ряд предварительных договоренностей с двенадцатью ведущими мировыми поставщиками сжиженного газа.

Стоимость аренды корабля-терминала сжиженного газа Independence – 43 млн евро, которые Klaipedos Nafta будет ежегодно выплачивать судовладельцу и оператору терминала – норвежской компании Hoegh LNG. Терминал состоит из трех основных частей: плавучего хранилища с регазификационной установкой, специально оборудованного для швартовки причала и газопровода высокого давления, соединенного с магистральным газопроводом.

Недавно мы подписали договор с украинской ассоциацией, которая занимается вопросами туризма. Хотим пройти путем Гедеминаса по Украине. У нас есть очень большие возможности работать в области культуры, туризма, спорта, бизнеса, образования, науки и политики.

Мы 11 лет в Евросоюзе. Нам говорили о трех ценностях, которые будут продвигаться свободно: люди,

товар и капитал. Литовский бизнес юный, ему только 25 лет. Из-за войн, оккупации мы потеряли заводы, технологии и, главное, кому продать. Сейчас в Таураге приходят заводы из Скандинавии, ставят станки здесь и люди работают лучше, чем в Скандинавии или даже в Германии. Получает пользу Литва и инвесторы. Мы получаем пользу, потому что увеличивается наш бюджет, из которого мы можем финансировать важные части нашей жизни: культуру, здравоохранение, образование, социальные потребности и развивать инфраструктуру.

Европейский союз еще в 2007 поставил перед собой амбициозную цель, достигнуть которую, по мнению экспертов, он определенно сумеет.

«План 20-20-20» предусматривает сокращение до 2020 года выбросов парниковых газов на 20%, рост в энергобалансе доли биотоплива и возобновляемых источников энергии – ВИЭ – на такую же цифру и сокращение энергопотребления на те же 20%.

Уже сегодня страны ЕС превзошли 50-процентный рубеж ВИЭ в энергобалансах, общеевропейский же показатель уже давно превышает 20%.

Предполагается увеличить долю возобновляемых источников энергии в «Энергобалансе 2050» к (55-75)% в общей структуре энергетики и к (59-83)% – в электроэнергетике.

Об этих проблемах и перспективах развития альтернативной энергетики нужно говорить детям доступно и серьезно, по-взрослому давая почувствовать, что они могут выбрать профессию своей мечты и продолжить это дело. Полезные уроки нужны всем и учителям и ученикам, а главное, когда это приносит еще и блага для города и страны.

УДК 621.3

А.В. Сабат

*Науковий парк «Інноваційно-інвестиційний кластер  
«Тернопілля»*

## **ЕЛЕКТРОМОБІЛЬНИЙ ЗАРЯДНИЙ ПРИСТРІЙ**

Електромобільний зарядний пристрій містить низькообертовий електрогенератор 3, привід якого виконується високообертовим електродвигуном 1 через передачу від зірки 2 до колеса В, а для забезпечення їхньої спареної роботи застосовується механізм, який за допомогою радіуса  $R_B$ , як важеля, значно збільшує величину крутного моменту на валу 4 електрогенератора, який характеризується передаточним числом «і» ( $R_B/R_A$ ), що дозволяє виробляти електроенергію значної потужності при меншій витраті її (за рахунок важільного ефекту) приводним електродвигуном, в наслідок чого буде досягнуто значний економічний результат, екологічно чисті наслідки роботи і високий рівень корисної дії.

Корисна модель належить до електромеханічних пристроїв і може застосовуватися для зарядки акумуляторних батарей електромобіля.

Рівень споживання енергії – один з показників розвитку продуктивних сил суспільства.

Ведуча роль при цьому належить електроенергії. Проте виготовлення електроенергії із енергетичних матеріалів з надр землі (вугілля, газ) при їх спалюванні забруднюють повітря викидами парникових газів, які несуть небезпеку для людства.

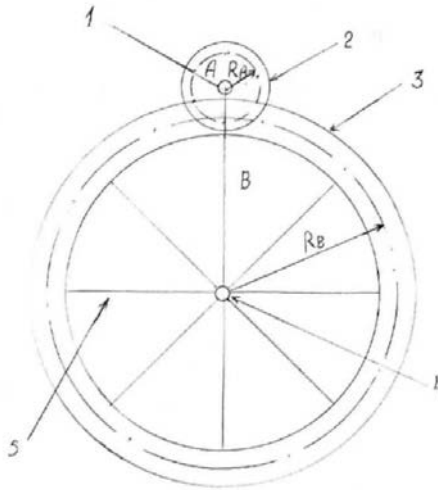


Рисунок 1

Для досягнення економічного використання електроенергії і її примноження передбачається запропонована до розгляду корисна модель.

