

УДК 621.472

**Немировський Ілля Абрамович**, канд. техн. наук, доц. Тел +38-057 -707-65-65. E-mail [alikhnem@ukr.net](mailto:alikhnem@ukr.net) ID ORCID: <http://orcid.org/0000-0000-0000-0000>

**Овсянникова Ірина Михайлівна**, асистент. E-mail [iraelnekova@ukr.net](mailto:iraelnekova@ukr.net), ID ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-4953-4225>, 0968274096

Харківський Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків, Україна. Вул. Фрунзе, 21, м. Харків, Україна, 61002

### ПРОГНОЗ ЦІН НА ЕНЕРГЕТИЧНІ РЕСУРСИ ТА ТЕПЛОВУ ЕНЕРГІЮ

*В роботі визначена тіснота відношення тарифу на теплову енергію для побутових споживачів та тарифу на природний газ та електричну енергію для теплогенерувальних компаній. Крім того, проаналізовані данні щодо тарифів на природний газ та електричну енергію за останні 12 років. Також згідно отриманих даних показаний можливий рівень цін на ці енергетичні ресурси на найближчі 8 років до 2020 року. На основі цього показана рівень цін на теплову енергію для побутових споживачів до 2020 року.*

**Ключові слова:** енергетичні ресурси, енергія, прогноз, тариф.

**Немировський Ілля Абрамович**, канд. техн. наук, доц. Тел +38-057 -707-65-65. E-mail [alikhnem@ukr.net](mailto:alikhnem@ukr.net) ID ORCID: <http://orcid.org/0000-0000-0000-0000>

**Овсянникова Ірина Михайлівна**, асистент. E-mail [iraelnekova@ukr.net](mailto:iraelnekova@ukr.net), ID ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-4953-4225>, 0968274096

Харьковский Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт», г. Харьков, Украина. Ул. Фрунзе, 21, г. Харьков, Украина, 61002

### ПРОГНОЗ ЦЕН НА ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ РЕСУРСЫ И ТЕПЛОВУЮ ЭНЕРГИЮ

*В работе определена теснота отношения тарифа на тепловую энергию для бытовых потребителей и тарифе на природный газ и электрическую энергию для теплогенерирующих компаний. Кроме того, проанализированы данные по тарифам на природный газ и электрическую энергию за последние 12 лет. Также, согласно полученным данным, показан возможный уровень цен на эти энергетические ресурсы на ближайшие 8 лет до 2020 года. На основе этого показан уровень цен на тепловую энергию для бытовых потребителей до 2020 года.*

**Ключевые слова:** энергетические ресурсы, энергия, прогноз, тариф.

**Nemirovskiy Ilya Abramovich**, Cand. Sc. (Eng.), Assoc. Prof. NTел +38-057 -707-65-65. E-mail [alikhnem@ukr.net](mailto:alikhnem@ukr.net) ID ORCID: <http://orcid.org/0000-0000-0000-0000>

**Ovsyannikova Irina Mikhaylovna**, TF. E-mail [iraelnekova@ukr.net](mailto:iraelnekova@ukr.net), ID ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-4953-4225> 096 8274096

National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute, Kharkov, Ukraine. Frunze st., 21, Kharkov, Ukraine, 61002,

### PRICE FORECAST FOR ENERGY AND HEAT

*The tightness with respect to tariffs for thermal energy for domestic consumers and tariffs for natural gas and electricity to heat generating companies are identified. In addition, analysis of data on tariffs for natural gas and electricity for the past 12 years are analyzed. Also, according to our data, the possibility of the level of prices for these energy resources for the next 8 years, until 2020 are shown. On the basis of this shows the level of prices for thermal energy for domestic consumers until 2020 are shown too.*

**Key words** energy resources, energy, forecast, rate.

#### Вступ

Енергетична ефективність – це ключовий пункт європейської стратегії «Європа-2020», що спрямована на створення умов для стійкого та всебічного зростання та розвитку. Більш ніж 40 % споживаних первинних енергоресурсів приходить на будівлі. При цьому дві третини енергії, що споживається житловим будинком, необхідні для роботи систем опалення, вентиляції та кондиціонування повітря [1].

