

АНАЛІЗ НЕБАЛАНСІВ ПОТУЖНОСТЕЙ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЇ НА БІОГАЗІ

Яцура Б. О., магістрант

КПІ ім. Ігоря Сікорського, кафедра електричних мереж та систем

Вступ. Одним із важливих показників енергетичної безпеки будь-якої країни є стабільна робота енергетичної системи. Особливістю Об'єднаної енергетичної системи України є дефіцит гнучких енергетичних потужностей, оскільки АЕС покривають близько 50% потреб країни в електроенергії. Останніми роками ця проблема загострюється введенням в експлуатацію сонячних і вітрових електростанцій, виробництво електроенергії на основі яких є нестабільним, оскільки безпосередньо залежить від пори року, часу доби та погодних умов [1].

Однією з найбільш ефективних форм джерел енергії завдяки її гнучкості та незалежності від природних умов, а також позитивному впливу на навколишнє середовище є електростанція на біогазі та біомасі [2].

Мета роботи. Провести аналіз та визначити вартість небалансів електростанції на біогазі.

Матеріал і результати досліджень. Для забезпечення стабільної роботи енергосистеми, повинна бути забезпечена стабільна та надійна робота на електростанції.

Для прикладу, проведемо аналіз небалансів та визначимо вартість небалансів електростанції на біогазі у місті Дніпрі потужністю 1 МВт, яка входить до балансуєчої групи гарантованого покупця.

Так як, НЕК «Укренерго» з міркувань безпеки закрила низку розділів сайту із чутливою для енергосистеми та ринку електроенергії інформацією. Зокрема, це стосувалося і розділу «Балансуєчий ринок та врегулювання небалансів», в якому публікувалися оперативні та фактичні ціни небалансів електричної енергії. Тому розрахунок буде проведено за серпень 2022 року.

У табл. 1 наведено прогнозний погодинний графік відпуску електричної енергії за місяць (МВт·год). Ці дані, вносяться оператором станції на сайт гарантованого покупця, та щоденно корегуються в разі необхідності виконання аварійно-відновлюваних робіт та у разі необхідності (збільшення або зменшення потужності) [3].

У табл. 2 наведені фактичний обсяг відпуску електричної енергії генеруючою одиницею продавця за «зеленим» тарифом що входить до балансуєчої групи гарантованого покупця (МВт·год) [3].

