

УДК: 644.1

Докшина С.Ю., аспірант

Кафедра автоматизації електротехнічних та мехатронних комплексів

КЛАСТЕРИЗАЦІЯ РЕГІОНІВ УКРАЇНИ ЗА ХАРАКТЕРОМ ОПАЛЕННЯ ДОМОГОСПОДАРСТВ

Робота присвячена покращенню рівня енергоефективності України шляхом визначення регіональних особливостей споживання побутового сектору на опалення. У роботі розглянуто тепло-, газо- та електроспоживання у побутовому секторі, а також характер оснащення пристроями опалення. Визначено споживання газу, тепла та електроенергії на опалення у розрахунку на житло. Наведено значення середніх температур за місяці опалювального періоду. Для проведення аналізу застосовано агломеративну кластеризацію регіонів. В результаті отримано дендрограми відстаней регіонів та характеристики центроїдів кожного кластеру. Виявлено, що електроспоживання на опалення є енергоефективнішим при опаленні від електричних котлів.

Ключові слова: енергоефективність, кластеризація регіонів, споживання на опалення.

This article is devoted to improving the level of energy efficiency of Ukraine by determining the regional characteristics of household consumption for heating. The paper considers heat, gas and electricity consumption in the household sector, as well as the nature of heating equipment. Consumption of heat gas and electricity for heating per dwelling is determined. The values of average temperatures for the months of the heating period are given. Agglomerative clustering of regions was used for the analysis. As a result, dendrograms of regional distances and characteristics of centroids of each cluster were obtained. It was found that electricity consumption for heating is more energy efficient when heated by electric boilers.

Key words: energy efficiency, clustering of regions, heating consumption.

Вступ. З утворенням у 2014 році «Державного агентства з енергоефективності та енергозбереження України» [1], наша країна почала активно працювати над підвищенням рівня енергоефективності шляхом розроблення та впровадження енергетичних стратегій.

Однак, розроблення стратегій підвищення рівня енергоефективності на рівні країни та утворення загальних рейтингів енергоефективності серед регіонів не дозволяє врахувати деякі особливості останніх. Ці стратегії можуть бути покращені за допомогою дослідження особливостей регіональної специфіки. Для даної задачі добре підходить метод кластерного аналізу. Авторами [2-4] підкреслюється необхідність виділення регіональної специфіки задля аналізу та виявлення стратегій підвищення енергоефективності країни.

В Україні стрімкіше за все кластеризація почала свій розвиток серед підприємств. Так, за останні роки такому розвитку підприємств сприяє програма European Cluster Collaboration Platform (ЕССР) та наразі, в Україні зареєстровано 30 організацій, що представляють такі сфери: ІТ – 31%; АПК (агропромисловий комплекс) – 16%; деревообробна та меблева промисловість – 13%; енергетика – 10%; аерокосмічна галузь – 6% та ін. [5]. Стосовно розвитку енергетичного сектору, з 2016 року в Україні діє програма EU4Energy, що сприяє розвитку енергетики [6].

Слово «кластер» означає групу об'єктів, що об'єднані спільними ознаками. Поняття кластеризація дозволяє виділити загальні риси серед досліджуваних об'єктів та

їх подальше групування. Так, концепція об'єднання у кластери серед підприємств відображає ідею виявлення підприємств із схожими ознаками, їх об'єднання, та розробка стратегій їх розвитку вже виходячи зі специфіки визначеного кластеру.

Оскільки кінцеве споживання побутового сектору складає приблизно 30% від загального кінцевого споживання енергії [7], а інтенсивніше споживання припадає на опалювальний період, **метою даної роботи** є виявлення регіонального характеру опалення побутового сектору.

Задля досягнення даної мети були поставлені наступні **задачі**:

1. Пошук даних стосовно тепло-, газо- та електроспоживання за регіонами та характеристик домогосподарств. Пошук даних середніх температур за місяці опалювального періоду. Пошук даних за відсотками споживання енергії на опалення.

2. Проведення розрахунку середніх температур за місяці опалювального періоду. Проведення розрахунку тепло-, газо- та електроспоживання опалення у розрахунку на житло.

3. Проведення кластерного аналізу регіонів.

4. Формування висновків та подальших рекомендацій на основі проведеного аналізу.