Ціна – грошове вираження вартості товару (продукції, виробів, робіт, послуг), тобто та кількість (сума) грошей, яку покупець сплачує за товар. На ціну впливають цілий ряд

факторів як постійно, так і випадково. Серед тих, що мають відносно постійний вплив на її формування можна виділити: циклічність розвитку світової економіки, стан вітчизняної економіки, рівень політичної нестабільності, дієвість державного регулювання, кон'юнктура ринку (конкурентне середовище, економічна поведінка посередників та покупців, коливання курсів валют) тощо.

**Постановка задачі**

Існування сучасного суспільства на існуючому технологічному рівні не можливо без споживання органічних природних копалин. Тим більше, в умовах їх дефіциту ціна на енергоресурси активно впливає на вартість кінцевого продукту всіх галузей промисловості, в тому числі на вартість теплової енергії. Прогнозування рівня росту ціни на енергетичні ресурси є одним з факторів, які спонукають до впровадження енергозберігаючих заходів з метою зниження тарифів та споживання викопного палива.

**Основний матеріал**

Вироблення теплової енергії на сучасних теплових станціях та районних котельнях супроводжується споживанням як природного газу, так і електричної енергії.

Згідно статистичних даних була визначена тіснота кореляційного відношення тарифу на теплову енергію для побутових споживачів та тарифу на природний газ та електричну енергію для теплогенерувальних компаній, що виробляють тепло для потреб населення згідно методики, поданої у [2, 3].

Визначення тісноти зв'язку тарифу на тепло для побутових споживачів і вартості енергетичних ресурсів – природний газ, електрична енергія, вода, здійснюється шляхом отримання кореляційного відношення величин, що порівнюються

$$\eta_{yx} = \frac{\sigma_{y_i}}{\sigma_y}, \tag{1}$$

де  $\sigma_{y_i}$  – середньо квадратичне відхилення середніх значень умовних середніх значень величини  $Y$  при заданому  $X = x_i$ ;

$\sigma_y$  – загальне середньо квадратичне відхилення величини  $Y$ .

Для визначення кореляційного відношення  $Y$  до  $X$  необхідно визначити наступні характеристики [2, 3]:

1. загальне середнє значення  $Y$ :

$$m_y = \frac{1}{N} \cdot (N_{y1} \cdot y_1 + N_{y2} \cdot y_2), \tag{2}$$

де  $N$  – кількість опитів,

$N_{y_j}$  – частота появи конкретного значення  $Y$ ;

2. умовні середні значення величини  $Y$  при заданому  $X = x_i$ :

$$m_{y_i} = \frac{1}{N_{x_i}} \cdot \sum_{j=1}^{N_{x_i}} y_{ij}, \tag{3}$$

де  $N_{x_i}$  – частота появи конкретного значення  $X$ ;

3. загальне середнє квадратичне відхилення величини  $Y$ :

$$\sigma_y^2 = \frac{1}{N-1} \cdot \sum_{j=1}^5 N_{y_j} \cdot (y_j - m_y)^2 \tag{4}$$

4. середнє квадратичне відхилення умовних середніх значень  $m_{y_i}$ :

$$\sigma_{y_i}^2 = \frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^5 (m_{y_i} - m_y)^2 \cdot N_{x_i}. \tag{5}$$

Отримані значення тісноти зв'язку тарифу на тепло для побутових споживачів і вартості енергетичних ресурсів дорівнюють 0,96 та 0,9 відповідно та незначно менші за одиницю, що свідчить про сильний нелінійний зв'язок між досліджуваними величинами.

Зміна по роках середньорічного значення долі енергоресурсів в тарифі на теплову енергію для побутових споживачів подана в таблиці.

Таблиця

Значення середньорічної долі енергоресурсів в тарифі на теплову енергію для побутових споживачів

Рік	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Значення, %	56,00	70,89	59,57	59,21	56,24	58,83	82,41	84,49	83,53	80,34

Значення, подані в таблиці, отримані згідно аналізу даних КП «ХТМ».

