

УДК 620.9

**Віталій Горський**, д-р філософії (PhD), <https://orcid.org/0000-0001-9128-9556>  
Інститут загальної енергетики НАН України, вул. Антоновича, 172, м. Київ, 03150, Україна  
e-mail: witalij.3d@gmail.com

## ПРОГНОЗУВАННЯ ОБСЯГІВ ЕЛЕКТРОСПОЖИВАННЯ В УКРАЇНІ З УРАХУВАННЯМ МІГРАЦІЇ НАСЕЛЕННЯ ВНАСЛІДОК ВОЄННИХ ДІЙ

**Анотація.** *Особливістю енергоспоживання у сфері житлово-комунального обслуговування населення є висока залежність від попиту населення на різноманітні послуги підприємств і установ різного підпорядкування, тобто обсяг використання палива та енергії залежить від способу життя, чисельності та структури населення, а також інших демографічних характеристик. У побуті норми споживання електроенергії залежать від соціального рівня забезпеченості комфортного проживання населення, тобто чим вищий рівень, тим більше побутових приладів та з вищим класом енергоефективності буде використовувати мешканець у побутовому житті. Війна проти України призвела до значного переміщення населення, що змінило звичний спосіб життя і рівень комфорту. Метою є дослідження впливу міграції населення внаслідок воєнних дій на обсяги споживання електроенергії за різними напрямками використання. Проаналізовано дані щодо чисельності населення у довоєнний період та через рік після повномасштабного вторгнення за регіонами та в країні. Визначено абсолютну зміну кількості населення у кожному регіоні та країні в цілому. Проаналізовано тенденцію переселення населення внаслідок війни та його вплив на зміну електроспоживання. Досліджено розподіл мігрантів за регіонами та зміни в обсягах електроспоживання в цих регіонах. Визначено основні вагомні фактори, що впливають на енергоспоживання населенням у воєнний період. Розраховано усереднений річний показник споживання електричної енергії на одну особу населення та здійснено його порівняння із великими країнами Європи. Проаналізовано тенденції зміни структури споживання електроенергії населенням протягом ретроспективного періоду і розглянуто можливі впливові фактори.*

**Ключові слова:** енергоспоживання, питоме споживання електроенергії населенням, населення, міграція, вимушено переміщені особи.

### 1. Вступ

Особливістю енергоспоживання у сфері житлово-комунального обслуговування населення є висока залежність від попиту населення на різноманітні послуги підприємств і установ різного підпорядкування, тобто обсяг використання палива та енергії залежить від способу життя, чисельності і структури населення, інших демографічних характеристик. Крім того, на енергоспоживання впливають такі зовнішні фактори, як кліматичні та регіональні умови. До факторів, що впливають на споживання енергетичних ресурсів, належать особливості використання енергії в житлово-комунальному секторі, вплив на енергоспоживання соціальних, економічних та екологічних показників його розвитку, обсяг і структура послуг, рівень енергозабезпеченості населення, характеристики енергоспоживаючих установок, обладнання та пристроїв, режими їх роботи тощо. У свою чергу, фактори можна класифікувати на ті, що зменшують і збільшують споживання енергії. Ці знижувальні коефіцієнти є переважно енергозберігаючими заходами, реалізація яких впливає на організаційно-технологічні аспекти житлово-комунальної сфери, а в окремих випадках досягнення економії палива та енергії призводить до якісної перебудови надання послуг. Фактори, зумовлені соціальним прогресом, збільшують попит на енергоресурси, насамперед на перетворення енергії [1].

Масова міграція може вплинути на ринок енергоспоживання в різних регіонах країни. Зміни в обсягах споживання електроенергії можуть мати великий економічний вплив на галузі, пов'язані з енергетикою та електропостачанням. Дослідження впливу міграції на електроспоживання має важливе значення для розуміння та вирішення енергетичних проблем, що виникають у зв'язку зі змінами в населенні різних регіонів країни.

В роботі [2] запропоновано методичку середньо- та довгострокового прогнозування потреби у котельно-підному паливі (децентралізовані споживачі), електричній та тепловій енергії з урахуванням впливу енергозбереження, соціально-економічного розвитку та взаємозамінності енергоносіїв в енергетичних процесах сфери житлового та комунально-побутового обслуговування населення, а в роботі [3] надано методичний підхід до прогнозування потреби у тепловій енергії – на опалення та гаряче водопостачання. На жаль, механізм, який би давав змогу визначати об'єми споживання електричної енергії населенням із врахуванням значних переміщень населення, відсутній.

## 2. Мета

Метою цього дослідження є аналіз впливу міграційних процесів на обсяги та структуру електроспоживання та їх вплив на електроспоживання за напрямками використання та можливі обсяги енергозбереження.

## 3. Матеріал і результати досліджень

При дослідженні енергоспоживання у сфері житлово-комунального обслуговування населення важливо враховувати не тільки чисельність та площу житлового фонду, а й також соціальні фактори та рівень економічного стану. Слід враховувати як збільшення енергоспоживання загалом, за рахунок збільшення кількості електроприладів на одного мешканця, так і економію за рахунок використання більш енергоефективного обладнання та заміщення електрики альтернативними джерелами енергії у побуті.

Зібрано систему показників споживання електроенергії населенням за напрямками за 2016–2022 рр., структуру та об'єми якої наведено в таблиці 1.

**Таблиця 1.** Обсяги споживання електроенергії населенням за напрямками використання за 2016–2020 рр., млн кВт·год [4]

Рік	Опалення	Кондиціонування	Підігрів води	Приготування їжі	Освітлення і живлення побутових приладів	Інше
2016	754,26 (2,1%)	574,68 (1,6%)	2 945,22 (8,2%)	2 514,21 (7,0%)	29 057,10 (80,9%)	71,83 (0,2%)
2017	1 858,41 (5,3%)	666,22 (1,9%)	3 646,69 (10,4%)	3 015,53 (8,6%)	25 807,32 (73,6%)	70,13 (0,2%)
2018	1 905,71 (5,3%)	827,00 (2,3%)	3 739,50 (10,4%)	3 056,32 (8,5%)	26 356,26 (73,3%)	71,91 (0,2%)
2019	1 832,27 (5,2%)	986,61 (2,8%)	3 629,31 (10,3%)	2 995,06 (8,5%)	25 722,28 (73,0%)	70,47 (0,2%)
2020	2 083,59 (5,7%)	1 133,18 (3,1%)	3 801,64 (10,4%)	4 423,06 (12,1%)	25 039,63 (68,5%)	73,11 (0,2%)

Приведені дані показують збільшення більш ніж удвічі частки електроенергії на опалення, збільшення обсягів використання електроенергії на потреби кондиціонування, підігрів води, приготування їжі, але зменшення використання електроенергії на освітлення.

На жаль, детальна статистика за останні роки не публікується у зв'язку із воєнними діями на території України, тому дослідити подальшу зміну структури споживання електроенергії домогосподарствами за напрямками використання неможливо.

