

НАУКОВІ ОСНОВИ ФОРМУВАННЯ ТА ОПТИМІЗАЦІЯ ПАЛИВНО-ЕНЕРГЕТИЧНИХ БАЛАНСІВ

УДК 620.002.8

О.Є. МАЛЯРЕНКО, канд. техн. наук, ст. наук. співр.
Інститут загальної енергетики НАН України,
вул. Антоновича, 172, м. Київ, 03680, Україна

МЕТОДИЧНИЙ ПІДХІД ДО ВИЗНАЧЕННЯ ПРОГНОЗНОЇ СТРУКТУРИ СПОЖИВАННЯ ПЕРВИННОГО ПАЛИВА

Запропоновано методичний підхід до визначення прогнозних рівнів споживання первинного палива з використанням показників енергоємності валової доданої вартості видів первинного палива за видами економічної діяльності та питомих витрат палива на людину для населення, який дозволяє визначити прогнозну структуру споживання палива для окремих видів економічної діяльності, секторів економіки та країни; оцінено прогнозні обсяги первинного палива на перспективу до 2030 р.

Ключові слова: первинне паливо, газоемність, нафтоємність, вуглеємність, паливоємність, валова додана вартість, прогноз, структура.

Сучасні умови функціонування економіки України потребують вдосконалення методології прогнозування витрат первинного палива, аналізу сценаріїв прогнозного споживання первинних енергоресурсів (ПЕР), що дозволить здійснювати управління процесами енергоспоживання та оцінювати ефективність енерговикористання на різних ієрархічних рівнях його споживання. Статистична звітність по енергоспоживанню формується за видами економічної діяльності або за регіонами. Формування ж енергетичного балансу України здійснюється за напрямками використання палива, які Державний комітет статистики визначає згідно з прийнятою методикою Міжнародного енергетичного агентства [1] з використанням додаткових джерел інформації стосовно енергоспоживання, які не є у широкому доступі: статистична звіт-

ність з продажу нафтопродуктів юридичним та фізичним особам через мережу автозаправок, втрати палива при його транспортуванні та перевантаженні, експорт та імпорт окремих видів палива. Енергетичний баланс, складений з використанням тільки доступних форм статзвітності, буде відрізнятися від офіційно розробленого Держстатом, але буде максимально наближеним до публічно доступної статистики. Існуючі підходи до прогнозування структури первинних енергоресурсів ґрунтуються на визначенні потреби палива, теплової та електричної енергії за показниками паливоємності, електроємності, теплоємності валового внутрішнього продукту (ВВП) або валової доданої вартості (ВДВ) при заданих темпах їх зміни по країні та у секторах економіки з подальшим розподілом отриманих рівнів споживання енергетичних ресурсів пропорційно коефіцієнтам структури первинного палива та енергії, виробленої з первинного палива [2].

© О.Є. МАЛЯРЕНКО, 2016

Автор статті пропонує методичний підхід до прогнозування споживання та структури палива за видами за показниками енергетичної ефективності по окремих видах палива, які можуть бути обчислені з доступних форм статистичної звітності. При визначенні прогнозних показників враховано оцінений потенціал енергозбереження від структурного і технологічного фактора на різних ієрархічних рівнях.

Науковою новизною поставленої у статті задачі є удосконалення методичного підходу до визначення прогнозованої структури споживання видів первинного палива з урахуванням потенціалу енергозбереження та обґрунтованих обсягів заміщення дефіцитних видів первинного палива більш доступними або дешевими.

Методичний підхід, що пропонується для прогнозування рівнів енергоспоживання за видами економічної діяльності (укрупненими секторами), ґрунтується на показниках енергоефективності по видах первинного палива – газоємності, нафтоємності, вуглеємності ВДВ. Для обчислення прогнозних рівнів споживання видів первинного палива запропоновано формулу:

$$E_j^t = \sum_i e_{ВДВij}^{\bar{}} \cdot V_{ВДВi}^t \pm \sum_i \Delta e_{ij}^{\bar{t}} \cdot V_{ВДВi}^t - \sum_{i=1}^j \Delta e_{ij}^t \cdot V_{ВДВi}^t + (b_j^{\bar{}} - \Delta b_j^t) N^t \pm E_{замj}^t, \quad (1)$$

де $e_{ВДВij}^{\bar{}}$ – паливоємність ВДВ j -виду палива у базовому році i -сектору економіки (укрупненого виду економічної діяльності), що визначається за формулою:

$$e_{ВДВij}^{\bar{}} = P_{ij}^{\bar{}} / V_{ВДВi}^{\bar{}} \quad (2)$$

де $P_{ij}^{\bar{}}$ – обсяг споживання j -виду первинного палива i -сектором економіки у базовому році;

$V_{ВДВi}^{\bar{}}$ – обсяг ВДВ, створеного в i -секторі економіки за базовий рік;

$V_{ВДВi}^t$ – прогнозні обсяги ВДВ i -сектору економіки у постійних цінах (приведених до цін базового року) згідно з [3];

$\Delta e_{ij}^{\bar{t}}$ – зміна енергоемності ВДВ j -виду палива i -сектору економіки від зміни прогнозованої структури валової доданої вартості, що обчислюється за методикою [4];

Δe_{ij}^t – зниження енергоемності ВДВ j -виду палива при впровадженні заходів з енергозбереження у технологіях, що входять за видом діяльності до сектору i ;

$b_j^{\bar{}}$ – питомі витрати j -виду первинного палива, спожитого населенням у базовому році;

Δb_j^t – зниження питомих витрат j -виду палива за умови впровадження енергозберігаючих заходів у домогосподарствах;

N^t – прогнозна чисельність населення України згідно з даними інституту демографії [5];

$E_{замj}^t$ – обсяги можливого заміщення j -виду палива у прогнозованому t -році.