Матеріали та результати досліджень. Алгоритм оцінки споживання побутового сектору на опалення для регіонів України наступний:

1. За даними енергоспоживання регіонів [8-11] та загальним кінцевим споживанням побутового сектору [8-11] знаходимо відсоток споживання побутовим сектором (формула 1) та перераховуємо енергоспоживання за регіонами (формула 2).

$$E_{\%} = \frac{E_{\text{пс}} \cdot 100\%}{\sum_{r=1}^k E_r} \quad (1)$$

де: $E_{\%}$ – відсоток споживання енергії побутовим сектором (%); $E_{\text{пс}}$ – кінцеве споживання енергії побутовим сектором (млн мЗ; млн кВт*год; тис. Гкал); $\sum_{r=1}^k E_r$ – сума споживання енергії r -тих регіонів, де $r \in [1 \dots k]$ (млн мЗ; млн кВт*год; тис. Гкал).

$$E_{\text{поб}}^r = \frac{E_r \cdot E_{\%}}{100\%} \quad (2)$$

де: $E_{\text{поб}}^r$ – споживання енергії побутовим сектором r -го регіону (млн мЗ; млн кВт*год; тис. Гкал); E_r – споживання енергії r -м регіоном (млн мЗ; млн кВт*год; тис. Гкал); $E_{\%}$ – відсоток споживання енергії побутовим сектором (%).

2. За даними кінцевого споживання домогосподарствами за цілями призначення [12] вираховуємо кількість споживання енергії на опалення (формула 3).

$$E_{\text{оп}}^r = \frac{E_{\text{поб}}^r \cdot \text{ОП}_{\%}}{100\%}, \quad (3)$$

де: $E_{\text{оп}}^r$ – енергоспоживання на опалення r -го регіону (млн мЗ; млн кВт*год; тис. Гкал); $E_{\text{поб}}^r$ – споживання енергії побутовим сектором r -го регіону (млн мЗ; млн кВт*год; тис. Гкал); $\text{ОП}_{\%}$ – відсоток, що витрачений на опалення за окремим видом енергії, % [12].

3. Далі виконуємо перерахунок споживання опалення на житло (формули 4,5) за допомогою отриманих значень у пункті 2 та значень з [14-18].

$$E_{\text{ж}}^r = \frac{E_{\text{оп}}^r}{n_{\text{ж}}}, \quad (4)$$

де: $E_{\text{ж}}^r$ – споживання побутовим сектором на одиницю житла (м3; кВт*год; Гкал);
 $E_{\text{оп}}^r$ – споживання енергії на опалення побутовим сектором r -го регіону, (м3; кВт*год; Гкал); $n_{\text{ж}}$ – кількість домогосподарств, що приймають дані послуги з центрального постачання (одиниць);

$$n_{\text{ж}} = \frac{n_{\text{ж}}^{\text{заг}} \cdot \text{КЦП}_{\%}}{100\%}, \quad (5)$$

де: $n_{\text{ж}}^{\text{заг}}$ – загальна кількість домогосподарств r -го регіону (одиниць); КЦП_% – коефіцієнт центрального постачання тепла або газу (%).

4. За даними середніх температур за місяці опалювального періоду (з жовтня по квітень) [13] розраховуємо середню температуру за опалювальний період (формула 6).

$$t_{\text{сер}}^r = \frac{\sum_{i=1}^{n_m} t_{\text{ісер}}^r}{n_m}, \quad (6)$$

де: $t_{\text{сер}}^r$ – середня температура опалювального періоду r -го регіону (°C); $\sum_{i=1}^{n_m} t_{\text{ісер}}^r$ – сума середніх температур r -го регіону за місяці опалювального періоду $i \in [1 \dots n_m]$ (°C); n_m – кількість місяців опалювального періоду (одиниць).

5. За даними характеристик домогосподарств [14-18], даних отриманих у пункті 3 та середніх температур, що розраховані у пункті 4, виконуємо кластерний поділ регіонів.

Розрахунки проведено у середовищах Excel та Python (Jupyter Notebook). Побудовані дендрограми регіонів за характером опалення наведені на рисунках 1-5.