За даними 2020 р., що приведені у табл. 1, найбільше споживання електроенергії припадає на освітлення та живлення побутових приладів – 25 039,63 млн кВт·год, або 68,5 %; на другому місці приготування їжі – 4 423,06 млн кВт·год (12,1 %); на третьому – підігрів води – 3 801,64 млн кВт·год (10,4 %); потім опалення – 2 083,59 млн кВт·год (5,7 %); на останньому місці кондиціонування – 1 133,18 млн кВт·год (3,1 %). Проаналізувавши тенденції зміни структури споживання електроенергії населенням протягом періоду ретроспективного аналізу і розглянувши можливі впливові фактори, можна зробити наступні висновки [5, 6]:

1. Значно зросла частка електроенергії, споживаної на кондиціонування житлових приміщень, що впливає зі зміни клімату та підвищення середньої добової температури повітря;

2. Зафіксовано суттєве збільшення частки електроенергії, використаної для приготування їжі у 2017 році порівняно із 2016 роком, що пояснюється популярністю електричних варильних поверхонь через їхню ефективність та вибір споживачів через вартість газу;

3. У 2020 році спостерігається збільшення споживання, обумовлене пандемією COVID та карантинними обмеженнями, коли населення було змушене залишатися вдома;

4. Частка електроенергії, використаної на освітлення, зменшується завдяки переходу до економічних освітлювальних приладів та автоматизації ввімкнення / вимкнення світла;

5. Зауважено різке збільшення частки, витраченої на нагрів гарячої води, через встановлення електричних водонагрівачів у великій кількості будинків, що визначається незадовільною якістю гарячої води, високою ціною та тривалими перервами в гарячому водопостачанні;

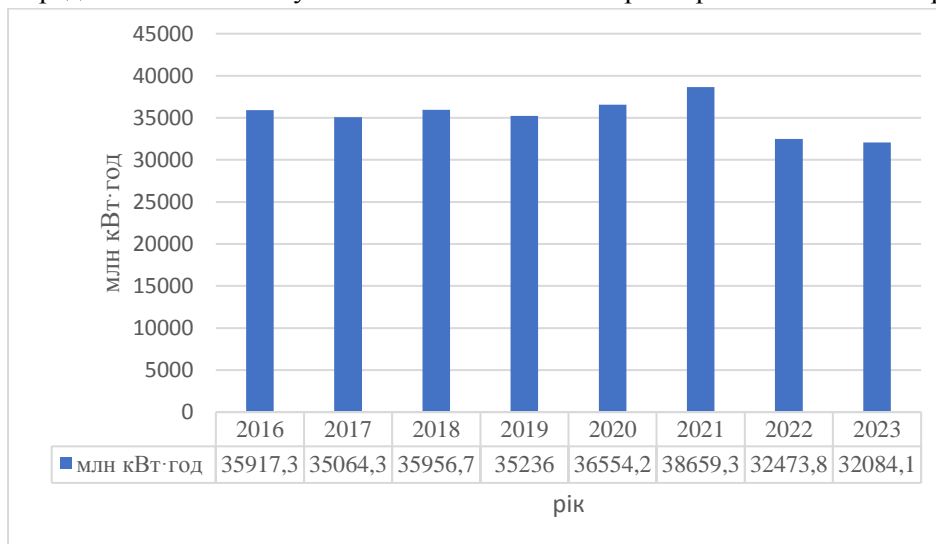
6. Частка електроенергії, споживаної на опалення житлових приміщень, різко збільшилася та поступово зменшується з кожним роком. Це обумовлено використанням багатьох електричних опалювальних приладів у багатоквартирних будинках та популярністю теплових насосів для опалення приватних будинків та адміністративних будівель. З урахуванням зміни цін на газ та електроенергію, а також розвитку програм енергозбереження, цей тренд може залишитися актуальним і в майбутньому.

Майбутнє України в Європейському Союзі вимагає створення можливості порівнювати та/або ставити цілі для досягнення певного рівня енергоефективності [7]. У Таблиця 2 приведено значення мінімального та максимального споживання електроенергії на одну особу найбільших країн Європи за 2016 рік (усереднене). Цей показник знаходиться в межах від 685 до 1570 кВт·год на одну особу.

**Таблиця 2.** Усереднений річний попит на електроенергію за напрямками на одну особу в країнах Європи за 2016 р. [8]

Вид операцій споживання	Мінімум, кВт·год	Максимум, кВт·год
Освітлення	100	100
Охолодження продуктів	225	575
Приготування їжі	70	125
Прання білизни	100	380
Миття посуду	90	290
Інші	100	100
Разом	685	1570

На рис. 1 представлено загальну кількість спожитої електроенергії населенням за роками [9].



**Рисунок 1.** Динаміка загального споживання електроенергії населенням у 2016–2023 рр.

Різке зниження споживання електричної енергії у 2022 р. порівняно із попереднім роком спричинено тимчасовим відключенням світла, а також частковим знеструмленням та/або знищенням населених пунктів, які знаходились у зоні бойових дій. Не менш вагомим фактором є також зменшення чисельності населення внаслідок еміграції за кордон, що показано в таблиці 4.

За даними НКРЕКП [10] щодо обсягів споживання електроенергії побутовими споживачами у розрізі областей за 2018–2022 рр., було сформовано діаграму для наглядного порівняння обсягів, спожитих у кожній області за даний період (рис. 2).