Розглянемо складові формули (1). Перша складова є прогнозованим обсягом споживання j -виду ПЕР при рівні енергоефективності базового року. Друга – зміна прогнозованого рівня споживання j -виду ПЕР від зміни прогнозованої структури економіки. Ця складова може як збільшувати, так і зменшувати споживання паливних ресурсів від зміни частки ВДВ у структурі економіки. Третя відповідає технологічному потенціалу енергозбереження j -виду палива в i -секторі економіки. Четверта – прогнозний обсяг споживання j -виду палива населенням у t -році з урахуванням енергозбереження. П'ята складова формули – прогнозні обсяги заміщення j -виду палива для дефіцитних видів (наприклад, імпортованих). Остання складова балансує споживання палива, зменшуючи дефіцитні при збільшенні споживання доступних видів палива та енергії.

Структура споживання первинного палива для видів економічної діяльності та населення приймалась згідно з формою статистичної звітності 4-МТП (річна) [6] за 2013 р. (табл. 1).

У табл. 1 кінцеве споживання нафтопродуктів включає також сиру нафту і газовий конденсат, що використані як паливо без перетворення. Найбільшими споживачами палива в цілому є населення (46%), переробна промисловість (36%) та транспорт (7,8%). Найбільшим споживачем вугілля є переробна промисловість (89%). Нафтопродукти найбільш за всіх споживає приватний транспорт населення (51,5%), сільське господарство (15,6%) і транспорт із складським господарством та поштовою діяльністю (15,4%).

Таблиця 1 – Структура кінцевого споживання первинного палива за видами у 2013 р., тис. т у.п. (частка)

Код секції згідно КВЕД-2010	Вид економічної діяльності за укрупненими секціями (секторами)	2013 р.				
		вугілля	нафто-продукти	природний газ	інші види палива	Разом паливо
A	Сільське, лісове та рибне господарство	22,6 (0,01)	2285,9 (0,87)	286 (0,11)	30,9 (0,01)	2625,4 (1)
B	Добувна промисловість і розроблення кар'єрів	22,7 (0,02)	625,9 (0,46)	511,3 (0,38)	198,5 (0,15)	1358,4 (1)
C	Переробна промисловість	11592,8 (0,47)	999,4 (0,04)	5991,4 (0,25)	5872,6 (0,24)	24456,2 (1)
D	Постачання електроенергії, газу, пари та кондиційованого повітря	2,9 (0,01)	154,3 (0,34)	284,7 (0,63)	8,9 (0,02)	450,8 (1)
E	Водопостачання; каналізація, поводження з відходами	1,6 (0,01)	118,3 (0,9)	11 (0,08)	1,8 (0,01)	132,7 (1)
F	Будівництво	3,1 (0,01)	452,4 (0,94)	26 (0,05)	1,2 (0,00)	482,7 (1)
H	Транспорт, складське господарство, поштова та кур'єрська діяльність	43,1 (0,01)	2253,9 (0,44)	2799,3 (0,55)	1,3 (0,00)	5097,6 (1)
G, I-S, U	Інші споживачі	241 (0,15)	190 (0,12)	1210,7 (0,73)	0,3 (0)	1642 (1)
	Населення	1043,9 (0,03)	7527,3 (0,24)	19323,6 (0,62)	3151,2 (0,11)	31046 (1)
	Разом	12973,7 (0,19)	14607,4 (0,22)	30444 (0,45)	9266,9 (0,14)	67292 (1)

Найбільшими споживачами природного газу є населення для побутових потреб (63%), переробна промисловість (19,7%) і транспорт із складським господарством та поштовою діяльністю (9,2%). Складним моментом при визначенні структури споживання палива є оцінка його витрат населенням. Споживання вугілля, природного газу, інших видів палива населенням надається у формі статзвітності 4-МТП, а споживання світлих нафтопродуктів визначається з літературних джерел, форми І-торг (нафтопродукти) "Про продаж світлих нафтопродуктів" або розрахунковим методом при відомій кількості транспортних засобів, їх середньому пробігу та середній витраті палива на 100 км. Ця величина, отримана з різних джерел, може відрізнятися. За 2013 р. дані по споживанню світлих нафтопродуктів населенням отримано з форми І-торг (нафтопродукти).

Дослідження можливого скорочення первинних видів палива на перспективу розглядалось за найбільшими споживачами. В Інституті загальної енергетики НАН України при виконанні НДР [7] визначено прогнозу економію паливно-енергетичних ресурсів, у т.ч. за видами палива за двома сценаріями (табл.2).

Обсяги заміщення природного газу вугіллям та іншими видами палива оцінено в ІЗЕ НАН України при формуванні аналітичної записки щодо зменшення обсягів використання природного газу в економіці і соціальній сфері України до Президії НАН України у 2011 р. Вони становили 28 млрд м³ природного газу (32,2 млн т у.п.), у т.ч. можливе заміщення природного газу у металургійному виробництві становить – 5,3 млрд м³ (6,1 млн т у.п.), хімічній і харчовій промисловості – 1 млрд м³ (1,15 млн т у.п.), населенням –

Таблиця 2 – Прогнозна економія палива за видами за песимістичним та оптимістичним сценаріями, тис. т у.п.

