

## ВИЗНАЧЕННЯ ЕКОНОМІЧНО ДОЦІЛЬНИХ МІСЦЬ РОЗТАШУВАННЯ ТА ОБГРУНТОВАНИХ ВЕЛИЧИН ПОТУЖНОСТІ ДЖЕРЕЛ РОЗПОДІЛЕНОЇ ГЕНЕРАЦІЇ В РОЗПОДІЛЬНИХ ЕЛЕКТРИЧНИХ МЕРЕЖАХ, ЯКІ ЖИВЛЯТЬСЯ ВІД СИСТЕМНОГО ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ

Скрипник А. М., Кожан Д. П.

*Національний університет біоресурсів і природокористування України (м. Київ)*

*Пропонується простий і достатньо ефективний підхід щодо визначення економічно доцільних місць розташування та обґрунтованих величин потужності джерел розподіленої генерації (ДРГ) при впровадженні їх в розподільних електричних мережах, що живляться від вузлів централізованого системного електропостачання (далі системне електропостачання) з приведенням відповідних експериментальних досліджень.*

**Постановка проблеми.** Впровадження ДРГ (таких як, перетворювачі сонячної і вітрової енергії, ГЕС на малих ріках і т. п.) в розподільних електричних мережах забезпечує чистоту навколишнього середовища, зменшує як витрати паливних і водних ресурсів, так і втрати електроенергії в мережах за рахунок наближення виробників електричної енергії до споживачів [1]. При цьому виникають проблемні питання пов'язані як з режимами напруги в мережі з ДРГ [7], так і з впливом ДРГ на властивості централізованого системного електропостачання [6].

Проблемними є також питання щодо визначення економічно доцільних місць розташування ДРГ в розподільних мережах та величин їх активної і реактивної потужностей з врахуванням розподілу між живлячими мережу об'єктами [2, 3, 8]. Для вирішення цих питань в даній публікації пропонується підхід в два етапи:

- 1) визначення економічно доцільних місць розташування ДРГ;
- 2) визначення обґрунтованих величин активних і реактивних потужностей ДРГ в місцях економічного їх розташування.

**Аналіз останніх досліджень та публікацій.** Питанням щодо пошуку економічно доцільних місць розташування та величин потужності ДРГ в розподільних електричних мережах займалися у різні часи такі вчені як Jegadeesan M. [8], Nitin Singh, Haesen E, Воропай М.І., Яндульський О.С., Лежнюк П.Д., Кириленко О.В., Козирський В.В. [3], Скрипник А.М. [4], Кирик В.В. [2], Кулик В.В., Тугай Ю.І. та інші.

**Мета статті.** Розробка простих і ефективних моделей і алгоритмів пошуку економічно доцільних місць розташування та величин потужності ДРГ в розподільних електричних мережах, що живляться від системного електропостачання.

**Основні матеріали дослідження.** Для визначення економічних місць розташування ДРГ в розподільних електричних мережах, які живляться від системного електропостачання, в [4] використано градієнтний метод у виді вектор-градієнта, елементи якого складають похідні  $\partial P_i / \partial \theta_i$  і  $\partial Q_i / \partial U_i$ . В подальшому вияснилось, що більш ефективним є градієнтний метод, який реалізує питомі транспортні витрати на передачу активної і реактивної потужностей по елементах електричної мережі. Математична модель вказаного методу на основі лінеаризованої системи рівнянь має вигляд:

$$\begin{bmatrix} \frac{\partial \varepsilon_i^P}{\partial P_i} & \frac{\partial \varepsilon_i^P}{\partial Q_i} & \frac{\partial \varepsilon_i^P}{\partial \theta_i} & \frac{\partial \varepsilon_i^P}{\partial U_i} \\ \frac{\partial \varepsilon_i^Q}{\partial P_i} & \frac{\partial \varepsilon_i^Q}{\partial Q_i} & \frac{\partial \varepsilon_i^Q}{\partial \theta_i} & \frac{\partial \varepsilon_i^Q}{\partial U_i} \end{bmatrix}^T \times \begin{bmatrix} \frac{\partial \pi}{\partial P_i} \\ \frac{\partial \pi}{\partial Q_i} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{\partial \pi}{\partial \theta_i} \\ \frac{\partial \pi}{\partial U_i} \end{bmatrix}, \quad (1)$$

де: 1)  $[ ]^T$  – транспонована матриця частинних похідних (матриця Якобі) елементами якої є частинні похідні від небалансів активних і реактивних потужностей у вузлах схеми електричної мережі

$$\left. \begin{aligned} \varepsilon_i^P &= P_i + U_i^2 G_{ii} - \sum U_i U_j [G_{ij} \cos(\theta_i - \theta_j) + B_{ij} \sin(\theta_i - \theta_j)] \\ \varepsilon_i^Q &= Q_i - U_i^2 B_{ii} - \sum U_i U_j [G_{ij} \sin(\theta_i - \theta_j) - B_{ij} \cos(\theta_i - \theta_j)] \end{aligned} \right\} (2)$$

по відповідних пошукових вузлових характеристиках  $P, Q, \theta$  і  $U, j$  – індекс вузла суміжного з  $i$  – им;  $G_{ii}, B_{ii}, G_{ij}, B_{ij}$  – відповідно власні та взаємні активні і реактивні провідності ділянок мережі;  $U_i, \theta_i, U_j$  і  $\theta_j$  – модулі та кути напруги  $i$  – го та  $j$  – го вузлів.