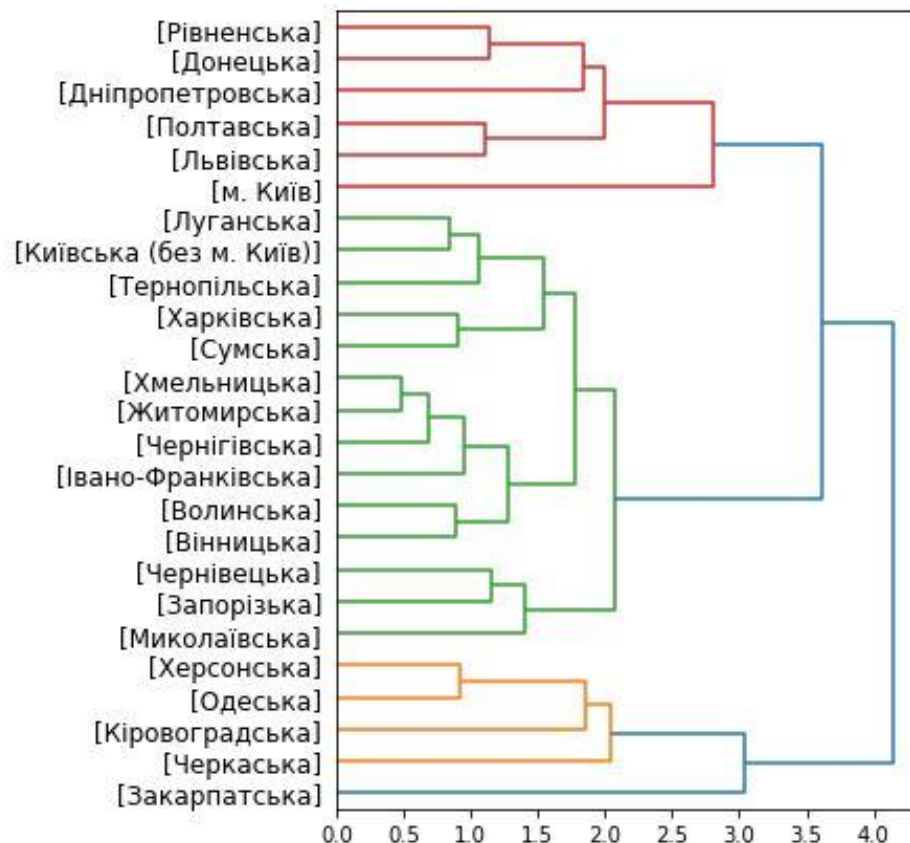


Рисунок 1 – Дендрограма регіонів за характером опалення в 2016 році

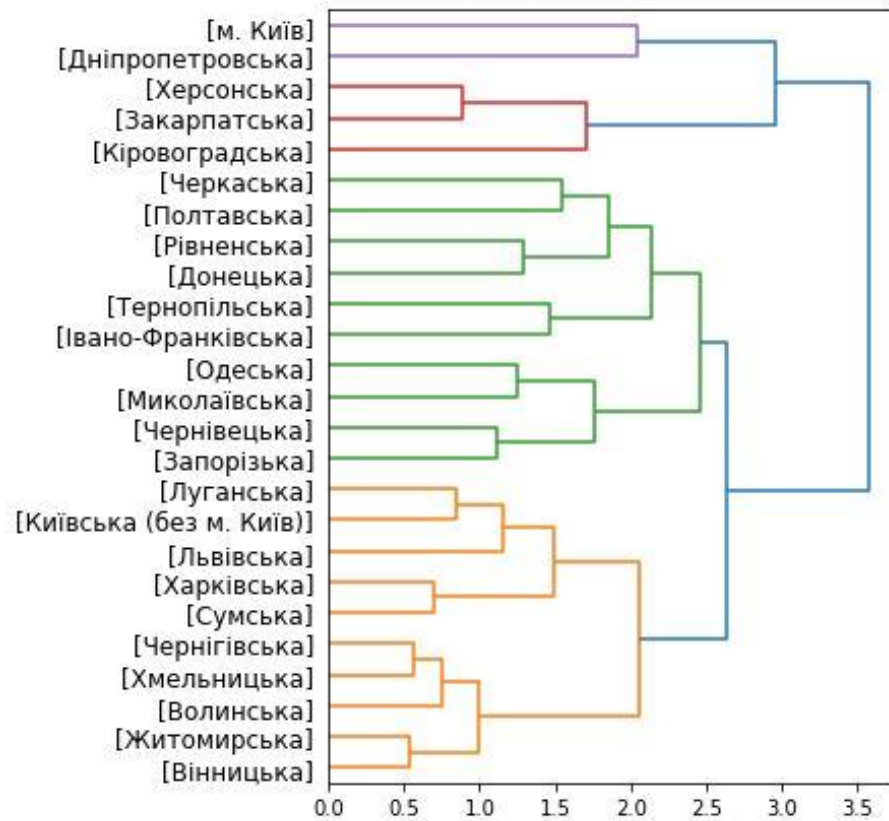


Рисунок 2 – Дендрограма регіонів за характером опалення в 2017 році

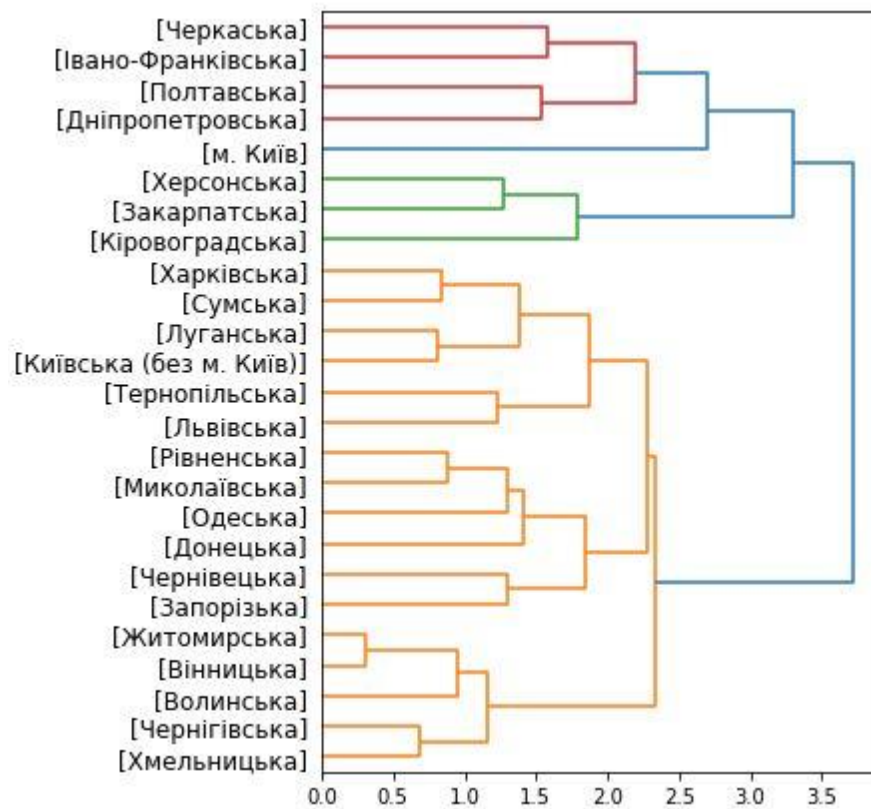


Рисунок 3 – Дендрограма регіонів за характером опалення в 2018 році

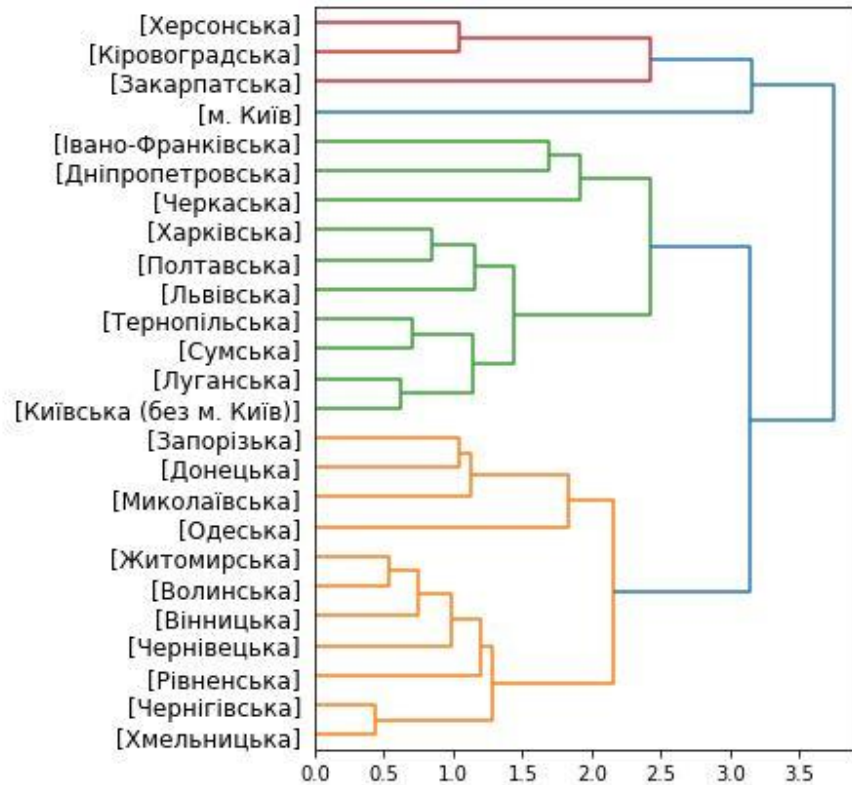


Рисунок 4 – Дендрограма регіонів за характером опалення в 2019 році

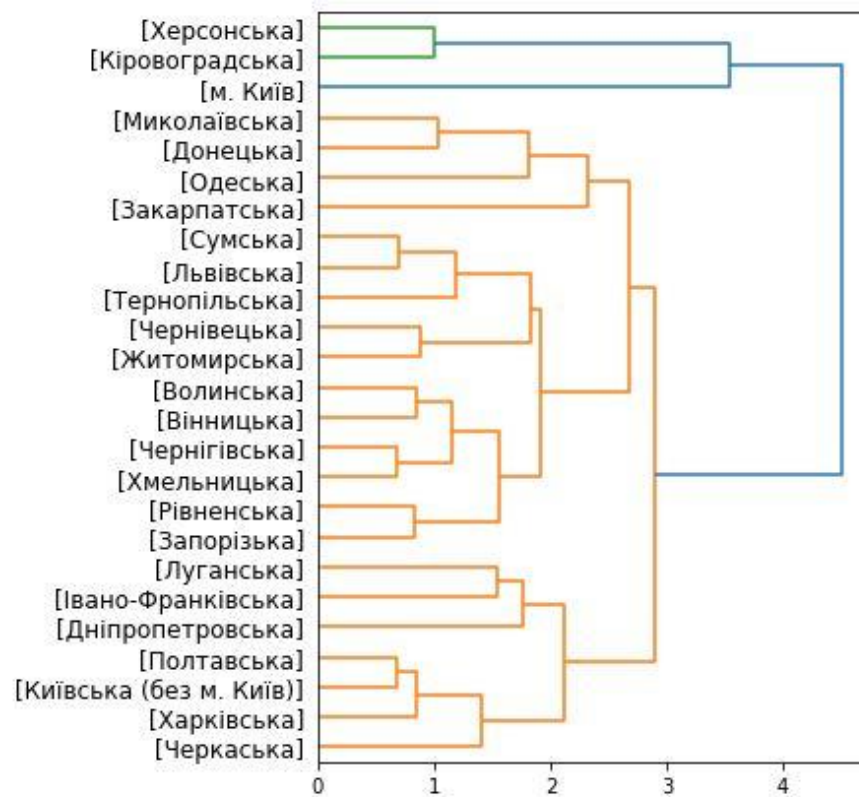


Рисунок 5 – Дендрограма регіонів за характером опалення в 2020 році

За допомогою дендрограми кластерів можливо проаналізувати наскільки кожен регіон близький один до одного. Чим коротше горизонтальна відстань між гілками, тим найбільш схожими виявляються ці регіони.

Для того, щоб охарактеризувати кожен кластер, розглянемо їх центроїди (Таблиця 1 – 5). Для зручності, найменше значення виділено блакитним, середнє – зеленим, а найбільше виділено червоним. У таблиці 6 наведені кластерні зміни серед регіонів впродовж 5 років.

Таблиця 1 – Кластерні центроїди 2016 року