Поставлена задача вирішується у створенні механізму, в якому за допомогою важелів, що входять до їх конструкції, збільшується кількість виробленої електроенергії.

В основу механізму (креслення) входить колесо В, яке обертається електродвигуном за допомогою передачі від зірочки 2, закріпленої на його осі (1).

Колесо В, закріплене на осі 4 електрогенератора, обертаючись крутить його.

Кутова швидкість колеса В ( $WB$ ) повинна відповідати технічній характеристиці електрогенератора, який обертається разом з ним.

Кружний момент  $M$  на валу електрогенератора залежить від довжини плеча  $RB$  і від передаточного числа

«і», яке визначається і узгоджується з іншими параметрами механізму за формулою:

$$1) RB/RA=WA/WA=i$$

де  $WA$  – кутова швидкість обертання електродвигуна;  
 $WB$  – кутова швидкість обертання електрогенератора;  
 $RA$ ,  $RB$  – радіуси зірочки  $A$  і колеса  $B$ ;  
 $i$  – передаточне число.

Економічний результат буде визначатися за формулою:

$$2) P1/P2=RA/RB$$

де  $P1$  – потужність електроенергії, яка витрачається;  
 $P2$  – потужність виробленої електроенергії;  
 $RB$  – довжина радіуса колеса  $B$ ;  
 $RA$  – довжина радіуса зірки  $A$ .

Основним показником, що позитивно впливає на величину коефіцієнта корисної дії механізму, являється число  $i$ .

Формули 1 і 2 дають повні відповіді, за якими визначаються всі параметри і економічні показники.

Чим більша різниця в частотах обертання між попередньо вибраними генератором  $WB$  та електродвигуном  $WA$ , і при збільшенні довжини  $RB$  (в межах допустимого) приведе до збільшення величини  $M$ , яка позитивно впливає на величину крутого моменту і збільшення кількості виробленої електроенергії при значно менших її витратах.

Живлення привідного електродвигуна, що обертає зірку  $A$ , закріплену на його валу 1, відбувається бортовою напругою автомобіля.

Перелік позначень креслення:

$A$  – ведуча зірка;

$B$  – ведене колесо;

$RA$  – радіус колеса  $A$ ;

- RV – радіус колеса В;
- 1 вал електродвигуна;
- 2 – зубці зірки;
- 3 – ланцюг;
- 4 – вал електрогенератора;
- 5 – спиці.

Практичне здійснення корисної моделі внесе значний економічний результат, екологічно чисті наслідки роботи та високий рівень корисної дії. Додаткові пояснення до креслення.

Через можливі труднощі застосування зубчастої передачі між колесами А і В, при нарізанні зубів на колесі В (через великий його діаметр), передбачено можливе застосування дещо зміненого способу ланцюгової передачі, в якій ланцюг 3 закріплено на його поверхні (ободі) і в парі з зіркою 2 виконуватимуть завдання зубчастої передачі.

Зарядка акумуляторних батарей може відбуватися при їзді під час гальмування (при натисканні на педаль гальма).





# ПОДОЛЯНИ

ТОРГОВЕЛЬНО-РОЗВАЖАЛЬНИЙ ЦЕНТР

**«Подоліяни»** - найбільший торговий парк в Західній Україні, поєднує в собі значну кількість брендівих магазинів, послуг та цікавих розваг.  
**ТРЦ «Подоліяни»** - центр сімейних веселощів і розваг.



Загальна площа закладу становить 49 000 кв.м.

Продуктовий гіпермаркет - 8000 кв.м.

ЦІЛЮДОБОВИЙ паркінг на 1800 машиномісць.

Хороша транспортна розв'язка - маршрутні автобуси №18, 19, 22.

Найкомфортніші умови для організації фестивалів, виставок, конференцій, івент-заходів.