Таблиця 2 – Фактичний обсяг відпуску електричної енергії

Доба	1 год	2 год	3 год	4 год	5 год	6 год	7 год	8 год	9 год	10 год	11 год	12 год	13 год	14 год	15 год	16 год	17 год	18 год	19 год	20 год	21 год	22 год	23 год	24 год
01.08.2022	0,534	0,531	0,53	0,529	0,537	0,537	0,535	0,536	0,534	0,537	0,537	0,535	0,536	0,534	0,533	0,534	0,534	0,534	0,535	0,534	0,535	0,534	0,536	0,535
02.08.2022	0,531	0,532	0,533	0,531	0,533	0,532	0,532	0,503	0,532	0,533	0,532	0,532	0,503	0,526	0,356	0,534	0,32	-0,02	-0,013	-0,013	-0,019	0,24	0,53	0,531
03.08.2022	0,532	0,534	0,534	0,534	0,534	0,536	0,534	0,534	0,534	0,534	0,534	0,536	0,534	0,534	0,534	0,533	0,533	0,534	0,534	0,534	0,532	0,534	0,535	0,536
04.08.2022	0,534	0,534	0,534	0,534	0,534	0,535	0,534	0,536	0,533	0,534	0,535	0,534	0,536	0,534	0,534	0,531	0,532	0,533	0,532	0,534	0,532	0,532	0,534	0,533
05.08.2022	0,534	0,531	0,532	0,534	0,535	0,534	0,534	0,534	0,532	0,535	0,534	0,534	0,534	0,533	0,532	0,531	0,534	0,534	0,533	0,534	0,534	0,533	0,534	0,535
06.08.2022	0,531	0,532	0,531	0,533	0,532	0,532	0,533	0,53	0,531	0,532	0,532	0,533	0,53	0,529	0,53	0,53	0,53	0,534	0,533	0,535	0,534	0,539	0,534	0,534
07.08.2022	0,529	0,533	0,53	0,529	0,534	0,532	0,534	0,533	0,529	0,534	0,532	0,534	0,533	0,531	0,533	0,534	0,532	0,534	0,532	0,537	0,539	0,534	0,534	0,532
08.08.2022	0,528	0,528	0,529	0,531	0,532	0,532	0,534	0,533	0,53	0,532	0,532	0,534	0,533	0,53	0,534	0,533	0,532	0,534	0,534	0,534	0,534	0,404	0,512	0,534
09.08.2022	-0,017	-0,013	-0,012	0,383	0,533	0,532	0,531	0,532	0,525	0,533	0,532	0,531	0,532	0,404	0,393	0,393	0,395	0,493	0,494	0,497	0,493	0,496	0,493	0,493
10.08.2022	0,471	0,471	0,469	0,471	0,493	0,474	0,473	0,472	0,473	0,493	0,474	0,473	0,472	0,469	0,47	0,469	0,471	0,469	0,471	0,471	0,47	0,47	0,471	0,473
11.08.2022	0,471	0,473	0,472	0,442	0,473	0,472	0,473	0,472	0,471	0,473	0,472	0,473	0,472	-0,019	-0,012	-0,007	-0,003	0,483	0,54	0,54	0,538	0,533	0,533	0,532
12.08.2022	0,533	0,534	0,532	0,543	0,534	0,534	0,533	0,533	0,534	0,534	0,534	0,533	0,533	0,545	0,545	0,544	0,545	0,543	0,545	0,543	0,545	0,545	0,544	0,546
13.08.2022	0,545	0,544	0,543	0,542	0,547	0,545	0,546	0,545	0,543	0,547	0,545	0,546	0,545	0,542	0,541	0,542	0,542	0,54	0,542	0,543	0,545	0,544	0,546	0,545
14.08.2022	0,549	0,548	0,55	0,548	0,551	0,546	0,552	0,549	0,552	0,551	0,546	0,552	0,549	0,547	0,548	0,548	0,546	0,549	0,548	0,548	0,549	0,549	0,549	0,55
15.08.2022	0,554	0,555	0,554	0,553	0,554	0,556	0,556	0,554	0,555	0,554	0,556	0,556	0,554	0,549	0,552	0,556	0,557	0,556	0,556	0,555	0,556	0,557	0,558	0,401
16.08.2022	0,546	0,545	0,547	0,546	0,556	0,556	0,534	0,485	0,544	0,556	0,556	0,534	0,485	0,547	0,546	0,545	0,545	0,547	0,545	0,543	0,546	0,545	0,547	0,543
17.08.2022	0,545	0,544	0,545	0,542	0,546	0,547	0,548	0,547	0,544	0,546	0,547	0,548	0,547	0,543	0,542	0,543	0,542	0,545	0,543	0,54	0,539	0,543	0,545	0,547
18.08.2022	0,545	0,543	0,541	0,53	0,545	0,545	0,544	0,545	0,543	0,545	0,545	0,544	0,545	-0,016	-0,018	0,473	0,545	0,545	0,545	0,545	0,545	0,544	0,546	0,545
19.08.2022	0,542	0,544	0,538	0,54	0,535	0,545	0,544	0,545	0,541	0,535	0,545	0,544	0,545	0,541	0,541	0,541	0,538	0,545	0,545	0,547	0,548	0,516	0,539	0,539
20.08.2022	0,548	0,546	0,549	0,548	0,544	0,545	0,544	0,543	0,539	0,544	0,545	0,544	0,543	0,541	0,544	0,543	0,542	0,539	0,538	0,541	0,548	0,543	0,543	0,539
21.08.2022	0,542	0,542	0,542	0,54	0,545	0,547	0,541	0,544	0,543	0,545	0,547	0,541	0,544	0,542	0,54	0,538	0,542	0,545	0,545	0,542	0,54	0,537	0,542	0,542
22.08.2022	0,539	-0,009	-0,018	0,286	0,54	0,539	0,54	0,54	0,542	0,54	0,539	0,54	0,54	0,545	0,542	0,54	0,541	0,54	0,54	0,54	0,54	0,542	0,54	0,542
23.08.2022	0,545	0,516	0,544	0,54	0,54	0,377	0,388	0,527	0,547	0,54	0,377	0,388	0,527	0,534	0,539	0,54	0,538	0,538	0,537	0,538	0,536	0,538	0,537	0,539
24.08.2022	0,535	0,534	0,533	0,532	0,535	0,536	0,537	0,535	0,536	0,535	0,536	0,537	0,535	0,534	0,532	0,533	0,532	0,536	0,537	0,537	0,538	0,536	0,538	0,538
25.08.2022	0,537	0,535	0,537	0,536	0,537	0,538	0,539	0,537	0,539	0,537	0,538	0,539	0,537	0,535	0,536	0,535	0,536	0,537	0,537	0,537	0,537	0,537	0,539	0,537
26.08.2022	0,538	0,538	0,537	0,538	0,537	0,539	0,537	0,455	0,447	0,537	0,539	0,537	0,455	0,537	0,537	0,536	0,534	0,534	0,534	0,532	0,534	0,534	0,534	0,535
27.08.2022	0,535	0,536	0,535	0,534	0,534	0,533	0,538	0,535	0,536	0,534	0,533	0,538	0,535	0,534	0,535	0,536	0,537	0,535	0,536	0,534	0,535	0,534	0,534	0,537
28.08.2022	0,535	0,536	0,534	0,534	0,538	0,535	0,536	0,535	0,534	0,538	0,535	0,536	0,535	0,534	0,532	0,532	0,534	0,534	0,536	0,534	0,535	0,536	0,534	0,535
29.08.2022	0,536	0,534	0,534	0,532	0,536	0,537	0,535	0,536	0,535	0,536	0,537	0,535	0,536	0,534	0,532	0,533	0,532	0,532	0,534	0,534	0,539	0,54	0,537	0,536
30.08.2022	0,534	0,53	0,533	0,531	0,537	0,536	0,535	0,536	0,534	0,537	0,536	0,535	0,536	0,532	0,532	0,533	0,532	0,534	0,532	0,533	0,535	0,534	0,534	0,535
31.08.2022	0,534	0,534	0,533	0,532	0,536	0,535	0,538	0,533	0,534	0,536	0,535	0,538	0,533	0,535	0,534	0,534	0,534	0,534	0,534	0,534	0,536	0,535	0,536	0,535