Номер кластера	Наявність центрального опалення, %	Індивідуальна система опалення, %	Наявність газової колонки, %	Наявність централізованого газопостачання, %	Наявність балонного газу, %	Середня t опал. періоду, оС	Споживання газу природного на житло, м ³	Використання теплоенергії на житло, Гкал	Використання електроенергії на житло, кВт*год
1	26,86	53,39	13,25	80,61	11,50	2,67	489,76	6,59	35,07
2	21,40	55,52	7,20	63,20	26,96	3,78	629,29	22,62	25,56
3	48,55	33,90	26,68	80,55	5,62	2,65	675,05	5,76	63,52

Таблиця 2 – Кластерні центроїди 2017 року

Номер кластера	Наявність центрального опалення, %	Індивідуальна система опалення, %	Наявність газової колонки, %	Наявність централізованого газопостачання, %	Наявність балонного газу, %	Середня t опал. періоду, оС	Споживання газу природного на житло, м ³	Використання теплоенергії на житло, Гкал	Використання електроенергії на житло, кВт*год
1	29,04	49,31	16,19	78,56	12,15	3,08	530,51	6,72	76,32
2	12,27	55,33	5,30	58,40	33,30	3,96	388,57	3,50	49,39
3	75,15	21,95	9,85	84,1	1,9	3,12	609,81	4,26	168,95