Сектори економіки	Роки		
	2020	2025	2030
Сільське, лісове та рибне господарство			
<i>вугілля</i>	4,2-4,8	6,9-8,5	20-35
<i>нафта (нафтопродукти)</i>	231-337	295-382	494-591
<i>природний газ*</i>	13-17	26-32	43-48
<i>разом паливо</i>	248-358	328-422	557-674
Добувна промисловість			
<i>нафта (нафтопродукти)</i>	38-69	65-118	92-168
<i>природний газ*</i>	57-70	99-121	140-171
<i>разом паливо</i>	95-139	164-239	232-339
Переробна промисловість			
<i>вугілля</i>	174-406	290-811	347-1159
<i>нафта (нафтопродукти)</i>	4-16	7-27	9-38
<i>природний газ*</i>	180-1078	299-1677	599-2300
<i>разом паливо</i>	358-1500	596-2515	955-3497
Енергетичний сектор (секції D і E)			
<i>нафта (нафтопродукти)</i>	11-13	16-22	32-42
<i>природний газ*</i>	19-22	28-38	54-64
<i>разом паливо</i>	63-75	94-128	182-206
Будівництво			
<i>нафта (нафтопродукти)</i>	4-41	9-86	13-131
Транспорт			
<i>нафта (нафтопродукти)</i>	375-417	643-715	911-1012
<i>природний газ*</i>	117-163	201-279	285-395
<i>разом паливо</i>	492-580	844-994	1196-1407
Інші види діяльності			
<i>вугілля</i>	5-7	9-12	12-24
<i>нафта (нафтопродукти)</i>	5-23	9-28	19-38
<i>природний газ*</i>	31-121	53-242	75-363
<i>разом паливо</i>	41-151	71-282	106-425
Населення			
<i>вугілля</i>	21-63	31-83	52-104
<i>нафта (нафтопродукти)</i>	376-753	527-1129	753-1505
<i>природний газ*</i>	1160-3125	1567-4830	2420-5797
<i>разом паливо</i>	1557-3941	2125-6042	3225-7406
Разом економія			
<i>вугілля</i>	200-478	330-909	411-1291
<i>нафта (нафтопродукти)</i>	849-1428	1338-2289	1917-3403
<i>природний газ*</i>	1569-4632	2256-7249	3586-9164
<i>разом паливо</i>	2618-6538	3924-10447	5914-13858

*В обсягах економії природного газу ураховано заміщення іншими видами палива.

6,1 млрд м³ (7,1 млн т у.п.) [5]. Станом на 2013 р. в Україні спожито 48,3 млрд м³ природного газу, що на 9,1 млрд м³ менше, ніж у 2011 р., а у 2014 р. – 38,6 млрд м³ природного газу (ще на 9,7 млрд м³ менше), тобто частково потенціал економії природного газу, в т.ч. і шляхом заміщення, за період 2011–2014 рр. реалізовано на 32,7%. У запропонованих сценарних варіантах потенціалу енергозбереження (табл. 2) найбільшого скорочення споживання палива потрібно очікувати за видами діяльності, що є найбільшими його споживачами: переробна промисловість, транспорт, населення.

На прогнозний період показники енергоемності ВДВ по первинних ресурсах визначались за формулою (1) з урахуванням визначеного потенціалу енергозбереження за видами економічної діяльності. Нафтоємність визначалась як прогнозне кінцеве споживання нафтопродуктів (нафтове паливо), віднесене до обсягу прогнозної ВДВ згідно з діючою Енергетичною стратегією [3]. Зниження енергоемності за рахунок технологічного фактора (табл. 2) оцінювалось по обсягу можливого впровадження набору енергозберігаючих заходів, які в першу чергу включали економію палива від модернізації або реконструкції технологічного та енергетичного устаткування [8,9]. З урахуванням оціненого потенціалу енергозбереження визначено прогноз кінцевого споживання палива по видах для основних споживачів за видами економічної діяльності та населенням (табл. 3).

Аналіз результатів прогнозних рівнів споживання палива згідно з табл. 3 показує, що у 2030 р. можливе зростання споживання палива відносно 2013 р. на 35–20% відповідно за песимістичним та оптимістичним сценаріями при зростанні ВВП на 3,8–6,4%, у т.ч. прогнозується зростання споживання вугілля на 44–26%, зростання споживання нафтопродуктів на 67–57% (при збільшенні обсягів ВДВ у сільському господарстві та транспорті, й більшим забезпеченням транспортом населення), зростання споживання природного газу на 19,8% за песимістичним сценарієм, та зменшення на 0,3% у 2030 р. відносно 2013 р. за оптимістичним сценарієм (в основному населенням та у переробній промисловості). Споживання інших видів палива зросте на 35%.