Таблиця 3 – Відхилення

Доба	1 год	2 год	3 год	4 год	5 год	6 год	7 год	8 год	9 год	10 год	11 год	12 год	13 год	14 год	15 год	16 год	17 год	18 год	19 год	20 год	21 год	22 год	23 год	24 год
01.08.2022	0,001	-0,002	-0,003	-0,004	0,004	0,004	0,002	0,003	0,001	0,004	0,004	0,002	0,003	0,001	0	0,001	0,001	0,001	0,002	0,001	0,002	0,001	0,003	0,002
02.08.2022	-0,002	-0,001	0	-0,002	0	-0,001	-0,001	-0,03	-0,001	0	-0,001	-0,001	-0,03	-0,007	-0,177	0,001	-0,213	-0,017	-0,01	-0,01	-0,016	-0,01	-0,003	-0,002
03.08.2022	-0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,003	0,001	0,001	0,001	0,001	0,003	0,001	0,001	0,001	0,001	0	0	0,001	0,001	0,001	-0,001	0,001	0,002	0,003
04.08.2022	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,002	0,001	0,003	0	0,001	0,002	0,001	0,003	0,001	0,001	-0,002	-0,001	0	-0,001	0,001	-0,001	-0,001	0,001	0
05.08.2022	0,001	-0,002	-0,001	0,001	0,002	0,001	0,001	0,001	-0,001	0,002	0,001	0,001	0,001	0	-0,001	-0,002	0,001	0,001	0	0,001	0,001	0	0,001	0,002
06.08.2022	-0,002	-0,001	-0,002	0	-0,001	-0,001	0	-0,003	-0,002	-0,001	-0,001	0	-0,003	-0,004	-0,003	-0,003	-0,003	0,001	0	0,002	0,001	0,006	0,001	0,001
07.08.2022	-0,004	0	-0,003	-0,004	0,001	-0,001	0,001	0	-0,004	0,001	-0,001	0,001	0	-0,002	0	0,001	-0,001	0,001	-0,001	0,004	0,006	0,001	0,001	-0,001
08.08.2022	-0,005	-0,005	-0,004	-0,002	-0,001	-0,001	0,001	0	-0,003	-0,001	-0,001	0,001	0	-0,003	0,001	0	-0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	-0,129	-0,021	0,001
09.08.2022	-0,014	-0,01	-0,009	-0,017	0	-0,001	-0,002	-0,001	-0,008	0	-0,001	-0,002	-0,001	0,004	-0,007	-0,007	-0,005	-0,007	-0,006	-0,003	-0,007	-0,004	-0,007	0,003
10.08.2022	0,001	0,001	-0,001	0,001	0,003	0,004	0,003	0,002	0,003	0,003	0,004	0,003	0,002	-0,001	0	-0,001	0,001	-0,001	0,001	0,001	0	0	0,001	0,003
11.08.2022	0,001	0,003	0,002	-0,028	0,003	0,002	0,003	0,002	0,001	0,003	0,002	0,003	0,002	-0,016	-0,009	-0,004	0	0,013	0,007	0,007	0,005	0	0	-0,001
12.08.2022	0	0,001	-0,001	-0,002	0,001	0,001	0	0	0,001	0,001	0,001	0	0	0	0	-0,001	0	-0,002	0	-0,002	0	0	-0,001	0,001
13.08.2022	0	-0,001	-0,002	-0,003	0,002	0	0,001	0	-0,002	0,002	0	0,001	0	-0,003	-0,004	-0,003	-0,003	-0,005	-0,003	-0,002	0	-0,001	0,001	0
14.08.2022	-0,001	-0,002	0	-0,002	0,001	-0,004	0,002	-0,001	0,002	0,001	-0,004	0,002	-0,001	-0,003	-0,002	-0,002	-0,004	-0,001	-0,002	-0,002	-0,001	-0,001	-0,001	0
15.08.2022	-0,001	0	-0,001	-0,002	-0,001	0,001	0,001	-0,001	0	-0,001	0,001	0,001	-0,001	-0,006	-0,003	0,001	0,002	0,001	0,001	0	0,001	0,002	0,003	-0,154
16.08.2022	-0,009	0	0,002	0,001	0,001	0,001	-0,021	-0,07	-0,011	0,001	0,001	-0,021	-0,07	0,002	0,001	0	0	0,002	0	-0,002	0,001	0	0,002	-0,002