Згідно статистичних даних щодо рівня ціни на природний газ за дванадцять років з 2002-2014 р.р, що надані підприємством КП «ХТМ» (ціни, встановлені згідно постанов НКРЕ на природний газ для теплогенерувальних компаній, що виробляють тепло для потреб населення), побудована функція розподілу, яка відображає середньорічну зміну ціни на природний газ. Данні наведені на рис. 1.

За зазначений період тариф на природний газ змінювався нерівномірно та стрибкоподібно від 0 % за 2011-2013 р.р. до 125 % за 2006-2007 рр.

Якщо ціна на природний газ змінюється з плином часу по закону розподілу, що вдовольняє функції

$$y = 2,7203x^2 + 73,016x + 67,609, \tag{6}$$

то можна прослідити апрокси-моване подальше її зростання на наступні шість років до 2020 року. Відображення можливої ціни на природний газ на наступні роки наведено на рис. 2.

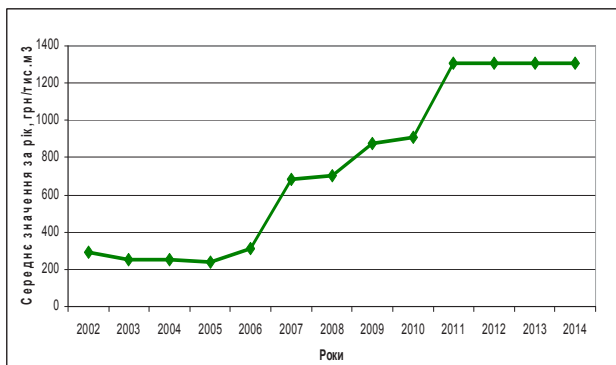


Рис. 1. Вартість природного газу

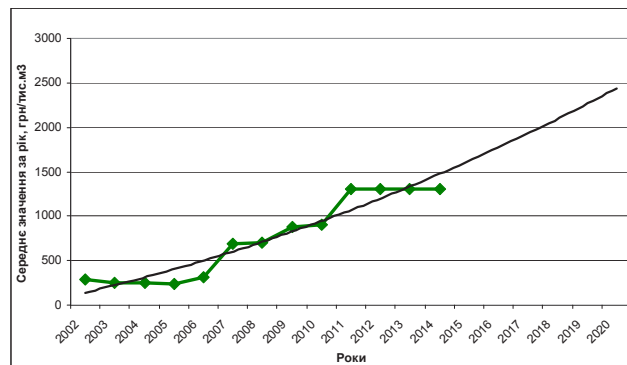


Рис. 2. Прогноз ціни на природний газ

Згідно [4], якщо значення критерію згоди  $\chi^2$  близько до одиниці, то функція  $y(x)$  годна для апроксимації отриманої гістограми, і її можна признати такою, що не суперечить опитним даним. За методикою, поданою [4] прорахований критерій згоди,  $\chi^2 = 0,9459$ . Отримане значення незначно менше за одиницю, можна сказати, що отриманий графік апроксимованої залежності відповідає опитним даним та гідний для подальшого використання для прогнозу можливого рівня досліджуваної величини.

З рисунку 2 випливає, що згідно закономірностям підвищення ціни за останні роки, середня вартість природного газу для теплогенерувальних підприємств на вироблення тепла населенню у 2020 році може скласти майже 2500 грн/тис.м³.

Аналогічні математичні операції були зроблені для даних тарифу на електричну енергію для компаній, що виробляють тепло населенню. Тож динаміку зміни ціни на

електричну енергію, апроксимований закон розподілу цієї величини, а також лінію подальшого її зростання на наступні шість років до 2020 року можна бачити на рис. 3.

