

НАУКОВІ ОСНОВИ ФОРМУВАННЯ ТА ОПТИМІЗАЦІЯ ПАЛИВНО-ЕНЕРГЕТИЧНИХ БАЛАНСІВ

ISSN 2522-4344 (Online), ISSN 1562-8965 (Print). The problems of general energy, 2018, 1(52): 24–31
doi: <https://doi.org/10.15407/pge2018.01.024>

УДК 620.9

О.Є. МАЛЯРЕНКО, канд. техн. наук, ст. наук. співр.
Інститут загальної енергетики НАН України, вул. Антоновича, 172,
м. Київ, 03150, Україна

МЕТОДИЧНИЙ ПІДХІД ДО ВИЗНАЧЕННЯ ПРОГНОЗНОЇ СТРУКТУРИ ЕНЕРГОСПОЖИВАННЯ НА ОСНОВІ КОМПЛЕКСНОГО МЕТОДУ

Розглянуто методичний підхід до визначення прогнозованої структури енергоспоживання з використанням комплексного методу прогнозування попиту на енергоресурси. Надано прогноз структури палива та енергоресурсів у цілому, по видах та напрямках використання до 2040 р.

Ключові слова: паливо, енергоресурси, попит, структура, споживання, прогноз, валовий внутрішній продукт (ВВП), валова додана вартість (ВДВ).

Прогнозування структури паливно-енергетичних ресурсів (ПЕР) завжди ґрунтується на визначенні попиту на енергоресурси. Так, у [1] прогнозний попит пропонується визначати відомими методами (нормативним, прямого рахунку) за трьома сценаріями: 1) прогноз за показниками енергоємності ВВП, обсягів ВВП та можливої економії ПЕР; 2) за прогнозними показниками обсягів ВДВ, енергоємності ВДВ за видами економічної діяльності (ВЕД), прогнозом населення та обсягів економії ПЕР по кожному ВЕД та населенню; 3) прогноз попиту за питомими витратами ПЕР на одиницю випуску найбільш енергоємних видів продукції, випуску енергоємних видів продукції, обсягів економії ПЕР та споживання населення. Для визначення потреби у ПЕР за їх видами використовують характеристику структури споживання енергоресурсів у ретроспективному періоді за видами економічної діяльності та її очікувані зміни у перспективі, а також коефіцієнти теплоти згоряння кожного виду енергоресурсів при розрахунку

потреби у натуральних одиницях [1]. У роботі [2] запропоновано визначати «внутрішній попит на енергоресурси» за регресійними рівняннями для побудови прогнозних оцінок енергоємності в секторах економіки. При цьому для сільського господарства визначається залежність енергоємності випуску продукції без урахування споживання в енерговитратах моторних палив; залежність споживання моторних палив у секторі від наявності енергетичних потужностей у сільськогосподарських організаціях (у млн к.с.) та залежність цих потужностей від часу. Для промисловості запропоновано логарифмічну залежність енергоємності від випуску; для будівництва – лінійну. У транспорті пропонуються залежності енергоємності без природного газу, використаного в магістральних трубопроводах (МГ), від випуску продукції та залежність використання природного газу в МГ від обсягу видобутку природного газу. Для інших видів економічної діяльності (ВЕД) запропоновано залежність енергоємності від випуску продукції. Для побудови прогнозних оцінок обсягів енергоспоживання населенням розглянуто

© О.Є. МАЛЯРЕНКО, 2018

такі регресійні рівняння: рівень споживання електроенергії і моторних палив разом на душу населення; сукупне кінцеве споживання природного газу і теплоенергії разом; загальна площа у середньорічній оцінці; середня забезпеченість населення загальною житловою площею. Окремо прогноуються обсяги зовнішнього попиту на продукцію російського паливно-енергетичного комплексу (ПЕК) за регресійними рівняннями залежності енергоємності ВВП світу в цілому, СНД, Євразії та окремих країн (у т.ч. України) від ВВП країни або групи країн.