17.08.2022	0	-0,001	0	-0,003	0,001	0,002	0,003	0,002	-0,001	0,001	0,002	0,003	0,002	-0,002	-0,003	-0,002	-0,003	0	-0,002	-0,002	-0,006	-0,002	0	0,002
18.08.2022	0	-0,002	-0,004	-0,015	0	0	-0,001	0	-0,002	0	0	-0,001	0	-0,013	-0,015	-0,072	0	0	0	0	0	-0,001	0,001	0
19.08.2022	-0,003	-0,001	-0,007	-0,005	-0,01	0	-0,001	0	-0,004	-0,01	0	-0,001	0	-0,004	-0,004	-0,004	-0,007	0	0	0,002	0,003	-0,029	-0,006	-0,006
20.08.2022	0,003	0,001	0,004	0,003	-0,001	0	-0,001	-0,002	-0,006	-0,001	0	-0,001	-0,002	-0,004	-0,001	-0,002	-0,003	-0,006	-0,007	-0,004	0,003	-0,002	-0,002	-0,006
21.08.2022	0,002	0,002	0,002	0	0,005	0,007	0,001	0,004	0,003	0,005	0,007	0,001	0,004	0,002	0	-0,002	0,002	0,005	0,005	0,002	0	-0,003	0,002	0,002
22.08.2022	-0,001	-0,006	-0,015	0,036	0	-0,001	0	0	0,002	0	-0,001	0	0	0,005	0,002	0	0,001	0	0	0	0	0,002	0	0,002
23.08.2022	0,005	-0,024	0,004	0,005	0	-0,163	-0,152	-0,013	0,007	0	-0,163	-0,152	-0,013	-0,001	0,004	0,005	0,003	0,003	0,002	0,003	0,001	0,003	0,002	0,004
24.08.2022	0	-0,001	-0,002	-0,003	0	0,001	0,002	0	0,001	0	0,001	0,002	0	-0,001	-0,003	-0,002	-0,003	0,001	0,002	0,002	0,003	0,001	0,003	0,003
25.08.2022	0,002	0	0,002	0,001	0,002	0,003	0,004	0,002	0,004	0,002	0,003	0,004	0,002	0	0,001	0	0,001	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,004	0,002
26.08.2022	0,003	0,003	0,002	0,003	0,002	0,004	0,002	-0,08	-0,088	0,002	0,004	0,002	-0,08	0,002	0,002	0,002	0,001	-0,001	-0,001	-0,001	-0,003	-0,001	-0,001	0
27.08.2022	0	0,001	0	-0,001	-0,001	-0,002	0,003	0	0,001	-0,001	-0,002	0,003	0	-0,001	0	0,001	0,002	0	0,001	-0,001	0	-0,001	-0,001	0,002
28.08.2022	0	0,001	-0,001	-0,001	0,003	0	0,001	0	-0,001	0,003	0	0,001	0	-0,001	-0,003	-0,003	-0,001	-0,001	0,001	-0,001	0	0,001	-0,001	0
29.08.2022	0,001	-0,001	-0,001	-0,003	0,001	0,002	0	0,001	0	0,001	0,002	0	0,001	-0,001	-0,003	-0,002	-0,003	-0,003	-0,001	-0,001	0,004	0,005	0,002	0,001
30.08.2022	-0,001	-0,005	-0,002	-0,004	0,002	0,001	0	0,001	-0,001	0,002	0,001	0	0,001	-0,003	-0,003	-0,002	-0,003	-0,001	-0,003	-0,002	0	-0,001	-0,001	0
31.08.2022	-0,001	-0,001	-0,002	-0,003	0,001	0	0,003	-0,002	-0,001	0,001	0	0,003	-0,002	0	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001	0,001	0	0,001	0,002	0

Визначимо відхилення. Відхилення $(\varepsilon_{z,t}^p)$ – величина врахованого відхилення фактичного обсягу відпуску електричної енергії генеруючою одиницею продавця за «зеленим» тарифом p , що входять до балансуєчої групи гарантованого покупця, від його прогнозного погодинного графіка відпуску електричної енергії (позитивне/негативне значення) [3]. Погодинне відхилення за місяць наведено у табл. 3.