Крім кінцевого споживання палива за

видами економічної діяльності та населення, необхідно врахувати можливі зміни у структурі палива в енергетичному секторі: виробництві електричної і теплової енергії. Визначення прогнозного споживання палива в енергетичному секторі ґрунтується на обсягах прогнозу кінцевого споживання електричної та теплової енергії за видами економічної діяльності, оскільки енергетичний сектор має забезпечувати у першу чергу потребу власної економіки. На рис. 1 надано прогноз кінцевого споживання теплової енергії до 2030 р. за оптимістичним сценарієм, а на рис. 2 – за песимістичним, які розроблено лише для споживачів, що звітуються за формою статистичних спостережень 11-МТП. Решта споживачів теплової енергії врахована у кінцевому споживанні палива та електричної енергії, оскільки статистика по цих видах енергоресурсів ведеться за формами статзвітності відповідно 4-МТП та 11-МТП [6,10].

Прогноз кінцевого споживання електричної енергії до 2030 р. за двома сценаріями надано на рис. 3, 4. Для визначення потреби у паливі для виробництва теплової та електричної енергії було розглянуто тенденції зміни структури генеруючих потужностей з виробництва теплової та електричної енергії. Оцінено обсяги можливого заміщення природного газу у тепловій енергетиці та теплопостачанні (табл. 4).

У табл. 4 економія природного газу надана зі знаком «+», а перевитрати вугілля, нафтопродуктів та інших видів місцевого палива зі знаком «–».

Прогнозні обсяги споживання теплової та електричної енергії визначались за показниками теплоємності ВДВ та електроємності ВДВ з урахуванням структурних зрушень в економіці та технологічного енергозбереження, оцінених в [7].

Можливі сценарії використання палива для електро- та теплогенерації надано у табл. 5.

Прогноз палива, представлений у табл. 5, передбачає часткове заміщення природного газу на теплових конденсаційних електростанціях (ТЕС) шляхом збільшення споживання вугільного палива та іншого палива (торфу, біопалива, горючих відходів виробництва), та припинення спалювання природ-

Таблиця 3 – Прогноз кінцевого споживання палива за видами для основних споживачів за песимістичним та оптимістичним сценаріями з урахуванням потенціалу енергозбереження (прогнозна економія), тис. т у.п.

Споживання палива за видами економічної діяльності	Факт		Прогноз	
	2013	2020	2025	2030
1	2	3	4	5
Сільське, лісове та рибне господарство – разом, у т.ч.	2625,4	4860-4751	7239-7145	9453-9337
<i>вугілля</i>	22,6	39,8-39,2	58,2-56,6	66,2-51,2
<i>нафтопродукти</i>	2285,9	4217-4111	6294-6207	8222-8125
<i>природний газ</i>	286,0	543-539	798-792	1047-1042
<i>інше паливо</i>	30,9	60-61	89-90	117-118
Добувна промисловість – разом, у т.ч.	1358,4	2102-2059	2234-2159	2483-2376
<i>вугілля</i>	22,7	36,7-36,7	40,1-40,1	45,4-45,4
<i>нафтопродукти</i>	625,9	974-944	1040-987	1159-1083
<i>природний газ</i>	511,3	770-757	803-782	881-851
<i>інше паливо</i>	198,5	321-321	350-351	396-397
Переробна промисловість – разом, у т.ч.	24456,2	38823-37682	39962-38043	37593-35052
<i>вугілля</i>	11592,8	18399-18167	18935-18415	17926-17114
<i>нафтопродукти</i>	999,4	1597-1585	1650-1630	1566-1537
<i>природний газ</i>	5991,4	9418-8521	9637-8259	8844-7144
<i>інше паливо</i>	5872,6	9408-9409	9739-9739	9256-9257
Енергетичний сектор – разом, у т.ч.	583,5	1155-1150	1597-1581	1945-1925
<i>вугілля</i>	4,5	9,1-9,1	12,7-12,7	15,7-15,7
<i>нафтопродукти</i>	272,6	542-541	750-745	917-907
<i>природний газ</i>	295,7	581-578	803-794	975-965
<i>інше паливо</i>	10,7	21,7-21,7	30,1-30,1	37,2-37,2
Будівництво – разом, у т.ч.	482,7	1523-1486	2033-1956	2607-2489
<i>вугілля</i>	3,1	9,8-9,8	13,1-13,1	16,8-16,8
<i>нафтопродукти</i>	452,4	1427-1391	1905-1828	2442-2325
<i>природний газ</i>	26,0	82-82	110-110	141-141
<i>інше паливо</i>	1,2	3,8-3,8	5,1-5,1	6,5-6,5
Діяльність транспорту – разом, у т.ч.	5097,6	6507-6419	8583-8434	10726-10516
<i>вугілля</i>	43,1	59,2-59,2	79,7-79,7	100-101
<i>нафтопродукти</i>	2253,9	2719-2678	3525-3453	4360-4260
<i>природний газ</i>	2799,3	3726-3680	4976-4898	6262-6152
<i>інше паливо</i>	1,3	1,8-1,8	2,4-2,4	3,0-3,0
Інші види економічної діяльності – разом, у т.ч.	1642	2667-2557	3305-3094	4021-3702
<i>вугілля</i>	241,0	392-390	486-484	593-582
<i>нафтопродукти</i>	190,0	308-290	381-363	458-440
<i>природний газ</i>	1210,7	1965-1876	2436-2247	2968-2680
<i>інше паливо</i>	0,3	0,5-0,5	0,6-0,6	0,8-0,8