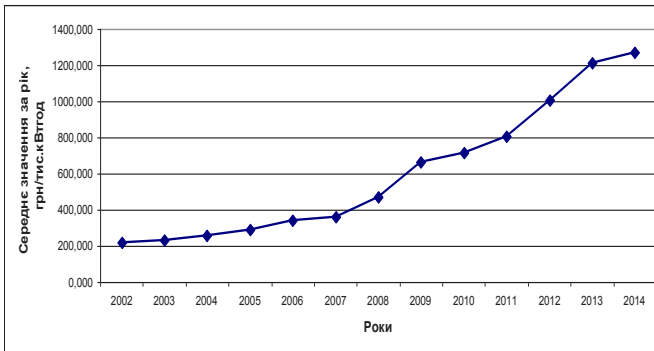


Рис. 3. Вартість електричної енергії

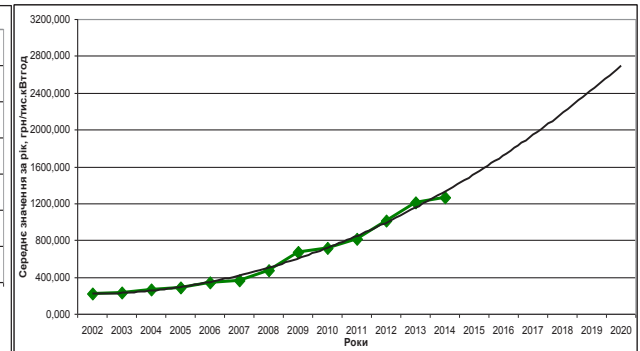


Рис. 4. Прогноз ціни на електричну енергію

Тож слід прослідити динаміку зміни ціни на електричну енергію. Згідно отриманої залежності

$$y = 7,5208x^2 - 13,03x + 221,4 \tag{7}$$

на рис. 3 побудована крива, що відображає рівень можливого тарифу на електричну енергію, відповідно до якого у 2020 році вартість електричної енергії для теплогенерувальних компаній може скласти 2700 грн/тис.кВтгод. На сьогоднішній день вона становить 1480,2 грн/тис. кВт·год [5].

Згідно статистичних даних, поданих КП „ХТМ”, побудована крива зміни тарифу за 1 Гкал на теплову енергію для споживачів КП «Харківські теплові мережі» на період з 2002–2014 р.р. та подана на рис. 5.

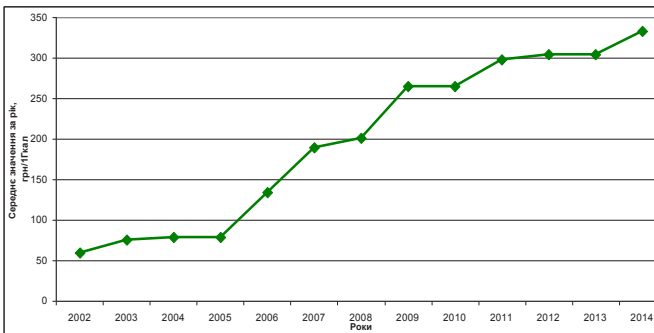


Рис. 5. Вартість теплової енергії для побутових споживачів

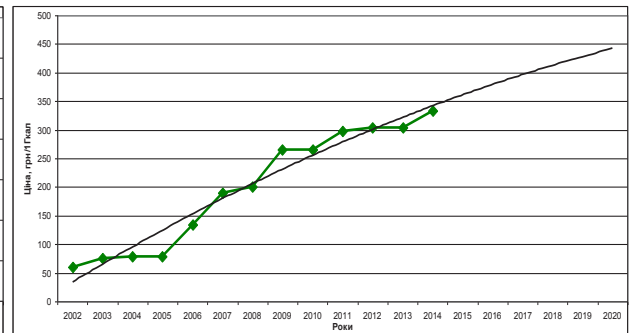


Рис. 6. Прогноз ціни на теплову енергію

Використовуючи отриману апроксимуючу залежність

$$y = -0,4998x^2 + 32,679x + 1,7533 \tag{8}$$

графік прогнозу подальшого зростання ціни на теплову енергію прийме вид, поданий на рис. 6. Так у 2020 році ціна для побутових споживачів на теплову енергію може сягнути практично відмітки 450 грн/Гкал. Зараз ця величина складає 362,412 грн/Гкал.

Складання прогнозу ціни на енергоресурси ускладнюється через різкі коливання цін на нафту внаслідок стану світового фінансового ринку, постійних коригувань курсів долара США та Євро, рівня видобутку нафти в залежності від низки суб’єктивних факторів. Так як можлива імовірнісна дія економічних законів, наявність суб’єктивного фактору при

прийнятті планових рішень тощо, отримані результати можуть бути дійсні при існуючому на сьогоднішній день розвитку науки, техніки та економіки.