З таблиці 3 видно, що за серпень місяць було позитивне та негативне значення небалансу. Загальний небаланс за місяць становить 3,482 МВт·год, з яких 2,804 МВт·год – негативний небаланс, 0,678 МВт·год – позитивний небаланс.

Визначимо вартість небалансу. На даний момент не має формули для визначення вартості небалансу. НКРЕКП розробляє нову формулу. Тому виконаємо розрахунок за старою формулою.

Обсяг частки відшкодування вартості врегулювання небалансу електричної енергії гарантованого покупця продавцем за «зеленим» тарифом p , що входять до балансуєчої групи гарантованого покупця, у розрахунковому періоді t торгової зони z розраховується за формулою [3] (1):

$$CIEQ_{z,t}^p = \frac{CIEQ_{z,t}^{p'}}{\sum_p CIEQ_{z,t}^{p''}} \cdot CIEQ_{GB,z,t} = CIEQ_{z,t}^{p'} \cdot \frac{CIEQ_{GB,z,t}}{\sum_p CIEQ_{z,t}^{p''}}, \text{ грн} \quad (1)$$

де $CIEQ_{z,t}^{p'}$ – витрати, пов'язані з врегулюванням небалансу продавця за «зеленим» тарифом p , що входять до балансуєчої групи гарантованого покупця;

$\frac{CIEQ_{GB,z,t}}{\sum_p CIEQ_{z,t}^{p''}}$ – публікується на сайті гарантованого покупця (табл. 4) [4];

якщо $\varepsilon_{z,t}^p > 0$,

то $CIEQ_{z,t}^{p'} = \varepsilon_{z,t}^p \cdot (PDAM_{z,t} - \min(PDAM_{z,t}, IMSP_{z,t}) \cdot (1 - K^{im}))$, грн,

якщо $\varepsilon_{z,t}^p < 0$,

то $CIEQ_{z,t}^{p'} = |\varepsilon_{z,t}^p| \cdot (\max(PDAM_{z,t}, IMSP_{z,t}) \cdot (1 + K^{im}) - PDAM_{z,t})$, грн,

якщо $\varepsilon_{z,t}^p = 0$, то $CIEQ_{z,t}^{p'} = 0$ грн,

$K^{im} = 0,05$ – коефіцієнт ціни небалансу;

$IMSP_{z,t}$ – ціна небалансу електричної енергії в розрахунковому періоді t торгової зони z , грн/ МВт·год (табл. 5);

$PDAM_{z,t}$ – визначена на торгах на РДН ціна купівлі-продажу електричної енергії в торговій зоні z для розрахункового періоду t , грн/ МВт·год (табл. 6) [5];