Аналогічний підхід використано в Інституті загальної енергетики (ІЗЕ) НАН України при виконанні фундаментальної теми «Баланс» у 2010–2012 рр. для прогнозування рівнів споживання ПЕР по видах на коротко- та середньострокову перспективу, що відповідала по часовому лагу аналізу за ретроспективний період (до 15 років) [3]. На більш дальню перспективу регресійний аналіз використовувати недоцільно, оскільки зростає невизначеність макроекономічних показників і отримана регресійна залежність може бути прогнозована кількома різнохарактерними трендами із високим значенням середньоквадратичного відхилення.

У роботі [4] запропоновано методичний підхід для визначення прогнозної структури споживання первинного палива на основі методу складання енергетичного балансу: прогнозування палива для потреб кінцевого споживання, обсягів палива на перетворення, для неенергетичного використання, власного споживання енергетичним сектором та втрат по видах палива. Описаний підхід визначає прогнозний попит на енергоресурси тільки на TOP (країна) або DOWN-рівні (ВЕД та населення) за певним прогнозним сценарієм та є доцільним при розробці прогнозного енергетичного балансу країни. Недоліком цього підходу є потреба у розбивці потенціалу енергозбереження за напрямками використання енергоресурсів (у кінцевому споживанні, при перетворенні й т. ін.).

У даній статті представлено інший підхід на основі комплексного методу обчислення прогнозного попиту на ПЕР на двох рівнях TOP (споживання країни без населення) і DOWN (ВЕД без населення) за відповід-

ними показники енергоефективності та з узгодженням отриманих прогнозів безітераційним методом М.М. Кулика [5–7] і за окремою методикою для населення, що визначає попит на ПЕР за питомими витратами енергоресурсів на одну людину та демографічним прогнозом. Прогноз споживання енергоресурсів визначається для валового споживання окремих видів палива та енергії. Обсяги перетворення палива в інші види енергії враховуються для секції «Постачання електроенергії та ін.» за окремим алгоритмом, що враховує потребу у електро- та теплогенерації за прогнозною структурою відповідних генеруючих потужностей [8, 9].

Таким чином, мета даної статті – запропонувати методичний підхід до визначення прогнозної структури паливно-енергетичних ресурсів з використанням комплексного методу визначення перспективного попиту на енергетичні ресурси [7], що враховує не тільки технологічні, а й структурні зрушення в економіці, та відрізняється від попереднього підходу оцінкою попиту на енергоресурси за ВЕД та по країні за показниками енергоємності ВДВ відповідного ієрархічного рівня без розбивки споживання ПЕР на напрями використання (споживання в цілому за ВЕД) із застосуванням окремої методики обчислення для секції «Постачання електроенергії та ін.» та для населення. Цей метод визначає прогноз валового споживання на двох рівнях: TOP та DOWN за нормативним методом з подальшим узгодженням результатів прогнозу комплексним методом М.М. Кулика [5].

Особливості визначення прогнозної структури споживання ПЕР по країні на основі комплексного методу

Для визначення обсягів споживання ПЕР на TOP-рівні використовується формула:

$$E_{\text{TOP}}^t = E_{\text{TOP-н}}^t + E_{\text{н}}^t; \quad (1)$$

де перша складова – прогноз енергоспоживання в економіці і соціальній сфері країни без потреб населення:

$$E_{\text{TOP-н}}^t = e_{\text{ВДВTOPs}}^{\text{б}} \cdot V_{\text{ВДВTOPs}}^t \pm \Delta E_{\text{СТPS}}^t - \Delta E_{\text{ТЕХН}}^t \pm \sum_j E_{\text{ЗАМj}}^t; \quad (2)$$

друга – прогноз попиту на ПЕР для населення:

$$E_n^t = (b_{nj}^6 - \Delta b_{nj}^t) \cdot N^t \pm \sum_j E_{замj}^t; \quad (3)$$