### *Комфортний шопінг*

Ексклюзивність та вибір висококласних товарів відомих брендів, таких як: Colin's, Madoc, Levi's, Chicco, Derby, Zeplin, Top Secret та ін.

Єдині представники мережевих магазинів в області - ІНТЕРТОП, Reserved, Cropptown, House, Zarina, Brocard, Меблі Сіті, Стіл та Стілець та інші. Понад 120 butikів торгової галереї.

### *Індустрія розваг:*

найбільший боулінг-більярдний клуб з просторим лоббі-баром;

перша в місті крита льодова арена; комфортна дитяча кімната;

4-зальний кінотеатр з 3D форматом; 5D кінотеатр; ТІР;

дитячі атракціони.

### *Унікальне поєднання ексклюзивних розваг та ресторанного бізнесу*

найбільший в Західній Україні пивний клуб, справжня сцена для живих концертів, 24 монітори та 350 глядацьких місць,

вишукана кондитерська для справжніх гурманів солодощів

справжня італійська піцерія,

вишукане лаунж кафе з джазовими та караоке вечорами,

бенкетний зал для урочистих подій, проведення семінарів та конференцій.

Традиції східної тематики підтримує японський суші-бар, фаст-фуд.

Адреса м. Тернопіль, вулиця Текстильна, 28-Ч

Телефон +380 (352) 47-78-18

Email podolyany@gmail.com

Сайт www.podolyany.com.ua



- створення та реалізація інноваційних та інвестиційних проєктів;
  - інноваційно-інвестиційна, наукова, дослідницька, освітня, науково-технічна, виробнича діяльності
  - \* енергоефективні та енергоощадні технології на основі відновлювальних та альтернативних джерел енергії;
  - \* екологічний моніторинг та контроль атмосфери, наземної поверхні (електромагнітна складова, техногенна, гепатогенна);
  - \* земні комплекси супутникового дистанційного зондування Землі;
  - \* системи очищення води та докільця від побутових та промислових відходів;
  - \* антенні системи та пристрої НВЧ;
  - \* інформаційні та телекомунікаційні системи і технології;
  - \* наземні та супутникові системи зв'язку та моніторингу;
  - \* технології і технологічні процеси в машинобудуванні, будівництві, вимірювально – діагностична лабораторія;
  - \* неруйнівні методи прогнозування та підвищення міцності, довговічності елементів конструкцій (енергетика, транспорт, машинобудування, будівельні конструкції та споруди).

**Проєкти, консультації, патентування, запуск у виробництво, маркетинг, менеджмент, діагностика, науково-дослідницькі роботи, екологічний контроль**

вул. Руська, 56,  
вул. Текстильна, 28  
м. Тернопіль, 46001, Україна,  
тел.: +38(0352) 42-53-68,  
E-mail: [sciencepark.t@gmail.com](mailto:sciencepark.t@gmail.com)



## Видавництво Тернопільського національного технічного університету ім. І. Пулюя

виготовляє підручники для вузів, методичну літературу, художні видання, надає редакційно-видавничі та поліграфічні послуги з набору тексту, розробки макетів і друку книги чи будь-якої іншої поліграфічної продукції (брошури, плакати, афіші, календарі).

### КРИМ ТОГО, ВИДАВНИЦТВО ПРОПОНУЄ ТАКІ ПОСЛУГИ:

- дизайн візитівок, буклетів, вітальних листів;
- професійне вичитування і верстку;
- сканування та копіювання;
- чорно-білий і повноколірний друк.



м. Тернопіль,  
вул. Гоголя, 8.  
Тел.: 43-02-09.

e-mail: [vydavnytstvo@tu.edu.te.ua](mailto:vydavnytstvo@tu.edu.te.ua)

Наукове видання

**Міжнародний  
інвестиційний форум-виставка  
з енергоефективності та енергоощадності 2015**

Матеріали науково-практичного семінару  
українською та російською мовами

Формат 60x84 1/16. Папір ксероксний.  
Обл. вид. арк. 5,95  
Тираж 15 примірників. Замовлення № 2631

Видавництво Тернопільського національного  
технічного університету імені Івана Пулюя  
вул. Руська, 56, кор. 1, кім. 102, м. Тернопіль, 46001

Е-mail: [vydavnytstvo@tu.edu.te.ua](mailto:vydavnytstvo@tu.edu.te.ua)

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 4226 від 08.12.11