Таблиця 5 – Ціна небалансу електричної енергії

Доба	1 год	2 год	3 год	4 год	5 год	6 год	7 год	8 год	9 год	10 год	11 год	12 год	13 год	14 год	15 год	16 год	17 год	18 год	19 год	20 год	21 год	22 год	23 год	24 год	
01.08.2022	0,01	0,02	0,01	66,57	269,95	191,87	0,02	0,01	3175,49	3175,47	3175,47	2646,25	2646,25	3175,4	3175,48	3175,49	3175,49	3175,48	4430,33	4430,33	4430,4	4461,57	0,02	2	
02.08.2022	0,03	0,03	0,03	0,03	269,95	269,95	270	3175,48	2646,29	3175,4	147,07	0,03	0,02	0,01	276,47	276,47	276,47	276,47	289,36	289,59	0,03	0,03	0,03	270	
03.08.2022	0,03	0,03	0,01	0,01	0,01	270	282,86	0,03	0,03	0,03	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	3900	0,02	3888	4800	4629,54	2399,86	
04.08.2022	270	270	0,01	0,01	0,01	42,14	270	289,45	289,45	101	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	289,47	51,68	3888	3925	3930	0,03	2399,85
05.08.2022	270	270	0,03	201,97	270	270	270,33	289,52	60,66	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	289,45	4379,97	4488	4488	4488	4550,4	2400
06.08.2022	2400	2400	2399,99	2399,99	2399,99	2399,99	2399,99	3593,95	550	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	105,9	4430,33	4307,94	4430,38	4430,4	4535,99	286,92	2400	
07.08.2022	270,01	60,05	270	270	270	270	270,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	118,52	282,67	289,57	0,03	290,02	290,01	290,03	153,48	2399,99	
08.08.2022	2399,9	270	270	270	270	270	2399,93	3719,9	0,03	0,03	0,03	293,92	92,41	0,03	177,91	3593,92	3533,97	3719,97	4629,57	4665,56	4629,5	4665,3	4243,8	2399,97	
09.08.2022	2399,94	279,08	270	270	270	270,01	2399,94	4253,91	3977,92	3593,9	279,96	3593,89	279,95	331,08	3593,93	2995	3144,75	4253,91	4629,53	288,61	288,6	288,62	75,68	270,01	
10.08.2022	270	270	270	270	270	270	292,36	0,02	283,16	0,02	110,86	279,95	0,01	174,79	431,1	594,12	36,83	3753,1	4091,24	3840	3792	4550,37	146,44	283,74	
11.08.2022	270,78	270,02	270,02	270,02	270	270	270	0,03	0,03	2000	0,03	0,03	44,46	50,7	0,03	3875,91	3230	12,37	4629,5	4550,37	4550,37	4487,97	285,92	2399,9	
12.08.2022	270	270	270	270	270	270	2399,87	14,17	4169,99	4170	0,02	3175	0,02	0,03	0,03	0,03	3809,92	4121,92	3740	3600	3600	286	276,49	270,01	
13.08.2022	270	270	270	270	269,95	270	270	279	112,65	283,4	0,02	279	208,72	73,5	0,01	65,81	278,75	301,69	311,79	0,02	0,02	3800	0,02	270,01	
14.08.2022	270	270	270	270	270	270	270	280,96	276,47	63,34	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,03	0,01	0,1	0,1	288,58	0,1	277,43	
15.08.2022	231,64	93,48	270	270	132,91	0,02	0,02	3046,7	3175,47	3175,49	3175,44	280	276,47	277,3	3175,42	3175,44	3175,49	3527,99	4235,99	4733,91	4733,98	4734	283,37	2399,99	
16.08.2022	270	270	270	270	0,08	270	2399,92	4578	4578	3810	3175,5	3175,43	3175,5	300	287,64	3175,4	3175,41	4559,9	4319,9	4414,7	4414,7	4414,7	4487,9	31,01	2399,99
17.08.2022	269,96	270	269,95	270	269,95	269,95	2308,97	4194,14	3494,17	3809,95	3798,22	281,75	278,8	281,75	283,87	3809,93	3809,95	3455,94	4187,94	4187,95	4262,35	4187,95	4047,03	2400	
18.08.2022	270,01	2000	2000	2000	2000	2000	2000	3662	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	276,47	276,48	277,89	3175,5	3455,99	3669	3974	4481,28	4799,94	288,6	2399,99	
19.08.2022	270	55,27	270	270	270	270	270	288,22	276,49	276,47	0,01	0,03	0,03	0,03	0,02	0,02	276,48	284,92	288,44	0,02	290,03	290,03	288,16	270,01	
20.08.2022	270	270	66,01	0,08	270	227,93	95,84	276,48	276,47	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,01	0,03	0,03	3600	3552	84,17	0,03	270	
21.08.2022	270	270	270	270	0,02	270	270	281	0,03	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	4103,24	3669	4164,47	3590	286,03	0,02	
22.08.2022	270	0,01	127,99	270	270	263,79	270	211,87	2646,25	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,01	4121,94	4487,97	4665,54	4488	287,41	4487,99	0,02	
23.08.2022	270	270	270	270	270	270	2399,91	0,1	3175,45	0,1	0,05	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	24	4414,76	4414,8	4414,8	4414,8	4319,95	270,09	
24.08.2022	270	270	270	270	270	270	270	284,2	132,23	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	4148,25	280	3765	3699	4343,97	2399,98	
25.08.2022	0,02	0,02	0,02	0,02	269,99	0,02	629,06	280	0,02	80,65	0,01	0,01	0,01	0,02	163,86	4199,94	4199,98	4154,39	4438,8	4530	4530	4530	4438,8	2400	
26.08.2022	2399,99	2399,99	2399,93	2399,93	2399,93	2399,97	2400	4686	4686	4200	4199,96	4200	3500	4000	4173,63	4199,93	4199,93	4499,96	4728	4728	4728	4727,99	289,4	2399,93	
27.08.2022	270,01	270	270	170,93	270	269,98	270	0,03	132,83	136,59	144,31	0,01	0,01	0,01	0,01	0,04	640,93	283,51	289,71	3947	4207,19	4298,15	95,21	2328,04	
28.08.2022	275,93	270,01	270,01	270	270	270	269,98	288,75	284,45	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	4256,08	3789	4123,43	3670	0,02	2399,97	
29.08.2022	134,07	0,03	0,03	0,03	270	272,03	2400	4686	4493,99	3173,55	421,35	286,21	62,73	133,91	276,48	300,5	3983,98	4493,92	4432,75	4740	4674	4740	4471,19	2399,99	
30.08.2022	2399,9	0,03	200,23	0,03	270	85,03	2399,94	4739,99	4721,99	4199,99	30,06	124,6	0,02	0,02	160,3	4199,95	4200	4199,94	4739,93	4740	4740	4739,97	288,76	2399,95	
31.08.2022	208,51	66,98	270	270	270	270	2389,07	4788	4320	0,02	284,85	0,02	0,01	0,01	63,16	3485	4199,92	289,36	3950	3950	4739,91	4615,38	288,84	2399,93	