де для формули (2) у чисельнику показника енергоємності ВДВ країни у базовому році враховано відповідно витрати кінцевого споживання палива за ВЕД без урахування витрат населення ($\sum_i E_{КПі-н}^6$), валове споживання електричної ($\sum_i E_{Wi-н}^6$) та теплової енергії за ВЕД ($\sum_i E_{Qi-н}^6$) без урахування обсягів, відпущених населенню, у знаменнику – показник валової доданої вартості країни при існуючій структурі економіки $s - V_{ВДВТОРs}^t$:

$$e_{ВДВТОРs}^6 = \frac{\sum_i E_{КПі-н}^6 + \sum_i E_{Wi-н}^6 + \sum_i E_{Qi-н}^6}{V_{ВДВТОРs}^6}; \quad (4)$$

$\Delta E_{стрs}^t$ – зміна прогнозного енергоспоживання при очікуваній на перспективу зміні структури економіки, що обчислюється за методикою [10];

$\Delta E_{техн}^t$ – зміна прогнозного енергоспоживання при очікуваній на перспективу економії ПЕР за рахунок впровадження заходів з технологічного енергозбереження за ВЕД; $\sum_j E_{замj}^t$ – економічно доцільні обсяги заміщення дефіцитного палива іншими альтернативними видами палива та енергії [11]; для формули (3):

b_{nj}^6 – питомі витрати j -енергоресурсу на комунальні потреби населення у базовому році;

Δb_{nj}^t – очікуване зниження відповідних питомих витрат на комунальні потреби населення у t -році при впровадженні енергоефективних заходів (утеплення будинків, використання більш ефективних систем освітлення та побутової техніки і плит);

N^t – прогноз чисельності населення за даними Інституту демографії та соціальних досліджень НАН України [12].

Для рівня DOWN застосовується модифікована формула (1) [7], з якої вилучені обсяги палива на перетворення в електричну і теплову енергію, щоб уникнути подвійного розрахунку при підсумовуванні обсягів попиту на паливо, теплову та електричну енергію, переведених в однакові одиниці (т у.п., т н.е.):

$$\begin{aligned} \sum_i E_{DOWNi}^t &= \sum_i E_{ij}^t + E_{Dj}^t - \\ &- (k_{fj} W_f^t b_{wj}^t + k_{mj} Q_m^t b_{qj}^t) \end{aligned} \quad (5)$$

де $\sum_i E_{ij}^t$ – прогнозний обсяг споживання j -виду енергоресурсу i -видом економічної діяльності у t -році, який визначається за формулою:

$$\begin{aligned} E_{ij}^t &= \sum_i e_{ВДВij}^6 \cdot V_{ВДВi}^t \pm \sum_i (\Delta e_{mci}^{6-t} + \Delta e_{вск}^{6-t}) \cdot \\ &\cdot V_{ВДВi}^t - \sum_i \Delta e_{ВДВij}^{6-t} \cdot V_{ВДВi}^t \pm \sum_j E_{замj}^t, \end{aligned} \quad (6)$$

де крім приведених вище позначень

$e_{ВДВij}^6$ – енергоємність ВДВ i -секції за j -енергоресурсом у базовому році, визначається аналогічно показника формули (4) при використанні у знаменнику показника валової доданої вартості i -секції у t -році; $V_{ВДВi}^t$ – прогноз валової доданої вартості i -секції у t -році;

Δe_{mci}^{6-t} – прогнозне зниження енергоємності ВДВ i -секції у t -році при зміні структури економіки (співвідношення секцій);

$\Delta e_{вск}^{6-t}$ – прогнозне зниження енергоємності ВДВ i -секції у t -році при зміні структури секції (співвідношення виробництв i -секції);

$\Delta e_{ВДВij}^{6-t}$ – зниження енергоємності ВДВ i -секції у t -році при удосконаленні технології або заміні її на більш ефективну.