Таблиця 3 – Кластерні центроїди 2018 року

Номер кластера	Наявність центрального опалення, %	Індивідуальна система опалення, %	Наявність газової колонки, %	Наявність централізованого газопостачання, %	Наявність балонного газу, %	Середня t опал. періоду, оС	Споживання газу природного на житло, м ³	Використання теплоенергії на житло, Гкал	Використання електроенергії на житло, кВт*год
1	30,23	49,93	17,15	78,07	12,37	2,34	457,63	5,51	61,95
2	11,13	58,23	3,73	59,63	31,80	4,05	354,73	4,09	47,13
3	45,40	39,42	12,14	82,14	7,42	2,06	760,04	9,11	107,00

Таблиця 4 – Кластерні центроїди 2019 року

Номер кластера	Наявність центрального опалення, %	Індивідуальна система опалення, %	Наявність газової колонки, %	Наявність централізованого опалення, %	Наявність балонного газу, %	Середня t опал. періоду, оС	Споживання газу природного на житло, м3	Використання теплоенергії на житло, Гкал	Використання електроенергії на житло, кВт*год
1	29,66	49,42	12,00	78,98	11,18	7,08	415,61	6,78	24,91
2	11,87	58,10	14,47	63,33	31,03	8,23	267,70	3,81	14,96
3	99,40	0,30	2,30	79,80	0,30	7,25	498,63	1,16	25,26