Таблиця 6 – Ціна купівлі-продажу на РДН

Доба	1 год	2 год	3 год	4 год	5 год	6 год	7 год	8 год	9 год	10 год	11 год	12 год	13 год	14 год	15 год	16 год	17 год	18 год	19 год	20 год	21 год	22 год	23 год	24 год	
01.08.2022	1995	1995	1995	1995	1995	1995	1995	2646,25	2646,25	2646,25	2646,25	2646,25	2646,25	2646,25	2646,25	2646,25	2646,25	2646,25	3692	3692	3692	3718	3718	2000	
02.08.2022	2000	1995	1995	1995	1995	1995	2000	2646,25	2646,25	2646,25	2646,25	2646,25	2646,25	2646,25	2646,25	2646,25	2646,25	2646,25	3935	3955	4000	4000	4000	2000	
03.08.2022	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	3945	3945	3945	2646,25	2646,25	2646,25	2646,25	2646,25	2646,25	2646,25	2646,25	3945	3900	3888	4000	3858	2000	
04.08.2022	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	3945	3945	2646,25	2646,25	2646,25	2646,25	2646,25	2646,25	2646,25	2646,25	3945	3888	3888	3925	3930	3925	2000	
05.08.2022	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	3950	3945	3945	2646,25	2646,25	2646,25	2646,25	2646,25	2646,25	2646,25	3945	3650	3740	3740	3740	3792	2000	
06.08.2022	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2995	2995	3945	2950	2950	2950	2950	2950	2950	2950	3692	3590	3692	3692	3780	3692	2000	
07.08.2022	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	3315	3590	3651	2995	2995	2995	2945	2995	2945	2995	3858	4000	4000	4000	4000	4000	2000	
08.08.2022	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	3100	3150	3100	2945	2995	2995	2995	2995	2995	2995	2945	3100	3858	3888	3858	3888	2000	
09.08.2022	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	3545	3315	2995	2995	2995	2995	2995	2995	2995	2995	3545	3858	3858	3858	3858	3792	2000	
10.08.2022	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	3545	3315	2995	2995	2995	2995	2995	2995	2995	2995	3545	3858	3840	3792	3792	3792	2000	
11.08.2022	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	3590	3475	3475	3175	3230	3230	3230	3230	3230	3230	3515	3858	3792	3792	3740	3590	2000	
12.08.2022	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	3600	3475	3475	3125	3175	3175	3175	3175	3175	3175	3435	3740	3600	3600	3600	2646,25	2000	
13.08.2022	2000	2000	2000	2000	1995	2000	2000	2900	3096	3340	2875	2900	2875	2900	2875	2875	2875	3530	3800	4000	4000	4000	4000	2000	
14.08.2022	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	3096	2646,25	2646,25	2646,25	2646,25	2646,25	2646,25	2646,25	2646,25	2646,25	2646,25	2646,25	2646,25	3740	3800	3858	3600	2000
15.08.2022	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2646,25	2646,25	2646,25	2646,25	2646,25	2646,25	2646,25	2646,25	2646,25	2646,25	2940	3530	3945	3945	3945	3650	2000	
16.08.2022	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	3815	3815	3175	2646,25	2646,25	2646,25	2646,25	2646,25	2646,25	2646,25	2646,25	3800	3600	3679	3679	3740	3679	2000
17.08.2022	1995	2000	1995	2000	1995	1995	2000	3550	3100	3175	3175	3175	2880	3175	3175	3175	3175	2880	3490	3490	3552	3490	3490	2000	
18.08.2022	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	3662	2646,25	2646,25	2646,25	2646,25	2646,25	2646,25	2646,25	2646,25	2646,25	2880	3679	3974	4000	4000	3858	2000	
19.08.2022	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	3822	2646,25	2646,25	2646,25	2646,25	2646,25	2646,25	2646,25	2646,25	2646,25	3490	3806	3806	4000	4000	3815	2000	
20.08.2022	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2646,25	2646,25	2646,25	2646,25	2646,25	2646,25	2646,25	2646,25	2646,25	2646,25	2646,25	2646,25	2646,25	3679	3600	3552	3600	2000
21.08.2022	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	3100	2646,25	2646,25	2646,25	2646,25	2646,25	2646,25	2646,25	2646,25	2646,25	2646,25	2646,25	2646,25	3552	3679	3600	3600	2000
22.08.2022	2000	2000	2000	2000	2000	1378,97	2000	3490	2646,25	2646,25	2646,25	2646,25	2646,25	2646,25	2646,25	2646,25	2646,25	3435	3740	3888	3740	3740	3740	2000	
23.08.2022	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	3850	2646,25	2646,25	2646,25	2646,25	2646,25	2646,25	2646,25	2646,25	2646,25	3480	3679	3679	3679	3679	3600	2000	
24.08.2022	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	3420	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3480	3620	3699	3775	3699	3620	2000	
25.08.2022	2000	1990	1997	2000	1997	1999	1997	3875	3000	3000	3500	3500	3500	3500	3500	3500	3500	3462	3699	3775	3775	3775	3699	2000	
26.08.2022	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	3905	3905	3500	3500	3500	3500	3500	3500	3500	3500	3750	3940	3940	3940	3940	3940	2000	
27.08.2022	2000	2000	2000	2000	2000	1998	2000	4000	3470	3350	3350	3350	3350	3350	3350	3350	3350	3350	3969	3957	3955	3969	3819	2000	
28.08.2022	2000	2000	2000	2000	2000	1999	1998	3875	3445	3475	3475	3475	3445	3445	3445	3475	3475	3440	3680	3799	3680	3680	3680	2000	
29.08.2022	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	3905	3745	2646,25	3620	3620	3620	3620	2646,25	2646,25	3320	3745	3694	3950	3895	3950	3726	2000	
30.08.2022	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	3950	3935	3500	3500	3500	3500	3500	3500	3500	3500	3500	3950	3950	3950	3950	3875	2000	
31.08.2022	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	3990	3600	3485	3485	3485	3485	3485	3485	3485	3500	3935	3950	3950	3950	3883	2000		