Для секції D прогнозні рівні споживання палива (вугілля, природного газу) визначались залежно від прогнозованої структури електро- [8], теплогенеруючих джерел [9] та прогнозованої потреби економіки в електричній та тепловій енергії [9, 13]:

$$\begin{aligned} E_{Dj}^t &= \sum_j \left(\sum_{i=1}^n B_{wfj}^t + \sum_{m=1}^n B_{qmj}^t + B_{eiin}^t \right) = \\ &= k_{fj} W_f^t b_{wj}^t + k_{mj} Q_m^t b_{qj}^t + k_{inj} B_{in}^t, \end{aligned} \quad (6)$$

де E_{Dj}^t – потреба у j -виді палива для систем електропостачання, теплопостачання, газопостачання та ін. (секція D за КВЕД-2010);

B_{wfj}^t – витрати j -виду палива на електрогенерацію f -типу (ТЕС, ТЕЦ, ін. електрогенератори на органічному паливі) у прогнозному році;

B_{qmj}^t – витрати j -виду палива на теплогенерацію m -типу (ТЕС, ТЕЦ, ін. теплогенератори на органічному паливі) у прогнозному році;

B_{eiin}^t – інші потреби j -виду палива у секції D (газопостачання, постачання кондиційованого повітря);

Таблиця 1 – Прогноз попиту на паливо-всього в країні та за ВЕД до 2040 р. комплексним методом, млн т у.п.

Показники	2015	2020	2025	2030	2035	2040
Країна (без населення)	88,04	94,10	105,96	122,53	142,32	157,70
Сума за ВЕД, у т.ч.	89,26	94,10	105,96	122,53	142,32	157,70
Сільське господарство	2,71	3,36	4,28	5,36	6,51	7,50
Добувна промисловість та ін.	4,13	4,19	4,49	4,94	4,34	4,44
Переробна промисловість	43,58	47,39	52,91	59,05	66,08	73,93
Постачання електроенергії та ін.	32,92	32,98	38,10	46,73	58,35	64,62
Транспорт та ін.	3,48	4,43	5,90	7,66	9,54	11,23
Інші ВЕД	2,37	2,99	4,00	5,17	6,35	6,98
Населення	19,09	15,90	14,90	13,99	13,80	13,65
Всього попит на паливо, млн т у.п.	108,35	110,00	120,86	136,52	156,12	171,35

k_{fj} – частка електроенергії, що вироблена електрогенеруючими потужностями з використанням j -виду палива;
 W_f^{tl} – обсяг електроенергії-брутто, виробленої електрогенеруючими потужностями f -типу у році;
 b_{wj}^{tl} – питомі витрати j -виду палива на виробництво електроенергії в енергосистемі у році;
 k_{mj} – частка теплової енергії, що вироблена теплогенеруючими потужностями з використанням j -виду палива;

Q_m^{tl} – обсяг теплової енергії, виробленої теплогенеруючими потужностями m -типу у році;
 b_{qj}^{tl} – питомі витрати j -виду палива на виробництво теплової енергії в системі централізованого теплопостачання у році;
 k_{inj} – частка j -виду палива, що використана у секції D на інші потреби;
 B_{in}^{tl} – витрата органічного палива на інші потреби у секції D у році.

Таблиця 2 – Структура споживання палива за ВЕД та населенням до 2040 р., млн т у.п. (% до попиту всього)