Продовження таблиці 3

1	2	3	4	5
Населення – разом, у т.ч.	31046	27342-24958	25615-21698	23356-19176
<i>вугілля</i>	1043,9	950-909	901-850	841-790
<i>нафтопродукти</i>	7527,3	6630-6254	6198-5597	5691-4940
<i>природний газ</i>	19323,6	16827-14862	15699-12436	14124-10748
<i>інше паливо</i>	3151,2	2933-2933	2815-2816	2698-2698
Кінцеве споживання палива, у т.ч.	67291,8	84982-81062	90571-84112	92188-84573
<i>вугілля</i>	12973,7	19897-19620	20528-19950	19606-18715
<i>нафтопродукти</i>	14607,4	18418-17793	21746-20810	24818-23616
<i>природний газ</i>	30444	33916-30897	35265-30319	35246-29724
<i>інше паливо</i>	9266,9	12751-12752	13032-13033	12517-12517
Неенергетичне використання палива, у т.ч.	21587,3	27458-24855	29170-24721	29812-23565
<i>вугілля</i>	13277,6	16891-15287	17948-15205	18338-14494
<i>нафтопродукти</i>	1471,5	1872-1694	1989-1685	2032-1606
<i>природний газ</i>	6838,3	8699-7873	9244-7831	9445-7465
Всього кінцеве та неенергетичне використання палива	88879,1	112444-105916	119752-108833	122002-108227
<i>вугілля (%)</i>	26251,3 (29,5)	36788-34907 (32,7-32,9)	38476-35155 (32,1-32,3)	37944-33209 (31,1-30,7)
<i>нафтопродукти (%)</i>	16078,9 (18,0)	20290-19487 (18,0-18,4)	23735-22495 (19,8-20,7)	26850-25222 (22,0-23,3)
<i>природний газ (%)</i>	37282,3 (41,9)	42615-38770 (37,9-36,6)	44509-38150 (37,2-35,0)	44691-37189 (36,5-34,4)
<i>інше паливо(%)</i>	9266,9 (10,4)	12751-12752 (11,3-12,0)	13032-13033 (10,9-12,0)	12517-12517 (10,2-11,6)
Втрати палива	4891	4260	4240	4040
Разом споживання палива за видами економічної діяльності та населенням	93770,1	116704-110176	123992-113073	126042-112267

Таблиця 4 – Обсяги (економія/перевитрати) палива в тепловій енергетиці та теплопостачанні, тис. т у.п.

Обсяги (економія/перевитрати) палива	оптимістичний сценарій			песимістичний сценарій		
	2020 р.	2025 р.	2030 р.	2020 р.	2025 р.	2030 р.
вугілля	-7816	-11272	-9276	-16942	-23604	-29460
нафтопродукти	-1,4	-1,4	-1,4	-1,4	-1,4	-1,4
природний газ	5012	10605	10130	3049	5817	9405
інше паливо	-2830	-5662	-5676	-1489	-3557	-5662

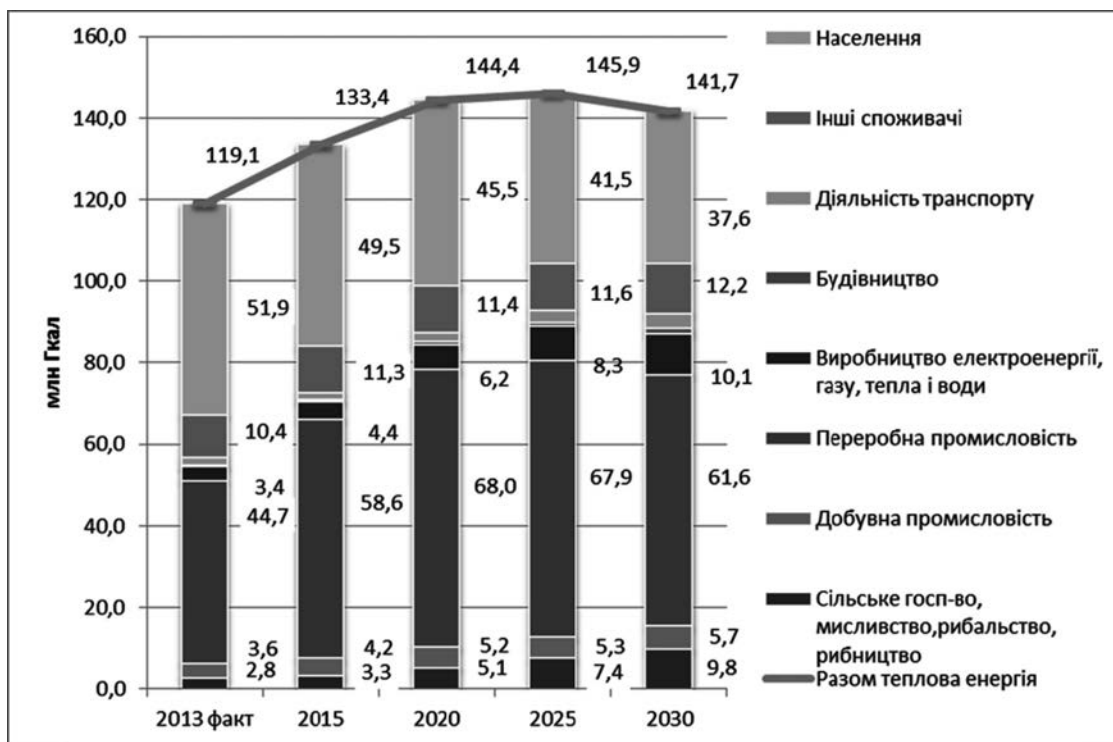


Рис. 1. Прогноз кінцевого споживання теплової енергії з урахуванням технологічного фактора за оптимістичним сценарієм