Таблиця 5 – Кластерні центроїди 2020 року

Номер кластера	Наявність центрального опалення, %	Індивідуальна система опалення, %	Наявність газової колонки, %	Наявність централізованого опалення, %	Наявність балонного газу, %	Середня t опал. періоду, оС	Споживання газу природного на житло, м3	Використання теплоенергії на житло, Гкал	Використання електроенергії на житло, кВт*год
1	27,03	53,58	11,35	81,32	10,12	4,82	365,20	5,78	63,53
2	19,00	53,15	6,25	53,30	40,05	5,44	241,36	5,41	52,17
3	100,00	0,00	3,20	79,90	0,00	5,07	669,09	1,04	64,80

Кластер 1. Кластер 1 характеризується переважно найменшим показником середньої температури опалювального періоду серед інших кластерів. У 2016 та 2018 році цей показник на середньому рівні, але практично однаковий із кластером 3.

Характер сектору теплопостачання: середнє значення наявності центрального теплопостачання та переважно найбільше (окрім 2016 та 2018 – середнє) споживання теплоенергії на житло.

Характер газового сектору: переважно середній відсоток домівок із центральним газопостачанням (окрім 2016 та 2020 років – найбільший відсоток, але дуже близький із кластером 3), а також середній рівень газоспоживання на житло (окрім 2016 року – найменший). При цьому, переважно найбільший відсоток розповсюдження газових колонок (окрім 2016 та 2019 років – середній), та середній відсоток наявності балонного газу.

Характер сектору електроенергетики: кластер характеризується середнім споживанням електроенергії.

До даного кластеру відноситься найбільша кількість регіонів.

Незмінними представниками першого кластеру впродовж 5 років є наступні області: Вінницька, Волинська, Житомирська, Запорізька, Київська (без м. Київ), Луганська, Сумська, Тернопільська, Харківська, Хмельницька, Чернівецька, Чернігівська та Миколаївська.

Таблиця 6 – Кластерні зміни регіонів впродовж 5 років

Регіони	2016	2017	2018	2019	2020
	Номер кластера				
Вінницька	1	1	1	1	1
Волинська	1	1	1	1	1
Дніпропетровська	3	3	3	1	1
Донецька	3	1	1	1	1
Житомирська	1	1	1	1	1
Закарпатська	2	2	2	2	1
Запорізька	1	1	1	1	1
Івано-Франківська	1	1	3	1	1
Київська (без м. Київ)	1	1	1	1	1
Кіровоградська	2	2	2	2	2
Луганська	1	1	1	1	1
Львівська	3	1	1	1	1
Миколаївська	1	1	1	1	1
Одеська	2	1	1	1	1
Полтавська	3	1	3	1	1
Рівненська	3	1	1	1	1
Сумська	1	1	1	1	1
Тернопільська	1	1	1	1	1
Харківська	1	1	1	1	1
Херсонська	2	2	2	2	2
Хмельницька	1	1	1	1	1
Черкаська	2	1	3	1	1
Чернівецька	1	1	1	1	1
Чернігівська	1	1	1	1	1
м. Київ	3	3	3	3	3

Кластер 2. Кластер 2 характеризується найвищим показником середньої температури опалювального періоду серед інших кластерів.

Характер сектору теплопостачання: найменше значення наявності центрального теплопостачання, а споживання теплоенергії на житло різняться впродовж років: у 2016 році воно найбільше серед інших кластерів, в 2017 та 2018 роках – найменше, а в 2019 та 2020 роках – на середньому рівні.

Характер газового сектору: найменший відсоток домівок із центральним газопостачанням, а також переважно найменший рівень газоспоживання на житло (окрім 2016 року – середній). При цьому, переважно найменший відсоток розповсюдження газових колонок (окрім 2019 та 2020 років – найбільший та середній рівні відповідно), та найбільший відсоток наявності балонного газу.

Характер сектору електроенергетики: кластер характеризується найменшим споживанням електроенергії.

Незмінними представниками другого кластеру є Кіровоградська та Херсонська області.

Кластер 3. Кластер 3 характеризується здебільшого, середнім показником середньої температури опалювального періоду серед інших кластерів (окрім 2016 та 2018 рр. – найменша, але ці значення дуже близькі із кластером 1).

Характер сектору теплопостачання: найбільше значення наявності центрального теплопостачання, а також переважно найменше споживання теплоенергії на житло (окрім 2017 – середнє значення, та 2018 р. – найбільше).

Характер газового сектору: найбільший відсоток домівок із центральним газопостачанням (2016, 2020 – середній), а також найбільший рівень газоспоживання на житло. Відсоток розповсюдження газових колонок різниться впродовж років. У 2016 році відсоток розповсюдження газових колонок на високому рівні, в 2017 та 2018 рр. – середній рівень, а в 2019 та 2020 рр. – низький рівень. Найменший відсоток наявності балонного газу.