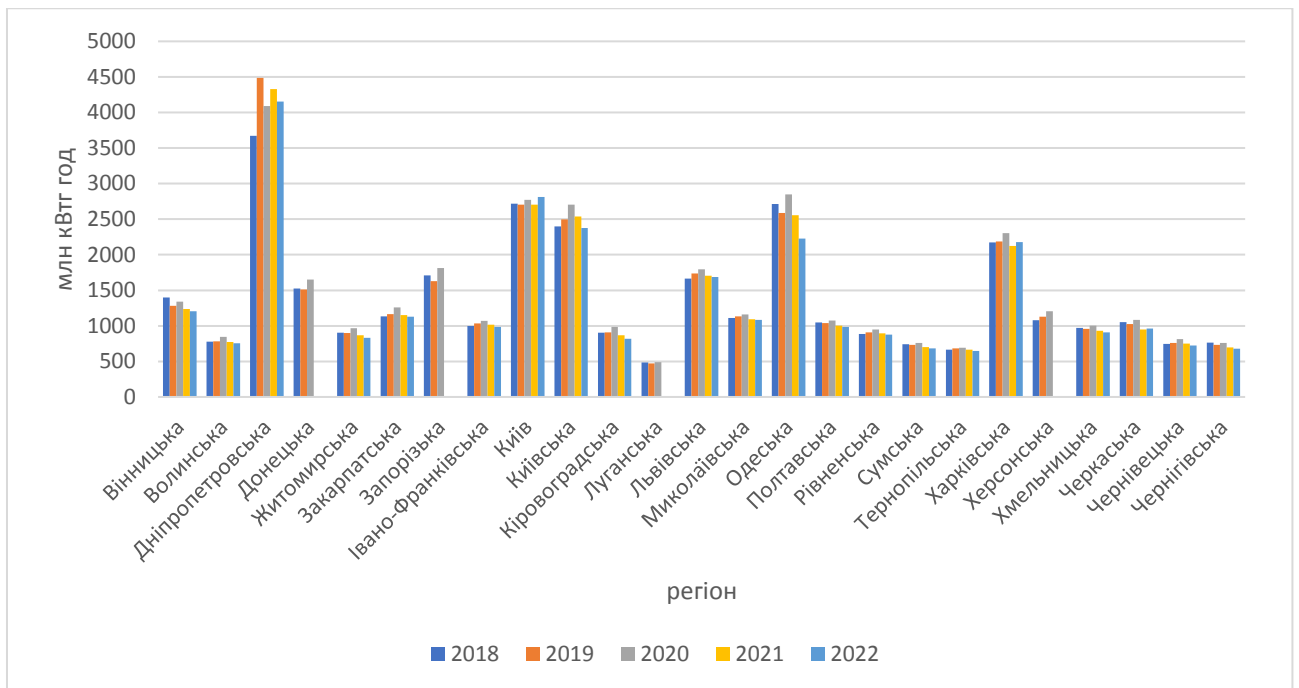


Рисунок 2. Обсяги споживання електроенергії населенням у регіональному розрізі [10]

Досить чітко спостерігається збільшення обсягів, спожитих населенням, із кожним роком. За даними [11] щодо чисельності населення у досліджувані роки, визначено показник питомого річного споживання електроенергії на особу по областях (табл. 3).

Таблиця 3. Річне споживання електроенергії на особу по областях

	2018	2019		2020	
	кВт·год/особу	кВт·год/особу	Δ%	кВт·год/особу	Δ%
Вінницька	887,29	820,13	-1,5%	868,35	5,6%
Волинська	747,56	756,22	1,1%	820,36	7,8%
Дніпропетровська	1136,86	1399,15	18,7%	1287,22	-8,7%
Донецька	363,37	363,23	0,0%	399,20	9,0%
Житомирська	733,07	737,73	0,6%	801,58	8,0%
Закарпатська	901,39	925,04	2,6%	1004,12	7,9%
Запорізька	991,96	955,82	-3,8%	1074,56	11,0%
Івано-Франківська	726,17	753,17	3,6%	781,70	3,7%
Київ	1548,73	1529,21	-1,1%	1555,11	1,8%
Київська	2508,19	2642,96	3,3%	2899,78	7,0%
Кіровоградська	415,95	421,87	1,8%	461,79	9,2%
Луганська	191,79	187,75	-1,7%	194,88	4,0%
Львівська	1456,83	1533,51	4,4%	1602,11	3,7%
Миколаївська	465,86	476,31	3,0%	487,56	3,1%
Одеська	1920,56	1847,44	-4,8%	2053,89	9,3%
Полтавська	901,84	897,64	0,2%	930,81	4,1%
Рівненська	808,73	839,15	2,8%	886,10	4,5%
Сумська	703,04	701,29	0,3%	730,18	4,5%
Тернопільська	247,68	254,77	2,7%	260,74	2,3%
Харківська	2077,09	2108,86	1,3%	2239,80	5,6%
Херсонська	845,76	890,76	5,2%	960,41	7,4%
Хмельницька	795,48	793,47	-0,6%	840,44	5,2%
Черкаська	1159,15	1133,42	-1,4%	1200,47	6,4%
Чернівецька	732,38	757,06	2,1%	818,98	6,5%
Чернігівська	260,64	248,29	-2,9%	255,70	4,8%
<b>Україна</b>	<b>807,71</b>	<b>829,87</b>	<b>0,01%</b>	<b>869,25</b>	<b>0,05%</b>

Аналіз таблиці 3 показує, що по регіонах спостерігається нелінійна зміна питомого річного споживання на одиницю населення. Але якщо розглядати країну в цілому, то маємо досить чітке

значення, що поступово зростає. Якщо результати з таблиці 3 порівняти з показниками європейських країн (таблиця 2), то цей показник у 820,35 кВт·год/особу знаходиться у межах країн Європи.

У результаті воєнних дій в Україні відбулися значні зміни у чисельності населення за регіонами. У 2014 році в Україні відбулась перша велика хвиля міграції внаслідок війни на сході країни. Понад 1,78 млн жителів Донецької і Луганської областей, а також Криму стали переселенцями всередині країни. Частка кримчан близько 20,6 тис. осіб [12].

Для визначення прогнозного попиту на електроенергію потрібно мати прогнозні значення показника питомих витрат електроенергії на особу та прогноз чисельності населення. Якщо питомий показник споживання електроенергії на людину можна прийняти за європейськими даними, то прогноз чисельності населення має ґрунтуватись на даних фактичної чисельності населення.

З початком повномасштабної війни 24 лютого 2022 року в країні відбувається переміщення великої кількості населення. Частина українців, які виїхали за кордон, повернулися додому, хтось інтегрувався у суспільство нової для себе країни, але є й ті, хто лише зараз виїжджає за межі України. І, судячи з опрацьованих даних [13], кількість тих, хто емігрує зараз, збільшується порівняно з лютим 2022 року. Порівняння інформації з різних офіційних джерел вказує на розбіжність даних щодо чисельності населення. Згідно з оцінками уряду, на 1 грудня 2019 року в Україні (за винятком тимчасово окупованих територій) проживало 37,3 мільйона осіб [14]. З іншого боку, згідно з Держстатом станом на 1 лютого 2022 року кількість населення, що фактично проживає на території України (без урахування тимчасово окупованої АР Крим), оцінювалася у 41,1 мільйона людей. Щорічне скорочення становило понад 420 тисяч осіб [15].

Станом на 21 червня 2023 року за кордоном перебувало 8 млн 177 тис. українців, на березень 2023 року ця кількість становила 8 млн 055 тис., тобто кількість українців, що виїхали з України, за три місяці зросла на 122 тис. осіб [13]. Кількість внутрішньо переміщених осіб складала 6,9 млн осіб на 23 серпня 2022 року. Згідно з останнім дослідженням Міжнародної організації з міграції, більшість з понад 300 тисяч нових переміщень, починаючи з липня 2022 року, відбулася на півдні та сході країни [16]. Київ, Дніпро та Харків очолюють рейтинг міст за кількістю переселенців. [17]. Лідером за кількістю внутрішньо переміщених осіб є столиця – тут зареєстровано приблизно 380 тис. переселенців. Майже вдвічі менше проживає у Дніпрі – 175 тис. осіб. Замикають п'ятірку міст за кількістю внутрішньо переміщених осіб Харків, Запоріжжя та Одеса [17]. Раніше переселенці також обирали для життя райони поруч із частково окупованими Луганською та Донецькою областями. На рис. 3 наведено кількість внутрішньо переміщених осіб у регіональному розрізі [18].