Показники	2015	2020	2025	2030	2035	2040
Країна – попит всього, млн т у.п.,%, у т.ч.	108,35 (100)	110,0 (100)	120,86 (100)	136,52 (100)	156,12 (100)	171,35 (100)
Сума за ВЕД, млн т у.п.,%, у т.ч.	89,26 (82)	94,10 (86)	105,96 (88)	122,53 (90)	142,32 (91)	157,70 (92)
Сільське господарство	2,71 (2,5)	3,36 (3,1)	4,28 (3,5)	5,36 (3,9)	6,51 (4,2)	7,50 (4,4)
Добувна промисловість та ін.	4,13 (3,8)	4,19 (3,8)	4,49 (3,7)	4,94 (3,6)	4,34 (2,8)	4,44 (2,6)
Переробна промисловість	43,58 (40,2)	47,39 (43,1)	52,91 (43,8)	59,05 (43,3)	66,08 (42,3)	73,93 (43,1)
Постачання електроенергії та ін. Водопостачання та ін.	32,92 (30,4)	32,98 (30,)	38,10 (31,5)	46,73 (34,2)	58,35 (37,4)	64,62 (37,7)
Транспорт та ін.	3,48 (3,2)	4,43 (4,0)	5,90 (4,9)	7,66 (5,6)	9,54 (6,1)	11,23 (6,6)
Інші ВЕД	2,37 (2,2)	2,99 (2,7)	4,00 (3,3)	5,17 (3,8)	6,35 (4,1)	6,98 (4,1)
Населення	19,1 (17,6)	15,9 (14,5)	14,9 (12,3)	13,99 (10,2)	13,8 (8,8)	13,65 (8,0)

Таблиця 3 – Структура споживання палива по видах в Україні до 2040 р., млн т у.п. (% до всього попиту на паливо /частки до попиту на паливо за ВЕД)

Показники	2015	2020	2025	2030	2035	2040
Всього попит на паливо по країні, млн т у.п., %, у т.ч.	108,35 (100)	110,0 (100)	120,86 (100)	136,52 (100)	156,12 (100)	171,35 (100)
Вугілля, млн т	45,82	45,21	51,75	62,33	73,85	82,55
Коефіцієнт переводу в у.п.	0,793	0,804	0,814	0,824	0,835	0,845
млн туп (частка до попиту)	36,36 (0,35)	36,35 (0,35)	42,11 (0,36)	51,35 (0,38)	61,67 (0,39)	69,76 (0,42)
Природний газ, млрд м ³	32,82	30,45	30,82	32,50	35,34	38,24
млн туп* (частка до попиту)	38,06 (0,37)	35,32 (0,34)	35,74 (0,30)	37,69 (0,28)	40,99 (0,26)	44,36 (0,27)
Нафтопродукти, млн т	13,66	15,13	17,75	21,38	25,53	27,67
млн туп** (частка до попиту)	18,79 (0,19)	20,96 (0,21)	24,76 (0,22)	29,99 (0,22)	35,97 (0,23)	39,07 (0,24)
Інші види палива (ВЕР, біопаливо), млн. т у.п.(частка)	15,14 (0,14)	17,37 (0,16)	18,25 (0,15)	17,49 (0,13)	17,49 (0,11)	18,16 (0,11)
у т.ч. попит на паливо за ВЕД, млн. т у.п. (частка)	89,26 (82)	94,10 (86)	105,96 (88)	122,53 (90)	142,32 (91)	157,70 (92)
Споживання вугілля за ВЕД, млн. т	45,34	44,81	51,38	62,00	73,55	82,26
млн. т у.п. (частка до паливо за ВЕД)	35,98 (0,41)	36,03 (0,38)	41,82 (0,38)	51,09 (0,40)	61,41 (0,41)	69,51 (0,41)
Споживання природного газу за ВЕД, млрд м ³	21,05	21,21	22,24	24,51	27,5	30,5
млн. т у.п.(частка до паливо за ВЕД)	24,42 (0,28)	24,60 (0,26)	25,80 (0,24)	28,43 (0,22)	31,90 (0,21)	35,38 (0,21)
Нафтопродукти, млн т	10,0	11,7	14,5	18,3	22,5	24,7
млн. т у.п.(частка до паливо за ВЕД)	14,30 (0,16)	16,73 (0,18)	20,74 (0,19)	26,17 (0,20)	32,18 (0,21)	35,32 (0,21)
Інші види палива (вторинні енергетичні ресурси, біопаливо), млн. т у.п. (частка)	14,56 (0,15)	16,74 (0,19)	17,6 (0,19)	16,84 (0,18)	16,83 (0,17)	17,49 (0,17)
у т.ч. населення, млн. т у.п., у т.ч.	19,09 (17,6)	15,90 (14,5)	14,9 (12,3)	13,99 (10,2)	13,8 (8,8)	13,65 (8,0)
Вугілля для населення, млн т у.п.	0,38	0,32	0,29	0,26	0,26	0,25
Природний газ для населення, млн т у.п.	13,64	10,72	9,94	9,26	9,09	8,98
Нафтопродукти для населення, млн т у.п.	4,49	4,23	4,02	3,82	3,79	3,75