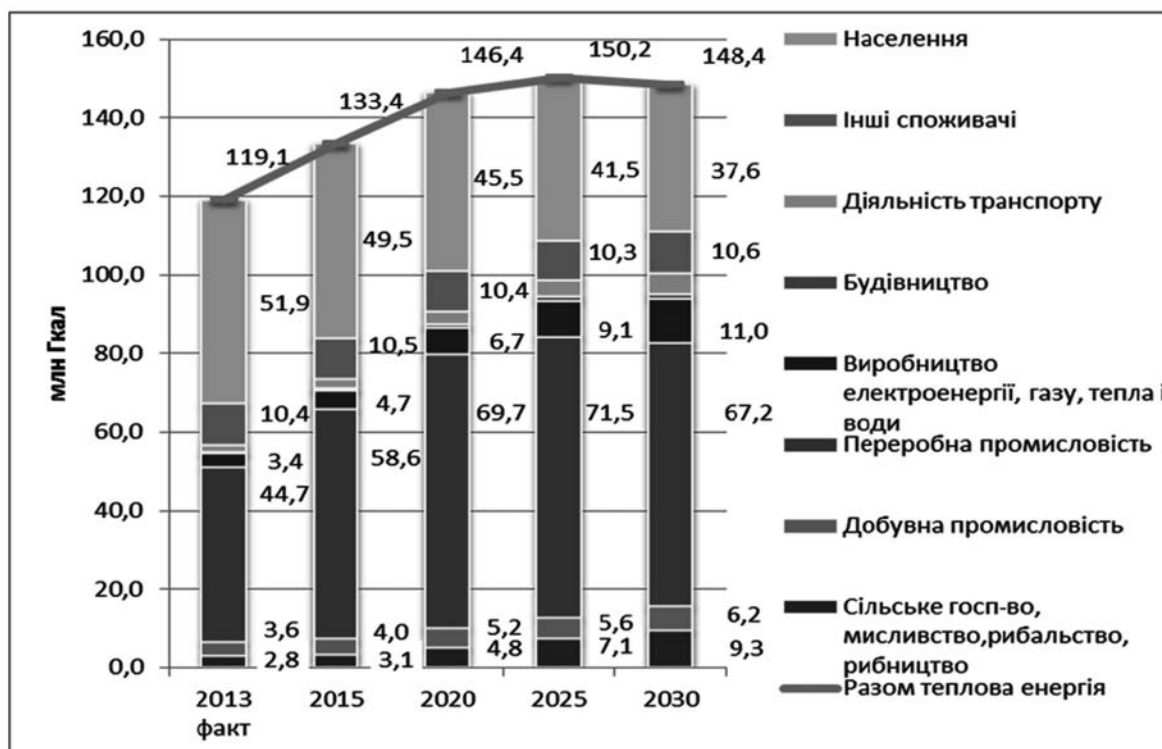


Рис. 2. Прогноз кінцевого споживання теплової енергії з урахуванням технологічного фактора за песимістичним сценарієм