Наведемо приклад розрахунку для найбільшого негативного та позитивного показника небалансів. Найбільший негативний небаланс був 02.08. з 16:00 до 17:00 і становить -0,213 МВт·год.

За формулою для негативного небалансу:

$$CIEQ_{z,t}^{p'} = \left| \varepsilon_{z,t}^p \right| \cdot (\max(PDAM_{z,t}, IMSP_{z,t}) \cdot (1 + K^{im}) - PDAM_{z,t}) =$$

$$= 0,213 \cdot (\max(2646,25; 276,47) \cdot (1 + 0,05) - 2646,25) = 28,18 \text{ грн},$$

$$CIEQ_{z,t}^p = CIEQ_{z,t}^{p'} \cdot \frac{CIEQ_{GB,z,t}}{\sum_p CIEQ_{z,t}^{p'}} = 28,18 \cdot 2,6 = 73 \text{ грн},$$

Разом з ПДВ $CIEQ_{z,t}^p = 73 \cdot 1,2 = 87,6$ грн.

Найбільший позитивний небаланс становить 0,036 МВт·год, він відбувся 22.08. з 03:00 до 04:00.

$$CIEQ_{z,t}^{p'} = \varepsilon_{z,t}^p \cdot (PDAM_{z,t} - \min(PDAM_{z,t}, IMSP_{z,t}) \cdot (1 - K^{im})) =$$

$$= 0,036 \cdot (2000 - \min(2000; 270) \cdot (1 - 0,05)) = 62,766 \text{ грн},$$

$$CIEQ_{z,t}^p = CIEQ_{z,t}^{p'} \cdot \frac{CIEQ_{GB,z,t}}{\sum_p CIEQ_{z,t}^{p'}} = 62,766 \cdot 0,515 = 32,3 \text{ грн},$$

Разом з ПДВ $CIEQ_{z,t}^p = 32,3 \cdot 1,2 = 38,76$ грн.

Вартість небалансу для решти годин наведено у табл.7. Всього за місяць вартість небалансу становить – 6167,74 гривень разом з ПДВ.

Висновки. У даному дослідженні було встановлено, що біогазова електростанція є однією з найбільш ефективних форм відновлювальних джерел енергії завдяки її гнучкості та незалежності від природних умов. Завдяки цьому станція позитивно впливає на стабільність електричної мережі, на відмінну від сонячних та вітрових електростанцій.

Було проведено аналіз небалансів біогазової електростанції потужністю 1 МВт, а також розраховано вартість цих небалансів. Загальний небаланс протягом місяця склав 3,482 МВт·год, а його вартість – 6167,74 гривень разом з ПДВ.

Перелік посилань

1. Balancing Ukraine's energy system: challenges under high renewable energy penetration and the COVID-19 pandemic / Т. Kurbatova et al. EDP Sciences: E3S Web of Conferences, 30 June 2021. 2021.

2. Сакун Л. М., Різніченко Л. В., Велькін Б. О. Перспективи розвитку ринку біогазу в Україні та за кордоном. Економіка і організація управління. №1 2020. С. 160–170.

3. Про затвердження нормативно-правових актів, що регулюють діяльність гарантованого покупця та купівлі електричної енергії за «зеленим» тарифом та за аукціонною ціною: Постанова НКРЕКП від 26.04.2019 р. № 641. Електронний ресурс. Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua>.

4. ДП«Гарантований покупець». www.gpcc.com.ua. Електронний ресурс. Режим доступу: <https://www.gpcc.com.ua/>

5. Оператор ринку. Електронний ресурс. Режим доступу: <https://www.oree.com.ua/>