*Коефіцієнт переводу природного газу взято 1,16 на всі роки.

**Коефіцієнт переводу нафтопродуктів взято 1,43 на всі роки без урахування зміни структури нафтопродуктів.

Таблиця 4 – Прогноз споживання палива за напрямками використання по видах економічної діяльності до 2040 р., млн т у.п.

Показники	2015	2020	2025	2030	2035	2040
<i>Сільське господарство, лісове господарство та рибне господарство</i>						
Споживання з урахуванням структурного і технологічного потенціалу енергозбереження	2,3	2,8	3,4	4,2	5,0	5,7
Витрати на перетворення у секції	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3
Разом споживання за секцією	2,7	3,2	3,8	4,5	5,4	6,0
<i>Добувна промисловість і розроблення кар'єрів</i>						
Споживання з урахуванням структурного і технологічного потенціалу енергозбереження	3,1	2,9	3,0	3,3	3,0	3,2
Витрати на перетворення у секції	0,6	0,7	0,7	0,6	0,5	0,3
Разом споживання за секцією та технологічні витрати	4,1	3,9	4,0	4,2	3,6	3,5
<i>Переробна промисловість</i>						
Споживання з урахуванням структурного і технологічного потенціалу енергозбереження	23,9	25,3	26,8	29,4	33,2	37,0
Витрати на перетворення у секції	18,9	18,0	17,3	16,8	16,4	16,3
Разом споживання за секцією та технологічні витрати	43,6	44,0	44,8	46,8	50,2	53,8
<i>Постачання електроенергії, газу, пари та кондиційованого повітря; Водопостачання; каналізація, поводження з відходами</i>						
Споживання з урахуванням структурного потенціалу енергозбереження	1,5	1,9	2,6	3,3	4,0	4,6
Витрати на перетворення у секції з урахуванням технологічного потенціалу енергозбереження	31,4	28,8	30,4	35,1	42,2	44,8
Разом споживання за секціями	32,9	30,8	33,0	38,4	46,2	49,4
<i>Транспорт, складське господарство, поштова та кур'єрська діяльність</i>						
Споживання з урахуванням структурного і технологічного потенціалу енергозбереження	3,3	3,9	4,7	5,7	6,8	7,6
Витрати на перетворення у секції	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
Разом споживання за секцією	3,5	4,0	4,8	5,9	7,0	7,8
<i>Інші ВЕД</i>						
Споживання з урахуванням структурного і технологічного потенціалу енергозбереження	1,4	1,6	2,0	2,4	2,9	3,3
Витрати на перетворення у секції	1,0	1,1	1,4	1,6	1,8	1,7
Разом споживання за секцією	2372,3	2723,8	3318,6	4005,8	4715,0	4959,6
<i>Разом за ВЕД</i>						
Витрати на перетворення у секціях	52,5	49,2	50,2	54,6	61,4	63,5
Разом споживання за секціями	89,2	88,6	93,7	103,7	117,0	125,5

У процесі прогнозування споживання електричної енергії для секції D враховуються витрати електроенергії на власні потреби при виробництві електричної, теплової енергії та розподіленні газу і кондиціонованого повітря.