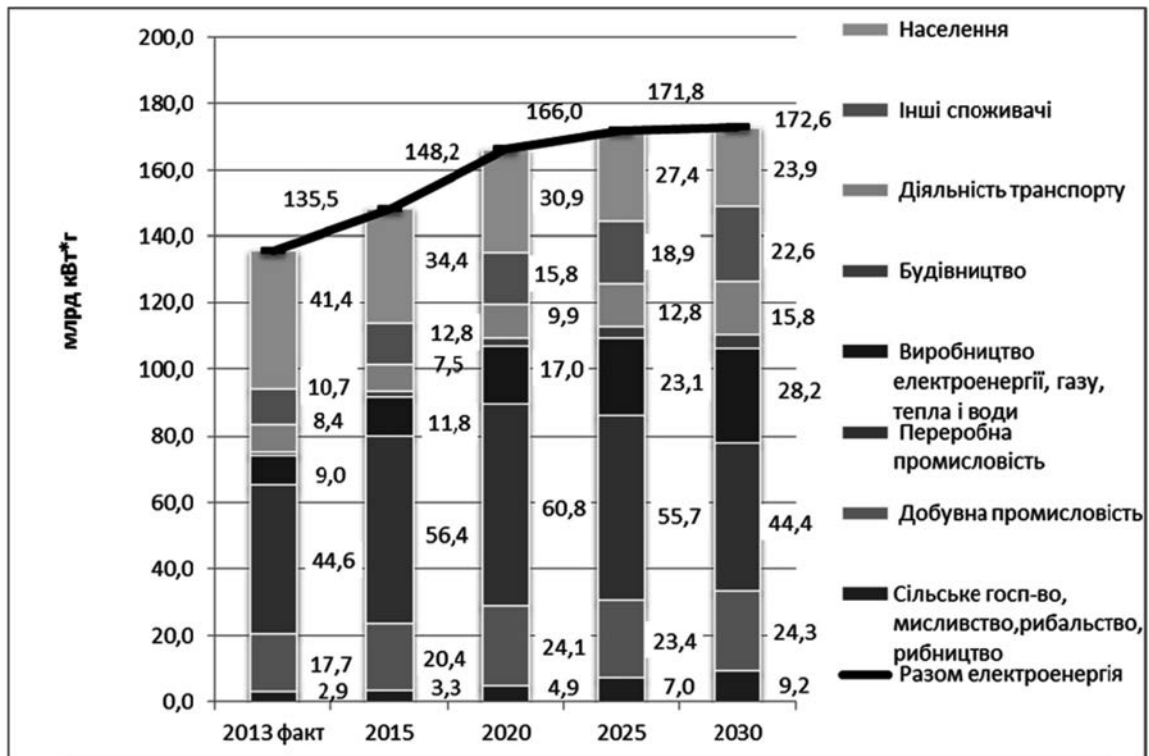


Рис. 3. Прогноз кінцевого споживання електричної енергії з урахуванням технологічного фактора за оптимістичним сценарієм

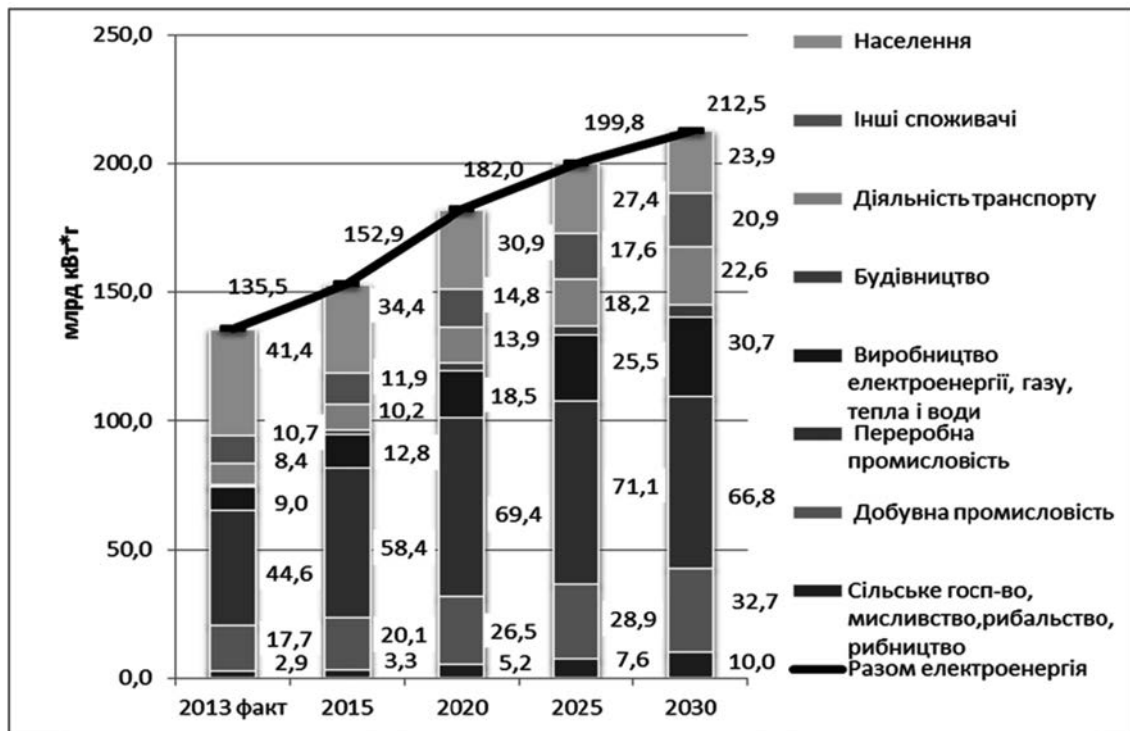


Рис. 4. Прогноз кінцевого споживання електричної енергії з урахуванням технологічного фактора за песимістичним сценарієм

Таблиця 5 – Обсяги прогнозної потреби палива на тепло- і електрогенерацію за песимістичним та оптимістичним сценаріями, тис. т у.п. [7]

Генеруючі установки	2013*	2020	2025	2030
ТЕС				
вугілля	28470	44246-34663	50126-34978	54366-33315
нафтопродукти	97,2	100-100	100-100	100-100
природний газ	449	299-224	225-200	200-200
інше паливо	30	29-43	43-57	57-71
всього палива	29046,2	44674-35030	50493-35335	54723-33686
ТЕЦ				
вугілля	3317,6	4072-4699	4698-5324	5324-6192
нафтопродукти	101,5	100-100	100-100	100-100
природний газ	6936,9	5647-4564	4564-3080	3081-2357
інше паливо	647,8	1048-1649	1648-2648	2649-2648
всього палива	11003,8	10868-11011	11011-11154	11154-11297
Котельні				
вугілля	1847,6	2011-2089	2568-4757	3967-3967
нафтопродукти	204,5	1000-1000	1500-1500	1900-1900
природний газ	11590	6290-5485	3280-0	0-0
інше паливо	108,7	1199-1926	2652-3742	3743-3742
всього палива	13750,8	10500-10500	10000-10000	9610-9610
Разом, у т.ч.	53800,8	66042-56541	71504-56489	75487-54593
вугілля	33635,2	50330-41451	57392-45059	63857-43474
нафтопродукти	403,2	1200-1200	1700-1700	2100-2100
природний газ	18975,9	12237-10274	8069-3280	3081-2557
інше паливо	786,5	2275-3617	4344-6449	6449-6463

* За даними Енергетичного балансу України за 2013 р., розробленого Держстатом України [11].