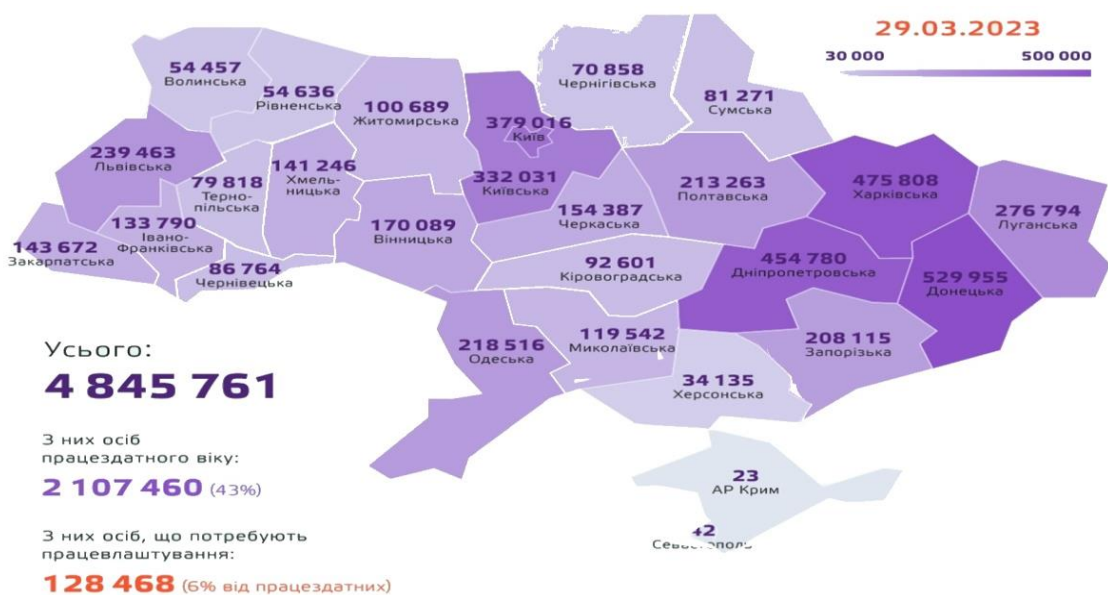


Рисунок 3. Кількість внутрішньо переміщених осіб [18]

Попри те, що регіони сходу країни залишаються в лідерах, за останній рік кількість внутрішньо переміщених осіб у західних областях значно підвищилась. Тому значним викликом для місцевих громад стала швидка адаптація та перелаштування роботи для підтримки значної кількості переселенців у стислі строки. Також таке зростання у регіоні призведе до збільшення кількості споживаних населенням послуг. Значне зростання припадає на електричну енергію, оскільки при влаштуванні тимчасового чи постійного житла або модульних містечок для вимушено переміщених осіб не завжди є змога забезпечити підведення центрального тепlopостачання. І в такому разі зросте частка електроенергії, що використовується на опалення та приготування гарячої води.

Також джерелом інформації про актуальну кількість мешканців України можуть бути дані мобільних операторів. Цю інформацію для підрахунку кількості населення вже використовував український уряд у 2019 році [14]. Громадянська мережа ОПОРА отримала дані від Державної комісії з питань зв'язку про кількість карток операторів мобільного зв'язку «Київстар», «Vodafone» та «Lifecell» по регіонах. Станом на 6 червня 2023 року кількість активних карток мережі мобільного зв'язку становила трохи більше як 48,3 млн. На «Київстар» припало 24,3 млн карток, «Vodafone» – 15,4 млн, «Lifecell» – 8,6 млн. Найбільше активних карток зафіксовано в Києві – 5,5 млн, на Дніпропетровщині – 4,6 млн та Львівщині – 3,65 млн [13]. У звіті Національної комісії з питань регулювання зв'язку (НКРЗ) [19] вказано, що в середньому на 100 жителів України припадає 143 картки. Враховуючи це, можна припустити, що на неокупованій території України перебуває не більше як 33,8 млн людей. На рис. 4 наведено розрахункову кількість жителів по регіонах. Сірим кольором виділені області, де ведуться активні бойові дії, та тимчасово окуповані території – там неможливо розрахувати кількість жителів даним способом.

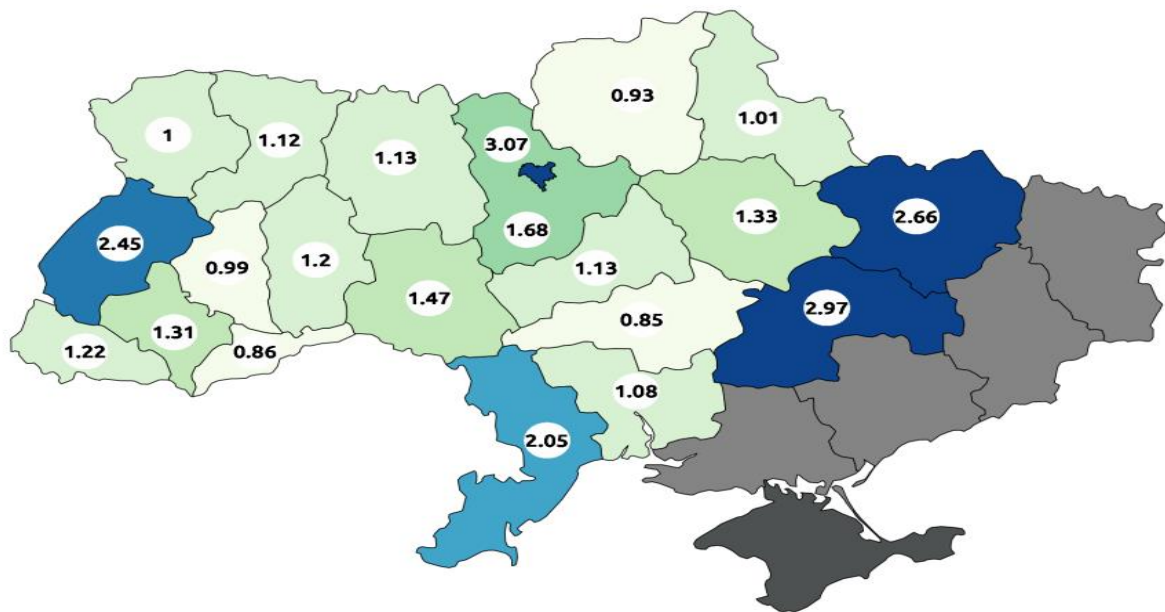


Рисунок 4. Розрахункова кількість жителів по регіонах, млн осіб

Щоб оцінити, як змінилась кількість жителів у регіоні порівняно з початком повномасштабного вторгнення росії, на рис. 5 наведено чисельність населення по регіонах України станом на 1 лютого 2022 року за даними [20].