Характер сектору електроенергетики: кластер характеризується найбільшим споживанням електроенергії.

Для кластера 3 найяскравіший представник це місто Київ.

Оскільки дані з оснащення різними типами котлів та бойлерами наявні тільки за 2019 та 2020 роки, проведемо додатковий кластерний аналіз за ці роки (Таблиці 7, 8).

Таблиця 7 – Кластерні центроїди регіонів в 2019 році

Номер кластеру	Наявність центрального опалення, %	Індивідуальна система опалення, %	Наявність котла електричного, %	Наяв. котла газового двохоконтурного, %	Наяв. котла твердопаливного, %	Наяв. бойлера електричного, %	Наяв. газової колонки, %	Наяв. централізованого газопостач., %	Наявність балонного газу, %
1	31,37	46,02	1,08	19,61	8,15	29,91	12,83	77,23	12,08
2	20,89	57,99	1,84	29,20	10,82	38,49	11,46	76,68	16,29
3	99,40	0,30	0,00	0,30	0,20	14,70	2,30	79,80	0,30
Номер кластеру	Середня t опал. періоду, оС	Спож. газу природного на житло, м3	Викор. теплоенергії на житло, Гкал	Викор. електроенергії на житло, кВт*год					
1	7,04	381,12	5,62	24,08					
2	7,53	423,79	7,72	22,98					
3	7,25	498,63	1,16	25,26					

Таблиця 8 – Кластерні центроїди регіонів в 2020 році

Номер кластеру	Наявність центрального опалення, %	Індивідуальна система опалення, %	Наявність котла електричного, %	Наявність котла газового двохоконтурного, %	Наявність котла твердопаливного, %	Наявність бойлера електричного, %	Наявність газової колонки, %	Наявність централізованого газопостачання, %	Наявність балонного газу, %
1	28,04	53,10	1,25	25,83	9,32	34,60	10,97	81,67	9,56
2	17,95	55,80	3,53	29,10	16,38	46,40	10,70	65,60	27,90
3	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00	24,70	3,20	79,90	0,00
Номер кластеру	Середня t опал. періоду, оС	Споживання газу природного на житло, м3	Використання теплоенергії на житло, Гкал	Використання електроенергії на житло, кВт*Год					
1	4,63	366,56	6,25	67,33					
2	6,06	296,51	3,26	38,81					
3	5,07	669,09	1,04	64,80					

Охарактеризуємо додатково кластери за характером газового сектору та сектору електроенергетики.

Кластер 1.

Характер газового сектору: середній відсоток домівок із центральним газопостачанням у 2019 році, а у 2020 р. – найбільший, а також найменший рівень газоспоживання на житло у 2019 році, а у 2020 – середній. При цьому, найбільший відсоток розповсюдження газових колонок, та середній відсоток наявності балонного газу. Середній відсоток розповсюдження газових котлів.

Характер сектору електроенергетики: кластер характеризується середнім споживанням електроенергії на житло у 2019 році, а у 2020 році – найбільшим. Відсоток розповсюдження котлів електричних та бойлерів на середньому рівні.

Відсоток розповсюдження твердопаливних котлів середній.

Кластер 2.

Характер газового сектору: найменший відсоток домівок із центральним газопостачанням, а також середній рівень газоспоживання на житло у 2019 році, а у 2020 – найменший. При цьому, середній відсоток розповсюдження газових колонок, та найбільший відсоток наявності балонного газу. Найбільший відсоток розповсюдження газових котлів.

Характер сектору електроенергетики: кластер характеризується найменшим споживанням електроенергії на житло. Відсоток розповсюдження котлів електричних та бойлерів найбільший серед інших регіонів.

Відсоток розповсюдження твердопаливних котлів найбільший серед інших регіонів.

Кластер 3.

Характер газового сектору: найбільший відсоток домівок із центральним газопостачанням у 2019 році, а у 2020 р. – середній, а також найбільший рівень газоспоживання на житло. При цьому, найменший відсоток розповсюдження газових колонок та балонного газу. Найменший відсоток розповсюдження газових котлів.

Характер сектору електроенергетики: кластер характеризується найбільшим споживанням електроенергії на житло у 2019 році, а у 2020 році – середній рівень електроспоживання. Відсоток розповсюдження котлів електричних та бойлерів на найменшому рівні серед інших регіонів. Можна навіть заявити про їх практичну відсутність. Це й не дивно, тому що даний кластер має найбільший відсоток центрального теплопостачання.

Відсоток розповсюдження твердопаливних котлів також найменший серед інших регіонів, практично відсутні.