ного газу у котельнях з 2025 р. за оптимістичним сценарієм та за обома сценаріями з 2030 р. шляхом використання вугілля (водо-вугільних технологій), мазуту, відпрацьованих нафтопродуктів, біопалива, виробництва теплової енергії в електрокотлах та теплонасосних установках.

Валове споживання палива включає кінцеве споживання з урахуванням неенергетично-

го використання палива, витрати на перетворення в інші види енергії з урахуванням втрат енергоносіїв при розподіленні й транспортуванні. Обчислення прогнозних рівнів споживання первинних енергоресурсів виконано за допомогою розрахункових таблиць у середовищі Microsoft Excel. Результати подано у табл. 6.

Таблиця 6 – Прогноз валового споживання палива за видами з урахуванням технологічного і структурного енергозбереження за песимістичним та оптимістичним сценаріями, тис. т у.п.

Показники	Роки			
	2013	2020	2025	2030
Витрати палива разом	147570,3	182746-166717	195496-169562	201529-166770
<i>вугілля разом (%)</i>	<i>60566 (41,0)</i>	<i>88481-77721 (48,2-46,6)</i>	<i>97225-81571 (49,7-48,1)</i>	<i>103053-77935 (51,1-46,7)</i>
<i>нафтопродукти разом (%)</i>	<i>18140 (12,3)</i>	<i>22257-21454 (12,1-12,9)</i>	<i>26283-25043 (13,4-14,8)</i>	<i>29859-28231 (14,8-16,9)</i>
<i>природний газ разом (%)</i>	<i>56104 (38,0)</i>	<i>56428-50620 (30,8-30,4)</i>	<i>54104-42956 (27,7-25,3)</i>	<i>49186-41160 (24,4-24,7)</i>
<i>інше паливо разом (%)</i>	<i>12761 (8,7)</i>	<i>15580-16923 (8,5-10,1)</i>	<i>17884-19992 (9,2-11,8)</i>	<i>19431-19444 (9,7-11,7)</i>

ВИСНОВКИ

Запропоновано методичний підхід до визначення прогнозу структури споживання палива по видах за показниками енергоемності ВДВ по первинних енергоресурсах методом «знизу-вгору». При прогнозуванні споживання палива по видах урахувано його економію, обсяги можливого заміщення природного газу у промисловості та енергетичному секторі, враховано зміну структури генеруючих потужностей у теплопостачанні. Визначено прогнозу структуру споживання палива до 2030 р. за двома сценаріями впровадження енергозберігаючих заходів.

1. *Методологічні положення із формування енергетичного балансу.* – Режим доступу: http://www.lv.ukrstat.gov.ua/ukr/themes/24/metod_374.pdf.
2. *Пириашвили Б.З.* Имитационное моделирование в энергетике / Под ред. Б.М. Данилишина / Б.З. Пириашвили, М.М. Ворончук, Е.И. Галиновский, Б.П. Чиркин, О.И. Щепец. – К.: Наукова думка, 2008. – 303 с.
3. *Енергетична стратегія України до 2030 р.* редакції 2013 р. – Режим доступу:

http://www.energoatom.kiev.ua/ua/about/strategy_2030/.

4. *Малярєнко О.Є.* Прогнозування рівнів споживання паливно-енергетичних ресурсів з урахуванням потенціалу енергозбереження при структурних змінах в економіці / О.Є. Малярєнко, Н.Ю. Майстрєнко // Проблеми загальної енергетики. – 2015. – 2. – С.5–13.
5. *Соціально-економічний стан України: наслідки для народу та держави: національна доповідь* / За заг. ред. В.М. Гейця та ін. – К.: НВЦ НБУВ, 2009. – 687 с.
6. *Форма статистичної звітності 4-МТП «Звіт про залишки і використання палива та пально-мастильних матеріалів» (річна).* – 2013.
7. *Звіт про НДР «Розвиток теоретичних засад та розроблення методів і засобів прогнозування потреби в енергетичних ресурсах з урахуванням структурних і технологічних зрушень», ДР 0113U001133, Інв. 0716U000186* / Наук. кер. О.Є. Малярєнко. – К.: ІЗЕ НАН України, 2015. – 249 с.
8. *Малярєнко О.Є.* Удосконалений методичний підхід до визначення економічно доцільного потенціалу енергозбереження в енергоемних видах економічної діяльності / О.Є. Малярєнко, Н.Ю. Майстрєнко, В.В. Станиціна // Проблеми загальної енергетики. – 2015. – 3. – С. 23–30.

9. *Маляренко Е.Е.* Показатели энергетической эффективности и определение потенциала энергосбережения в промышленных технологиях / Е.Е. Маляренко, Н.Ю. Майстренко // Энерготехнологии и ресурсосбережение. – 2015. – 3. – С.18–28.

10. *Форма* статистичної звітності 11-МТП «Звіт про результати використання палива,

теплоенергії і електроенергії» (річна). – 2013.

11. *Енергетичний* баланс України за 2013 р. –

Режим доступу: <http://www.ukrstat.gov.ua>.

Надійшла до редколегії 10.06.2016 року