Співставлення наведених на рис. 4 та рис. 5 даних дозволило вирахувати зміну чисельності населення в областях, а також визначити кількість вимушено переміщених осіб; результати наведено в таблиці 4.



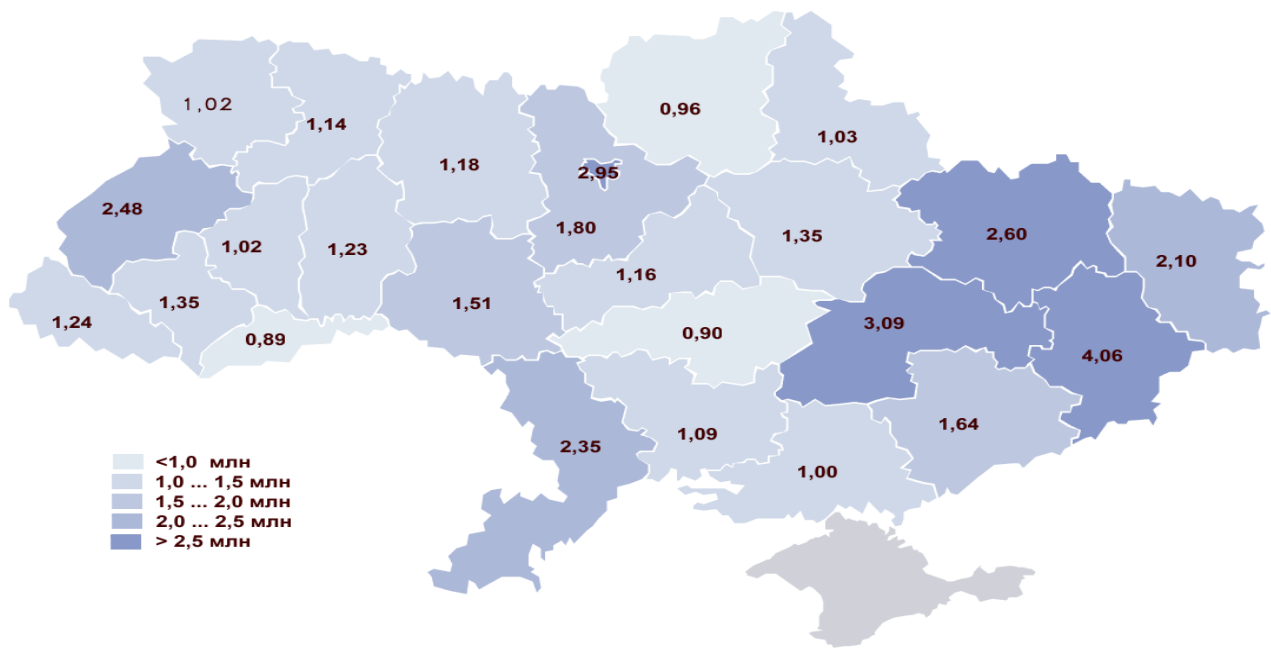


Рисунок 5. Чисельність населення по регіонах станом на 02.2022 р., млн осіб

Таблиця 4. Розрахунок зміни чисельності населення в регіонах, млн осіб

Область	на 02.2022 р.	на 06.2023 р.	ВПО	Різниця
Вінницька	1,508	1,470	0,170	-0,038
Волинська	1,021	1,000	0,054	-0,021
Дніпропетровська	3,093	2,970	0,455	-0,123
Донецька	4,056	-	0,530	-
Житомирська	1,178	1,130	0,101	-0,048
Закарпатська	1,244	1,220	0,144	-0,024
Запорізька	1,636	-	0,208	-
Івано-Франківська	1,351	1,310	0,134	-0,041
Київська	1,796	1,680	0,332	-0,116
Кіровоградська	0,902	0,850	0,093	-0,052
Луганська	2,102	-	0,277	-
Львівська	2,476	2,450	0,239	-0,026
Миколаївська	1,091	1,080	0,120	-0,011
Одеська	2,350	2,050	0,219	-0,300
Полтавська	1,351	1,330	0,213	-0,021
Рівненська	1,141	1,120	0,055	-0,021
Сумська	1,034	1,010	0,081	-0,024
Тернопільська	1,021	0,990	0,080	-0,031
Харківська	2,596	2,660	0,476	0,064
Херсонська	1,000	-	0,034	-
Хмельницька	1,228	1,200	0,141	-0,028
Черкаська	1,116	1,130	0,154	0,014
Чернівецька	0,890	0,860	0,087	-0,030
Чернігівська	0,958	0,930	0,071	-0,028
м. Київ	2,951	3,070	0,379	0,119
<b>загалом</b>	<b>41,087</b>	<b>31,510</b>	<b>4,846</b>	<b>-</b>

– дані відсутні, або тимчасово окуповані території  
«-» мінус вказує на зменшення чисельності населення у регіоні із врахуванням осіб, що виїхали за кордон, та ВПО

Враховуючи всі фактори, такі як кількість осіб, що виїхали за кордон, та кількість вимушено переміщених осіб, фактична кількість жителів на початок повномасштабного вторгнення та через рік, а також аналізуючи отримані дані з таблиці 4, можна зробити висновок, що в основному кількість жителів майже по всіх регіонах зменшилась, без урахування тимчасово окупованих територій та зони ведення

активних бойових дій. Виключенням є тільки три регіони, у яких спостерігається збільшення чисельності населення: м. Київ – 0,119 млн осіб; Харківська – 0,064 млн осіб; Черкаська – 0,014 млн осіб.

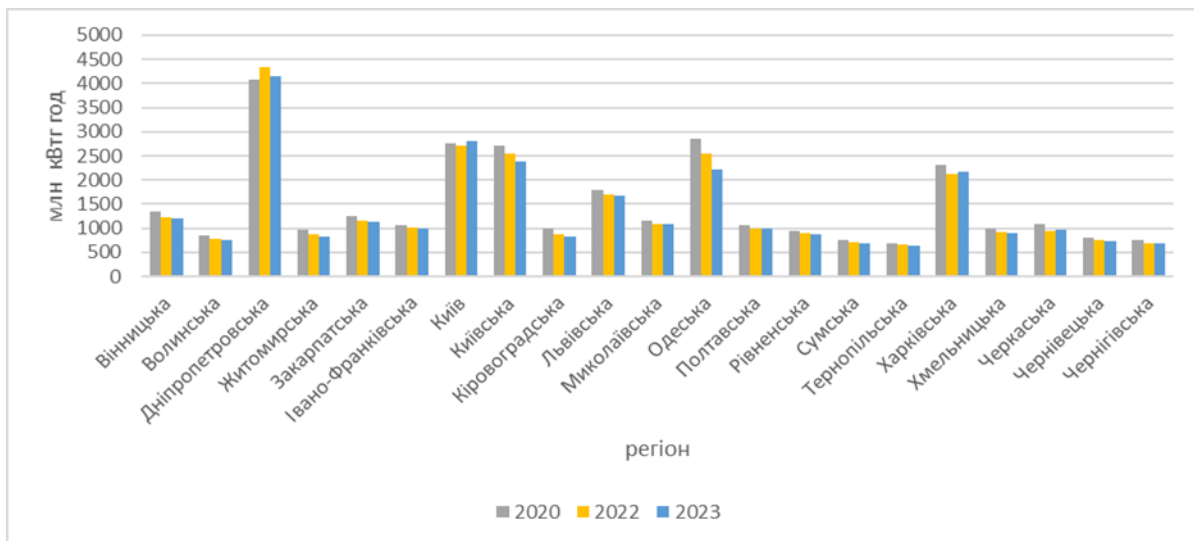
Однак не можна вважати, що вимушено переміщені особи заміщують жителів, які виїхали за кордон, по енергоспоживанню, оскільки є ряд факторів, що слід врахувати [6, 21, 22]:

- вимушено переміщені особи зазвичай розміщуються у спеціально побудованих модульних містечках, що є додатковими споживачами електричної енергії на опалення та гаряче водопостачання;
- частина розміщується у фонді орендного житла, що в більшості і так було не заселене, а також у гуртожитках. Це все додаткове навантаження на енергоспоживання як теплової, так і електричної енергії;

- у центральних та західних областях, де немає активних бойових дій, власники, емігруючи, або залишали свої домівки порожніми, або здавали в оренду, або там залишалась особа, що не може покинути країну. У такому випадку буде тільки незначне зниження енергоспоживання і тільки по споживанню електроенергії та комунальних послуг, оскільки, якщо помешкання має централізоване опалення, воно буде опалюватися незалежно від наявності проживаючих чи їх кількості.

- враховуючи питоме річне споживання електричної енергії на особу населення, наведене в таблиці 3, фактичну кількість жителів у кожному з регіонів, наведену в таблиці 4, можна визначити зміну енергії у регіональному розрізі, що показано на рис. 6.

- на жаль, дану структуру неможливо було привести для деяких областей, у яких ведуться активні бойові дії і дані по них або відсутні, або неповні. Проте у всіх інших регіонах спостерігається зниження споживання електричної енергії від початку 2022 року, коли розпочалася повномасштабна війна на території України. Незначне збільшення обсягів споживання спостерігається у регіонах, які прийняли найбільшу кількість переселенців, а також в областях, що зазнали мінімального зменшення чисельності населення за рахунок еміграції.



**Рисунок 6.** Динаміка зміни структури споживання електроенергії за регіонами

До найбільш вагомих факторів, що впливають на енергоспоживання населенням, можна віднести такі як: технічна можливість доставити електроенергію споживачам; наявність достатньої кількості електроенергії у мережі; кількість споживачів. Розглядаючи споживання у регіональному розрізі із врахуванням вище перелічених факторів, логічно було б припустити, що споживання електроенергії має стрімко зростати у регіонах із великою кількістю переселенців, таких як Дніпропетровська – 0,455 млн осіб, Львівська – 0,239 млн осіб, Київська – 0,332 млн осіб. Але вагомою є загальна кількість осіб населення в регіоні, оскільки, якщо визначити абсолютну зміну чисельності, то отримуємо від’ємне значення, тобто зменшення кількості осіб. Загалом в Україні зменшилась чисельність населення із початком повномасштабного вторгнення – звідки і отримуємо зниження спожитих населенням обсягів у 2022 році на 6 185,5 млн кВт·год, і навіть у 2023 році на 389,7 млн кВт год менше, ніж у попередньому,



це при тому, що у 2023 році не було стабілізаційних відключень електрики. А питоме річне споживання електроенергії на одну особу в середньому по країні становить у 2018 р. – 807,71 кВт·год/особу; у 2019 р. – 829,87 кВт·год/особу; у 2020 р. – 869,25 кВт·год/особу. З кожним роком спостерігається незначне збільшення, спричинене підвищенням рівня життя населення, а також збільшенням кількості приладів.

#### 4. Висновки

Міграційні процеси мають значний вплив на обсяги та структуру електроспоживання. Переселення населення внаслідок воєнних дій може призводити до змін у споживанні електроенергії в різних регіонах. Аналіз використання електроенергії за різними напрямками показує, що об'єми споживання можуть змінюватися залежно від демографічних та економічних факторів, пов'язаних з міграцією. Ідентифікація можливих обсягів енергозбереження стає важливою складовою для забезпечення ефективного використання електроенергії в умовах міграційних процесів. Розробка та впровадження програм енергоефективності можуть допомогти зменшити споживання електроенергії та забезпечити сталість енергопостачання в умовах змінного населення.

Дослідження підкреслює важливість розуміння взаємозв'язку між міграційними процесами та електроспоживанням для розвитку ефективної стратегії управління енергетичними ресурсами та забезпечення сталого розвитку енергетичного сектору.