2)  $\pi$  – сумарні втрати активної потужності в елементах схеми електричної мережі

$$\pi = \sum_{k=1}^m [U_i^2 + U_j^2 - 2U_i U_j \cos(\theta_i - \theta_j)] G_{ij}, \quad (3)$$

$m$  – кількість ділянок мережі в якій пропонується встановлення ДРГ.

3)  $\partial \pi / \partial P_i$  – витрати активної потужності на транспорт одиниці активної потужності до  $i$  – го вузла схеми;  $\partial \pi / \partial Q_i$  – витрати активної потужності на транспорт одиниці реактивної потужності до  $i$  – го вузла схеми;

4)  $\partial \pi / \partial \theta_i$  – похідна від сумарних втрат активної потужності в елементах мережі по куту напруги  $i$  – го вузла схеми

$$\frac{\partial \pi}{\partial \theta_i} = \sum_{j=1}^n [2U_i U_j \sin(\theta_i - \theta_j)] G_{ij}, \quad (4)$$

$\partial \pi / \partial U_i$  – похідна від сумарних втрат активної потужності в елементах мережі по модулю напруги  $i$  – го вузла схеми

$$\frac{\partial \pi}{\partial U_i} = \sum_{j=1}^n [2U_i - 2U_j \cos(\theta_i - \theta_j)] G_{ij}, \quad (5)$$

$n$  – кількість ділянок мережі, що примикають до  $i$  – го вузла схеми.

Питомі транспортні витрати  $\partial \pi / \partial P_i$  і  $\partial \pi / \partial Q_i$  визначаються для всіх вузлів схеми електричної мережі на основі результатів розрахунків режимів її максимального або перспективного вузлового навантаження.

Максимальні значення вузлових питомих транспортних витрат  $\partial\pi/\partial P_i$  і  $\partial\pi/\partial Q_i$  вказують на найбільш економічні місця встановлення джерел відповідно активної і реактивної потужностей.

В розімкнутих мережах напругою 10 і 35 кВ, які мають декілька відгалужень від вузла системного живлення, максимальні значення вузлових питомих транспортних витрат, а відповідно і найбільш економічно доцільні місця встановлення джерел потужності, визначаються окремо по кожному відгалуженню.

Для визначення економічно доцільних потужностей джерел активної і реактивної генерації пропонується використання модифікованого методу Ньютона [5] ітераційний процес якого виглядає згідно (2) як

$$\begin{bmatrix} P_i \\ Q_i \\ \theta_i \\ U_i \end{bmatrix}^{(k+1)} = \begin{bmatrix} P_i \\ Q_i \\ \theta_i \\ U_i \end{bmatrix}^{(k)} - \begin{bmatrix} \frac{\partial \varepsilon_i^p}{\partial P_i} & \frac{\partial \varepsilon_i^p}{\partial Q_i} & \frac{\partial \varepsilon_i^p}{\partial \theta_i} & \frac{\partial \varepsilon_i^p}{\partial U_i} \\ \frac{\partial \varepsilon_i^q}{\partial P_i} & \frac{\partial \varepsilon_i^q}{\partial Q_i} & \frac{\partial \varepsilon_i^q}{\partial \theta_i} & \frac{\partial \varepsilon_i^q}{\partial U_i} \end{bmatrix}^{-1} \times \begin{bmatrix} \varepsilon_i^p \\ \varepsilon_i^q \end{bmatrix}^{(k)}, \quad (6)$$

При цьому поправки  $\delta P_i$ ,  $\delta Q_i$ ,  $\delta \theta_i$  і  $\delta U_i$  до невідомих величин визначаються на кожному кроці ітераційного процесу розв'язанням системи лінійних рівнянь

$$\begin{bmatrix} \frac{\partial \varepsilon_i^p}{\partial P_i} & \frac{\partial \varepsilon_i^p}{\partial Q_i} & \frac{\partial \varepsilon_i^p}{\partial \theta_i} & \frac{\partial \varepsilon_i^p}{\partial U_i} \\ \frac{\partial \varepsilon_i^q}{\partial P_i} & \frac{\partial \varepsilon_i^q}{\partial Q_i} & \frac{\partial \varepsilon_i^q}{\partial \theta_i} & \frac{\partial \varepsilon_i^q}{\partial U_i} \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} \delta P_i \\ \delta Q_i \\ \delta \theta_i \\ \delta U_i \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \varepsilon_i^p \\ \varepsilon_i^q \end{bmatrix}, \quad (7)$$