У 2011 році Міністерством житлово-комунального господарства України були зроблені прогнози стосовно оцінки тенденцій зміни тарифів на теплову енергію, електроенергію і газ в Україні. За прогнозами Міністерства житлово-комунального господарства України, тарифи на енергоносії в Україні будуть безупинно підвищуватися. Причому, вартість газу буде зростати швидше, ніж на електроенергію. Якщо проаналізувати тенденції зростання тарифів на різні енергоносії, можна прийти до висновків, що тариф на електроенергію для населення в Україні буде підвищуватися не так швидко, ніж тариф на природний газ [6].

При цьому, відповідно постанови КМУ [7] рекомендовано, зокрема, збільшити граничний (максимальний) рівень ціни на природний газ, що реалізується суб'єктам господарювання, які виробляють теплову енергію для надання населенню послуг з опалення та постачання гарячої води: з 1 травня 2015 р. – не менше ніж на 40 відсотків; з 1 травня 2016 р. – не менше ніж на 20 відсотків.

Згідно поданого в таблиці 1 значення тісноти зв'язку між тарифом на природний газ для теплопостачальних компаній та тарифу на тепло для населення, а також інформації, поданої в [6, 7], отримані прогнозні данні на рис. 2, 4, 6 відповідають дійсності та гідні для подальшого використання для оцінки економічної доцільності застосування відновлювальних та альтернативних джерел енергії.

### Висновки

Використання традиційних джерел енергії для вироблення тепла несе за собою ряд глобальних проблем: виснаження природних ресурсів, стрімке їх дорожчання, забруднення навколишнього середовища.

З іншого боку можливість застосування нетрадиційних джерел енергії стає більш привабливішим для побутового споживача

Таким чином, будь-яка економічно виправдана можливість використання нетрадиційних джерел енергії в централізованому теплопостачанні повинна сприйматися і виробником, і кінцевим споживачем, як гостра необхідність для подальшого енергоефективного розвитку.

Виходячи з приведеного аналізу однозначно реальними напрямками зниження споживання органічного палива і зниження платежів за забезпечення комфортних умов життя є використання сонячної енергії, теплової ізоляції будівель та утилізацію скидного тепла з приміщень за рахунок рекуперації.

### Перелік використаної літератури:

1. О. Сеппанен. Повышение энергоэффективности. Законодательство ЕС [Текст] / Олли Сеппанен // Здания высоких технологий. – Лето 2013, С. 10–24.
2. Вентцель Е. С. Теория вероятностей. 6-е изд., стер. М.: Высшая школа, 1999, 576 с. – ISBN 5-06-003465-8.
3. Гмурман В. Е. Теория вероятностей и математическая статистика. 7-е изд., стер. М.: Высшая школа, 2000, 480 с. – ISBN 5-06-003464-X.
4. Власов К. П. Методы исследований и организация экспериментов / Власов К. П., Киселева А. А., Осичев А. В., – Х.: Издательство «Гуманитарный центр», 2013. – 412 с. – ISBN 5-305-00005-X.
5. Постанова від 24.09 2014 року НКРЕ № 24 «Щодо встановлення роздрібних тарифів на електроенергію з урахуванням граничних рівнів тарифів при поступовому переході до формування єдиних роздрібних тарифів для споживачів на території України».
6. Тарифы на электроэнергию и газ в Украине (прогнозы министерства жилищно-коммунального хозяйства) [ел.ресурс], режим доступа: <http://www.profik.com.ua/2011/07/21/tarify-na-elektroenergiyu-i-gaz-v-ukraine/>.
7. Пункт 3 постанови Кабінету Міністрів України від 25.03 2014 № 81 «Про вдосконалення державної політики регулювання цін на природний газ і тарифів на теплову енергію та забезпечення посилення захисту населення під час оплати житлово-комунального послуг» НКРЕ.