#### Посилання

1. Maliarenko O., Maistrenko N., Horskyi V., Leshchenko I., Ivanenko N. Mathematical simulation of projecting energy demand for Ukraine's budget Institutional buildings. *Systems, Decision and Control in Energy V.* 2023. P. 57—70. [https://doi.org/10.1007/978-3-031-35088-7\\_4](https://doi.org/10.1007/978-3-031-35088-7_4)
2. Агєєва Т.П. Методичні основи оцінки енергозбереження та прогнозування енергоспоживання в сфері житлового та комунально-побутового обслуговування населення України: автореф. дис. ... канд. техн. наук. Інститут загальної енергетики НАН України. Київ, 2002. 20 с.
3. Малярєнко О.Є., Майстрєнко Н.Ю., Станиціна В.В., Богославська О.Ю. Удосконалений комплексний метод прогнозування енергоспоживання на довгострокову перспективу. *Енергетика: економіка, технології, екологія.* 2020. № 3(57). С. 53—64. <https://doi.org/10.20535/1813-5420.3.2019.196383>
4. Структура кінцевого споживання енергії домогосподарствами за цілями призначення. *Державна служба статистики в Україні:* веб-сайт. URL: <https://www.ukrstat.gov.ua/> (дата звернення: 05.01.2024).
5. Майстрєнко Н.Ю. Прогнозування енергоспоживання для сектора загального державного управління в економіці України до 2040 року. *Системні дослідження в енергетиці.* 2022. № 1-2(68-69). С. 82—89. <https://doi.org/10.15407/pge2022.01-02.082>
6. Kulyk M., Nechaieva T., Zgurovets O., Shulzhenko S., Maistrenko N. Comparative Analysis of Energy-Economic Indicators of Renewable Technologies in Market Conditions and Fixed Pricing on the Example of the Power System of Ukraine. In A. Zaporozhets (Ed.). *Systems, Decision and Control in Energy IV. Studies in Systems, Decision and Control.* 2023. Vol. 454. Springer, Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-031-22464-5\\_26](https://doi.org/10.1007/978-3-031-22464-5_26)
7. Костюковський Б., Нечаєва Т. Теоретичне обґрунтування необхідності оплати потужності в ОЕС. *Системні дослідження в енергетиці.* 2022. № 2(71). С. 64—72. <https://doi.org/10.15407/srenergy2022.02.064>
8. Вовчак В., Тєслєнко О., Самчєнко О., Сушкова Д. Країні з доступних технологій для житлово-комунального господарства України. Під ред. С. Єрмолова. Проєкт USAID «Муниципальна енергетична реформа в Україні». Керівництво з відбору технологій. Київ: «Поліграф ПЛЮС», 2016. URL: [https://www.sae.gov.ua/sites/default/files/Handbook\\_PT.pdf](https://www.sae.gov.ua/sites/default/files/Handbook_PT.pdf) (дата звернення: 03.01.2024).
9. Статистична інформація. *Міністерство Енергетики України:* веб-сайт. URL: <https://mev.gov.ua/> (дата звернення: 03.01.2024).
10. Середнє споживання електроенергії побутовими споживачами. *Національна комісія, що здійснює державне регулювання у сферах енергетики та комунальних послуг:* веб-сайт. URL: <https://www.nerc.gov.ua/sferi-diyalnosti/elektroenergiya/naselennya/serednye-spozhivannya-elektroenergiyi-pobutovimi-spozhivachami> (дата звернення: 03.01.2024).
11. Населення України. *МІНФІН:* веб-сайт. URL: <https://index.minfin.com.ua/ua/reference/people/> (дата звернення: 03.01.2024).
12. Переселенці з Донбасу: «За що це нам?» *BBC NEWS Україна:* веб-сайт. URL: [https://www.bbc.com/ukrainian/society/2016/06/160617\\_donbass\\_settlers\\_sd](https://www.bbc.com/ukrainian/society/2016/06/160617_donbass_settlers_sd) (дата звернення: 03.01.2024).
13. Кількість українців та їх міграція за кордон через війну. Громадянська мережа ОПОРА. *УКРІНФОРМ:* веб-сайт. URL: <https://www.ukrinform.ua/rubric-ato/3732355-kilkist-ukrainciv-ta-ih-migracia-za-kordon-cerez-vijnu.html> (дата звернення: 03.01.2024).
14. Мазурєнко А. В Україні живе 37,3 мільйона осіб – оцінка уряду. *Українська правда:* веб-сайт. URL: <https://www.pravda.com.ua/news/2020/01/23/7238191/> (дата звернення: 03.01.2024).

15. Демографічна ситуація у січні 2022 року. *Державна служба статистики України*: веб-сайт. URL: <https://view.officeapps.live.com/op/view.aspx?src=https%3A%2F%2Fukrstat.gov.ua%2Fexpress%2Fexpr2022%2F03%2F27.doc&wdOrigin=BROWSELINK> (дата звернення: 03.01.2024).
16. Кількість внутрішньо переміщених осіб в Україні знову зростає — Дані МОМ. *МОМ В УКРАЇНІ*: веб-сайт. URL: <https://ukraine.iom.int/uk/news/kilkist-vnutrishno-peremishchenykh-osib-v-ukrayini-znovu-zrostaye-dani-mom> (дата звернення: 03.01.2024).
17. Олійник В. Київ, Дніпро та Харків очолюють рейтинг міст за кількістю ВПО. *Чесно*: веб-сайт. URL: <https://www.chesno.org/post/5633/> (дата звернення: 03.01.2024).
18. Фещенко А. У яких областях України найбільше переселенців: дослідження. *ГЛАВКОМ*: веб-сайт. URL: <https://glavcom.ua/country/society/u-jakij-oblasti-ukrajini-najbilshe-pereselentsiv-doslidzhennja-infohrafika-929992.html> (дата звернення: 03.01.2024).
19. Животовський О., Мальон Л., Трощенко В., Бісюк О., Колесник І., Семенченко А., Ткаченко М. *ЗВІТ Про діяльність національної комісії, що здійснює державне регулювання у сферах електронних комунікацій, радіочастотного спектра та надання послуг поштового зв'язку за 2022 рік*. Київ, 2023.
20. Населення України. *МІНФІН*: веб-сайт. URL: <https://index.minfin.com.ua/ua/reference/people/> (дата звернення: 03.01.2024).
21. Kulyk M., Nechaieva T., Zgurovets O., Shulzhenko S., Maistrenko N. Comparative Analysis of Energy-Economic Indicators of Renewable Technologies in Market Conditions and Fixed Pricing on the Example of the Power System of Ukraine. *Studies in Systems, Decision and Control in Energy IV*. 2023. Vol. 454. P. 433—449. [https://doi.org/10.1007/978-3-031-22464-5\\_26](https://doi.org/10.1007/978-3-031-22464-5_26)
22. Іваненко Н. Огляд тенденцій та перспектив розвитку електротранспорту в ЄС і оцінка економічної / «кліматичної» доцільності експлуатації електромобілів. *Системні дослідження в енергетиці*. 2022. № 2(71). С. 13—21. <https://doi.org/10.15407/srenergy2022.02.013>