Отримані на TOP- та DOWN-рівні необхідно узгодити за методикою М.М. Кулика, описаною у [7]. При цьому узгоджуються рівні без населення, тобто ф-ла (2) та (5).

Окремо визначається прогноз споживання палива та електроенергії для населення за залежністю (3).

Обсяги сумарного прогнозного споживання ПЕР визначаються за узгодженням між TOP- та DOWN-рівнями значенням та для населення:

$$E_{sj}^t = Y_{Tj}(t_l) + E_{нас}^t \quad (7)$$

де $Y_{Tj}(t)$ – узгоджений за комплексним методом [7] прогноз споживання ПЕР.

Уточнений прогноз споживання палива з урахуванням обсягів перетворення і втрат надано у табл. 1, а споживання моторного палива населенням, яке не входить до форми 4-МТП, та його структуру по ВЕД в т.у.п. – в табл. 2.

Як видно з табл. 2 найбільшими споживачами палива є «Переробна промисловість» (40,2%), «Постачання електроенергії та ін.» (30,4%), населення (17,6%). Прогнозується,

що частка переробної промисловості збільшиться на 2,9%, зміни передбачаються і в самій секції. Частка секцій «Постачання електроенергії та ін. Водопостачання та ін.» зросте на 7,3% за рахунок розвитку децентралізованих та автономних систем енергопостачання. Частка населення у споживанні палива знизиться на 9,6% з причин зниження чисельності населення, зменшення споживання палива в системах опалення за рахунок використання більш ефективних котлів та часткового переходу на електроенергію, у т.ч. з відновлюваних джерел енергії (сонце, вітер, підземні води у ТНУ) та скорочення споживання моторного пального завдяки заміні парку автомобілів на більш економічні.

За обчисленими рівнями попиту на вугілля, природний газ та нафтопродукти складено структуру палива по видах (табл. 3).

При визначенні структури споживання ПЕР необхідно врахувати, що у попит на паливо включено обсяги палива, необхідні для тепло- та електрогенерації. Тому у кожній секції за КВЕД виділено обсяги палива на енергогенерацію, які прогнозувались окремо. У табл. 4 надано прогноз споживання палива за ВЕД до 2040 р. з урахуванням обсягів перетворення.

У табл. 5 надано зведений прогноз і структура споживання ПЕР до 2040 р.

Таблиця 5 – Структура споживання ПЕР в Україні до 2040 р., млн т у.п. (% до всього попиту)

Показники	2015	2020	2025	2030	2035	2040
Всього попит на паливо (без обсягів перетворення) по країні з населенням, млн т у.п., (частка)	55,8 (0,37)	59,29 (0,38)	68,2 (0,39)	78,35 (0,4)	90,19 (0,4)	102,38 (0,42)
Попит на електричну енергію, млрд кВт·год	154,1	165,0	190,9	224,2	257,1	283,3
Коефіцієнт переводу в у.п.	0,3642	0,3635	0,3545	0,3455	0,342	0,340
млн туп (частка)	56,12 (0,38)	59,98 (0,38)	67,67 (0,38)	77,46 (0,39)	87,93 (0,39)	96,32 (0,39)
Попит на теплову енергію, млн Гкал	227,6	241,7	260,3	271,7	299,3	317,9
Коефіцієнт переводу в у.п.	0,1623	0,1593	0,1564	0,1535	0,150	0,148
млн туп (частка)	36,94 (0,25)	38,50 (0,24)	40,71 (0,23)	41,71 (0,21)	44,90 (0,2)	47,05 (0,19)
Разом попит на ПЕР, мн т у.п. (частка)	148,9 (1)	157,8 (1)	176,6 (1)	197,5 (1)	223,0 (1)	245,7 (1)

ВИСНОВКИ

Досліджено зміну структури загального постачання первинного палива та енергії за ретроспективу та виявлено тенденції у зміні споживання окремих видів палива та енергії. Розроблено алгоритми визначення прогнозної структури енергоспоживання з використанням комплексного методу та проведено розрахунки з використанням розроблених програмних засобів. Розраховано прогнозу структуру палива за видами та напрямками споживання та структуру споживання ПЕР до 2040 р.