**References:**

1. Seppanen, O. (2013). "The Improving energy efficiency. EU legislation" [Povushenie energoeffektivnosti. Zakonodatel'stvo ES], Building high-tech, summer 2013, P. 10–24.
2. Ventcel, E. (1998) The probability theory 5<sup>th</sup> ed. [Teoriya veroyatnostey. 5-e izd.] Graduate School, Moscow, 576 p.
3. Gmyrman, V. (2000) The probability theory and mathematical statistics. 7<sup>th</sup> ed. . [Teoriya veroyatnostey i matematicheskaya statistika. 7-e izd.] Graduate School, Moscow, 480 p.
4. Vlasov, K. (2002) Research methods and organization of experiments [Metodu isledovaniy I organizaciya experimentov] Humanities Center, Kharkiv, 412 p.
5. The resolution from 24/09/2014 National Commission of Energy Regulation №24 For setting retail electricity tariffs based on marginal tariff levels with a gradual transition to the formation of uniform retail tariff for consumers in Ukraine [O vstanovlenni rozdrbnux tarufiv na elektroenergiu z urahvannyam granuchnuh rivniv tarufiv pru postypovomu perehodi do formuvannya edunuh rozdrbnux tarufiv dlya spoguvachiv na terutorii Ukrainu].
6. Tariffs for electricity and gas in Ukraine (forecasts Ministry of Housing and Communal Services) [Tarifu na elektroenergiu i gaz v Ukraine (prognozu ministerstva gulishno-comunalnogo hozyajstva)] available at: <http://www.profik.com.ua/2011/07/21/tarify-na-elektroenergiyu-i-gaz-v-ukraine/>.
7. Paragraph 3 of the Ukraine Ministers Cabinet from 25.03.2014 № 81 "On improvement of public policy regulating natural gas prices and tariffs for thermal energy and enhance the protection of the population in the housing and communal services" [Pro vdosconalennya dergavnoi polituku reguluvannya cin na prurudnuj gaz i tarufiv na teplovy energiu ta zabezpechennya posulennya zahusty naselennya pid chas oplatu gutlovo-comunal'nuh poslug].

Поступила в редакцию 05.03 2015 г.

**ТОВАРИСТВО З ОБМЕЖЕНОЮ ВІДПОВІДАЛЬНІСТЮ  
«ЕНЕРГОІНВЕСТПРОЕКТ»**

НАДАЄ НАСТУПНІ ПОСЛУГИ ПРИ ВИКОНАННІ БУДІВЕЛЬНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ЗГІДНО ЛІЦЕНЗІЇ  
АВ № 195710, ВИДАНОЇ МІНІСТЕРСТВОМ БУДІВНИЦТВА, АРХІТЕКТУРИ ТА ЖИТЛОВО-  
КОМУНАЛЬНОГО ГОСПОДАРСТВА УКРАЇНИ, НАКАЗ № 53-Л:

***ПРОЕКТНІ РОБОТИ:***

- **АРХІТЕКТУРНЕ ТА БУДІВЕЛЬНЕ ПРОЕКТУВАННЯ.**
- **ПРОЕКТУВАННЯ ВНУТРІШНІХ ТА ЗОВНІШНІХ ІНЖЕНЕРНИХ МЕРЕЖ, СИСТЕМ І СПОРУД**
- **РОЗРОБЛЕННЯ СПЕЦІАЛЬНИХ РОЗДІЛІВ ПРОЕКТІВ.**

***ЗВЕДЕННЯ НЕСУЧИХ ТА ОГОРОДЖУЮЧИХ КОНСТРУКЦІЙ БУДІВЕЛЬ І СПОРУД, БУДІВНИЦТВО ТА МОНТАЖ ІНЖЕНЕРНИХ І ТРАНСПОРТНИХ МЕРЕЖ:***

- **МОНТАЖ ЗОВНІШНІХ ТА ВНУТРІШНІХ ІНЖЕНЕРНИХ МЕРЕЖ, ПРИЛАДІВ ТА СИСТЕМ.**
- **ЗАХИСТ КОНСТРУКЦІЙ, УСТАТКУВАННЯ ТА МЕРЕЖ.**

**ЗАПРОШУЄМО ДО СПІВПРАЦІ З НАМИ!**

**НАША АДРЕСА:**

**вул. Сумська, 17, кв. 11, м. Харків, 61057, Україна,  
тел./факс +38 (057)750-51-96,  
E-mail: energoinpro@rambler.ru**