## References

1. Maliarenko, O., Maistrenko, N., Horskyi, V., Leshchenko, I., & Ivanenko, N. (2023). Mathematical simulation of projecting energy demand for Ukraine's budget Institutional buildings. *Systems, Decision and Control in Energy V*, 57–70. [https://doi.org/10.1007/978-3-031-35088-7\\_4](https://doi.org/10.1007/978-3-031-35088-7_4)
2. Ageeva, T.P. (2002). Methodical bases of energy saving assessment and forecasting of energy consumption in the sphere of residential and communal services of the population of Ukraine [Unpublished PhD dissertation abstract]. General Energy Institute of NAS of Ukraine. Kyiv (20 p.) [in Ukrainian].
3. Malyarenko, O., Maistrenko, N., Stanytsina, V., & Bogoslavskaya, O. (2020). Improved complex method of forecasting energy consumption on a long-term perspective. *Power engineering: economics, technique, ecology*, 3(57), 53–64 [in Ukrainian]. <https://doi.org/10.20535/1813-5420.3.2019.196383>
4. State Statistics Service in Ukraine. (n. d.). URL: <https://www.ukrstat.gov.ua/> (Last accessed: 05.01.2024) [in Ukrainian].
5. Maistrenko, N. Yu. (2022). The prediction of energy consumption for the sector of general government in the Ukrainian economy until 2040. *The Problems of General Energy*, 1-2(68-69), 82–89 [in Ukrainian]. <https://doi.org/10.15407/pge2022.01-02.082>
6. Kulyk, M., Nechaieva, T., Zgurovets, O., Shulzhenko, S., & Maistrenko, N. (2023). Comparative Analysis of Energy-Economic Indicators of Renewable Technologies in Market Conditions and Fixed Pricing on the Example of the Power System of Ukraine. In A. Zaporozhets (Ed.), *Systems, Decision and Control in Energy IV*. *Studies in Systems, Decision and Control*, 454. Springer, Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-031-22464-5\\_26](https://doi.org/10.1007/978-3-031-22464-5_26)
7. Kostyukovskyi, B., & Nechaieva, T. (2022). Theoretical justification of the necessity of payment for capacity in IPS. *System Research in Energy*, 2(71), 64–72 [in Ukrainian]. <https://doi.org/10.15407/srenergy2022.02.064>
8. Vovchak, V., Teslenko, O., Samchenko, O., & Sushkova, D. (2016). The best available technologies for housing and communal services in Ukraine. In S. Yermolov (Ed.), USAID project "Municipal energy reform in Ukraine". *Technology Selection Guide*. "Polygraf PLUS", Kyiv. URL: [https://www.sae.gov.ua/sites/default/files/Handbook\\_PT.pdf](https://www.sae.gov.ua/sites/default/files/Handbook_PT.pdf) (Last accessed: 03.01.2024) [in Ukrainian].
9. Ministry of Energy of Ukraine. (n. d.). URL: <https://mev.gov.ua/> (Last accessed: 03.01.2024) [in Ukrainian].
10. The National Commission, which carries out state regulation in the spheres of energy and communal services. (n. d.). URL: <https://www.nerc.gov.ua/sferi-diyalnosti/elektroenergiya/naseleण्या/serednye-spozhyvannya-elektroenergiyi-pobutovimi-spozhyvachami> (Last accessed: 03.01.2024) [in Ukrainian].
11. Population of Ukraine. (2022, March 21). *Ministry of Finance*. URL: <https://index.minfin.com.ua/ua/reference/people/> (Last accessed: 03.01.2024) [in Ukrainian].
12. Immigrants from Donbas: "What is this for us?" (2016, June 20). *BBC NEWS Ukraine*. URL: [https://www.bbc.com/ukrainian/society/2016/06/160617\\_donbass\\_settlers\\_sd](https://www.bbc.com/ukrainian/society/2016/06/160617_donbass_settlers_sd) (Last accessed: 03.01.2024) [in Ukrainian].
13. The number of Ukrainians and their migration abroad due to the war. (2023, December 27). Civil network OPORA. *Ukrinform*. URL: <https://www.ukrinform.ua/rubric-ato/3732355-kilkist-ukrainciv-ta-ih-migraciya-za-kordon-cerez-vijnu.html> (Last accessed: 03.01.2024) [in Ukrainian].

14. Mazurenko, A. (2020, January 23). 37.3 million people live in Ukraine – the government estimates. *Ukrainian Pravda*. URL: <https://www.pravda.com.ua/news/2020/01/23/7238191/> (Last accessed: 03.01.2024) [in Ukrainian].
15. Demographic situation in January 2022. (2022, March 18). *State Statistics Service of Ukraine*. URL: <https://view.officeapps.live.com/op/view.aspx?src=https%3A%2F%2Fukrstat.gov.ua%2Fexpress%2Fexpr2022%2F03%2F27.doc&wdOrigin=BROWSELINK> (Last accessed: 03.01.2024) [in Ukrainian].
16. The number of internally displaced persons in Ukraine is increasing again, according to IOM data. (2022, September 1). *NEWS - GLOBAL*. URL: <https://ukraine.iom.int/uk/news/kilkist-vnutrishno-peremishchenykh-osib-v-ukrayini-znovu-zrostaye-dani-mom> (Last accessed: 03.01.2024) [in Ukrainian].
17. Oliynyk, V. (2023, May 31). Kyiv, Dnipro and Kharkiv lead the ranking of cities by the number of IDPs. *HONEST movement*. URL: <https://www.chesno.org/post/5633/> (Last accessed: 03.01.2024) [in Ukrainian].
18. Feshchenko, A. (2023, May 26). Which regions of Ukraine have the most immigrants: research. *GLAVKOM*. URL: <https://glavcom.ua/country/society/u-jakij-oblasti-ukrajini-najbilshe-pereselentsiv-doslidzhennja-infohrafika-929992.html> (Last accessed: 03.01.2024) [in Ukrainian].
19. Zhivotovskiy, O., Malyon, L., Troshchenko, V., Bisyuk, O., Kolesnyk, I., Semenchenko, A., & Tkachenko, M. (2023). *REPORT on the activities of the National Commission that carries out state regulation in the fields of electronic communications, radio frequency spectrum and the provision of postal services for 2022*. Kyiv.
20. Population of Ukraine. *Ministry of Finance*. URL: <https://index.minfin.com.ua/ua/reference/people/> (Last accessed: 03.01.2024) [in Ukrainian].
21. Kulyk, M., Nechaieva, T., Zgurovets, O., Shulzhenko, S., & Maistrenko, N. (2023). Comparative Analysis of Energy-Economic Indicators of Renewable Technologies in Market Conditions and Fixed Pricing on the Example of the Power System of Ukraine. *Studies in Systems, Decision and Control in Energy IV*, 454, 433–449. [https://doi.org/10.1007/978-3-031-22464-5\\_26](https://doi.org/10.1007/978-3-031-22464-5_26)
22. Ivanenko, N. (2022). Overview of trends and prospects of electric transport development in the EU and assessment of economic / «climate» efficiency of electromob operation. *System Research in Energy*, 2(71), 13–21 [in Ukrainian]. <https://doi.org/10.15407/srenergy2022.02.013>

## **FORECASTING ELECTRICITY CONSUMPTION VOLUMES IN UKRAINE CONSIDERING POPULATION MIGRATION DUE TO MILITARY ACTIONS**

**Vitalii Horskyj**, PhD (Engin.), <https://orcid.org/0000-0001-9128-9556>

General Energy Institute of NAS of Ukraine, 172, Antonovycha St., Kyiv, 03150, Ukraine  
e-mail: witalij.3d@gmail.com

**Abstract.** *The peculiarities of energy consumption in the field of housing and communal services are characterized by a high dependence on the population's demand for various services provided by enterprises and institutions of various subordination. The volume of fuel and energy usage depends on the lifestyle, population size, structure, and other demographic characteristics. Household electricity consumption norms depend on the social level of comfort provision for the population. In Ukraine, the onset of war has led to significant population displacement, altering the usual way of life and comfort level. This research aims to analyze the impact of population migration due to wartime on electricity consumption volumes for various uses. Data on population size before and after full-scale invasion by regions and countrywide are analyzed. Absolute population changes in each region and the country as a whole are determined. Migration patterns and their influence on changes in electricity consumption are studied. The distribution of migrants by regions and changes in electricity consumption volumes in these regions are examined. The main significant factors affecting population energy consumption during wartime are identified. The average annual electricity consumption per capita is calculated, and comparisons are made with major European countries. Trends in the structure of electricity consumption by the population during the retrospective period are analyzed, along with potential influencing factors.*

**Keywords:** energy consumption, specific electricity consumption per capita, population, migration, forcibly displaced persons.

*Надійшла до редколегії:* 02.04.2024