1. Пириашвили Б.З., Ворончук М.М., Галиновский Е.И. и др. Имитационное моделирование в энергетике; под ред. Б.М. Данилишина. К.: Наук. думка, 2008. 303 с.
2. Слободяник С.Н. Анализ и прогнозирование сдвигов в уровне и структуре энергопотребления России: автореф. дис. ... канд. экон. наук: спец. 08.00.05 «Экономика и управление народным хозяйством». М., 2015. 22 с.
3. Білодід В.Д., Малярєнко О.Є., Куц Г.О. та ін. Розробка наукових основ та розвиток методології формування прогнозних енергетичних балансів країни в умовах глобалізації економіки з урахуванням потенціалів енергозбереження / Звіт про НР № ДО 0213U001372. Білодід В.Д. (наук. керівник), Малярєнко О.Є. (відп. вик.). 2012. 255 с.
4. Малярєнко О.Є. Методичний підхід до визначення прогнозної структури споживання первинного палива. *Проблеми загальної енергетики*. 2016. № 3(46). С. 28—39. <https://doi.org/10.15407/pge2016.03.028>.
5. Кулик М.М. Методи узгодження прогнозних рішень. *Проблеми загальної енергетики*. 2014. № 2(37). С. 5—12.
6. Кулик М.М., Майстрєнко Н.Ю., Малярєнко О.Є. Двоетапний метод прогнозування перспективного попиту на енергетичні ре-

сурси. *Енерготехнології та ресурсозбереження*. 2015. № 5-6. С. 25—33.

7. Кулик М.М., Малярєнко О.Є., Майстрєнко Н.Ю. та ін. Застосування методів комплексного прогнозування для визначення перспективного попиту на первинні енергетичні ресурси. *Проблеми загальної енергетики*. 2017. № 1(48). С. 5—15. <https://doi.org/10.15407/pge2017.01.005>.
8. Нечаєва Т.П. Методи та засоби прогнозування розвитку структури генеруючих потужностей електроенергетичної системи з урахуванням екологічних вимог: автореф. дис. ... канд. техн. наук: спец. 05.14.01 «Енергетичні системи та комплекси». К., 2015. 20 с.
9. Кулик М.М., Горбулін В.П., Кириленко О.В. Концептуальні підходи до розвитку енергетики України (аналітичні матеріали). К.: НАН України, ВФТПЕ НАН України, 2017. 77 с.
10. Малярєнко О.Є., Майстрєнко Н.Ю. Прогнозування рівнів споживання паливно-енергетичних ресурсів з урахуванням потенціалу енергозбереження при структурних змінах в економіці. *Проблеми загальної енергетики*. 2015. № 2(41). С. 5—22. <https://doi.org/10.15407/pge2015.02.005>.
11. Малярєнко О.Є., Майстрєнко Н.Ю., Станиціна В.В. Обґрунтування прогнозних обсягів потенціалу енергозбереження в укрупнених секторах економіки з урахуванням технологічних і структурних зрушень. *Проблеми загальної енергетики*. 2016. № 4(47). С. 58—67. <https://doi.org/10.15407/pge2016.04.058>.
12. Соціально-економічний стан України: наслідки для народу та держави: національна доповідь; за заг. ред. В.М. Гейця та ін. К., 2009. 687 с.
13. Куц Г.О., Малярєнко О.Є., Станиціна В.В., Богославська О.Ю. Оцінка стану та прогноз структури споживання палива та енергії для систем тепlopостачання України з урахуванням регіональних особливостей. *Проблеми загальної енергетики*. 2017. № 4(51). С. 23—32. <https://doi.org/10.15407/pge2017.04.023>

Надійшла до редколегії: 14.03.2018