Висновки та рекомендації. Завдяки проведеному аналізу виділено особливості характеру опалення трьох кластерних груп серед регіонів впродовж 5 років. Виявлено регіони-представники серед кожного кластеру, що залишалися в межах одного кластеру впродовж 5 років. Для кластеру 1 це Вінницька, Волинська, Житомирська, Запорізька, Київська (без м. Київ), Луганська, Сумська, Тернопільська, Харківська, Хмельницька, Чернівецька, Чернігівська та Миколаївська області. Для кластеру 2 – Кіровоградська та Херсонська області. Для кластеру 3 незмінним представником є місто Київ.

Під час аналізу кластерних центроїдів, виявлено, що електроспоживання на опалення є енергоефективнішим при опаленні від електричних котлів. Характерним розмежуванням кластерів є середня температура опалювального періоду. Так, до кластеру 2 відносяться регіони з найтеплішим кліматом. Доцільно для даного кластеру дослідити стан відновлювальних джерел енергії, адже для цих регіонів сприятливим є встановлення сонячних батарей та геліоколекторів.

Для детальнішого аналізу варто врахувати також інші електропристрої на опалення, а також доцільно врахувати кількість днів опалювального періоду в кожному регіоні. Для оцінювання впливів параметрів опалення на кластерне розмежування, доцільно провести дискримінантний аналіз.

Список використаних джерел.

1. Про затвердження Положення про Державне агентство з енергоефективності та енергозбереження України: Постанова Кабінету Міністрів України від 26.11.2014 р. № 676. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/676-2014-п#Text> (дата звернення: 16.04.2022).
2. Т. І. Биркович Особливості формування енергетичних кластерів: зарубіжний та вітчизняний досвід. *Економіка та держава*. 2012. №10. С. 96-98.
3. Калініна В. В. Кластерный анализ состояния промышленности регионов РФ *Региональная экономика*. 2016 р. С. 259-269.
4. В. О. Бараннік Енергоефективність регіонів України: проблеми оцінки та наявний стан. *Регіональний філіал у м. Дніпро, Інститут стратегічних досліджень*. 2017. URL: <https://niss.gov.ua/sites/default/files/2017-08/energoeffekt-5cecc.pdf> (дата звернення: 16.04.2022).

5. Що необхідно для розвитку кластерів в Україні *GMK Center* : веб-сайт. URL: <https://gmk.center/ua/opinion/shho-neobhidno-dlya-rozvitku-klasteriv-v-ukraini/> (дата звернення: 16.04.2022).
6. *EU4Energy International Energy Agency*: веб-сайт. URL: <https://www.iea.org/programmes/eu4energy> (дата звернення: 16.04.2022).
7. Огляд енергетичного сектору України: інституції управління та політичні засади. *Organisation for Economic Co-operation and Development*. 2019. URL: <https://www.oecd.org/eurasia/competitiveness-programme/eastern-partners/Monitoring-the-energy-strategy-Ukraine-2035-UKR.pdf> (дата звернення: 16.04.2022).
8. Паливно-енергетичні ресурси України: Статистичний збірник/Державна служба статистики України. – Київ, 2018. – 194 с.
9. Паливно-енергетичні ресурси України: Статистичний збірник/Державна служба статистики України. – Київ, 2019. – 194 с.
10. Паливно-енергетичні ресурси України: Статистичний збірник/Державна служба статистики України. – Київ, 2020. – 194 с.
11. Паливно-енергетичні ресурси України: Статистичний збірник/Державна служба статистики України. – Київ, 2021. – 177 с.
12. Структура кінцевого споживання енергії домогосподарствами за цілями призначення *Державна служба статистики України*: веб-сайт. URL: http://www.ukrstat.gov.ua/operativ/operativ2019/energ/st_kn_sposh_energ_dom/arch_st_kn_sposh_energ_dom_u.h Середня t опал. періоду, оС (дата звернення: 16.04.2022).
13. Климатический монитор *Погода и климат*: веб-сайт. URL: <http://www.pogodaiklimat.ru/monitor.php> (дата звернення: 23.02.2022).
14. Соціально-демографічні характеристики домогосподарств України у 2016 році: Статистичний збірник /Державна служба статистики України. – Київ, 2016. – 87 с.
15. Соціально-демографічні характеристики домогосподарств України у 2017 році: Статистичний збірник /Державна служба статистики України. – Київ, 2017. – 86 с.
16. Соціально-демографічні характеристики домогосподарств України у 2018 році: Статистичний збірник /Державна служба статистики України. – Київ, 2018. – 86 с.
17. Соціально-демографічні характеристики домогосподарств України у 2019 році: Статистичний збірник /Державна служба статистики України. – Київ, 2019. – 88 с.
18. Соціально-демографічні характеристики домогосподарств України у 2020 році: Статистичний збірник /Державна служба статистики України. – Київ, 2020. – 88 с.

Науковий керівник д.т.н., Розен В.П.