Система лінійних рівнянь (7) розв'язується за допомогою стандартної програми методом найменших квадратів згідно алгоритму Хаусхольдера. Система рівнянь (7) розглядається як визначена (кількість відомих дорівнює кількості невідомих) з різними комбінаціями відомих і пошукових величин. Це надає можливість використовувати при розрахунках поточних, максимальних або перспективних по вузловому навантаженню експлуатаційних режимів розподільних електричних мереж наступні вузлові моделі в залежності від поставленої задачі:

1) вузли навантаження  $P - \text{const}$ ,  $Q - \text{const}$ ,  $U - \text{var}$ ,  $\theta - \text{var}$ ;

2) вузли системного живлення та вузли для яких необхідно визначити економічно доцільну величину генерації активної потужності  $U - \text{const}$ ,  $\theta - \text{const}$ ;  $P - \text{var}$ ,  $Q - \text{var}$ ;

3) вузли з заданою величиною модуля напруги та вузли для яких необхідно визначити економічно доцільну величину генерації реактивної потужності  $U - \text{const}$ ,  $P - \text{const}$ ;  $Q - \text{var}$ ,  $\theta - \text{var}$ ;

4) вузли для визначення економічно доцільної величини генерації активної потужності з обмеженням величини генерації реактивної потужності  $U - \text{const}$ ,  $Q_{\min} - Q_{\max}$ ;  $P - \text{var}$ ,  $\theta - \text{var}$ ;

5) вузли для визначення економічно доцільної величини генерації реактивної потужності з обмеженням величини активної потужності  $U - \text{const}$ ,  $P_{\min} - P_{\max}$ ;  $Q - \text{var}$ ,  $\theta - \text{var}$ .

При цьому всі пошукові активні і реактивні потужності визначаються безпосередньо без додаткового їх розрахунку після закінчення ітераційного процесу.

Експериментальні дослідження щодо вище вказаного підходу в два етапи виконані на прикладі реальної схеми розподільної електричної мережі напругою 10 кВ (фрагмент схеми електричної мережі в районі підстанції "Лісна" 35/10 кВ Городищенського РЕМ, Черкаської області) з параметрами ділянок та величинами вузлового навантаження (згідно відгалужень I, II, III, IV і V), приведеними відповідно на рис. 1.

Схема включає 78 вузлів і 77 ділянок. Вузлові навантаження задані номерами і реактивними потужностями відповідно в кВт і кВар, а ділянки – марками проводів та довжинами.

Результати розрахунку режиму максимального навантаження у виді вузлових напруг приведені в табл. 1.

Таблиця 1 – Розрахункові значення вузлових напруг схеми

№ п/п	№ вузла	U, кВ	№ п/п	№ вузла	U, кВ
1	402	10,23	39	40	9,85
2	541	10,16	40	438	9,72
3	98	10,08	41	345	9,64
4	375	10,03	42	233	9,63
5	398	10,02	43	449	9,62
6	244	9,97	44	229	9,62
7	1	9,88	45	303	9,61
8	279	9,86	46	39	9,60
9	376	9,85	47	231	9,60
10	465	9,84	48	448	9,60
11	89	9,84	49	323	9,59
12	81	9,83	50	230	9,58
13	464	9,82	51	477	10,48
14	72	10,15	52	22	10,44
15	2	10,03	53	6	10,40
16	239	10,03	54	7	10,39
17	543	10,01	55	514	10,39
18	3	10,02	56	444	10,39
19	5	10,01	57	302	10,39
20	64	10,00	58	280	10,40
21	56	10,00	59	232	10,37
22	506	10,00	60	37	10,35
23	513	9,98	61	432	10,35
24	240	9,97	62	533	10,33
25	25	9,97	63	540	10,33
26	34	10,01	64	404	10,33
27	73	10,00	65	35	10,44
28	535	10,00	66	490	10,42
29	91	10,29	67	235	10,42
30	401	10,25	68	276	10,31
31	8	10,21	69	78	10,30
32	427	10,20	70	54	10,20
33	227	10,20	71	407	10,19
34	9	10,19	72	262	10,13
35	545	10,18	73	36	10,11
36	475	10,18	74	245	10,09
37	228	9,95	75	246	10,08
38	450	9,89	76	4	10,08

Втрати активної потужності в режимі максимального навантаження фрагменту електричної мережі склали  $\Delta P = 389,09$  кВт.

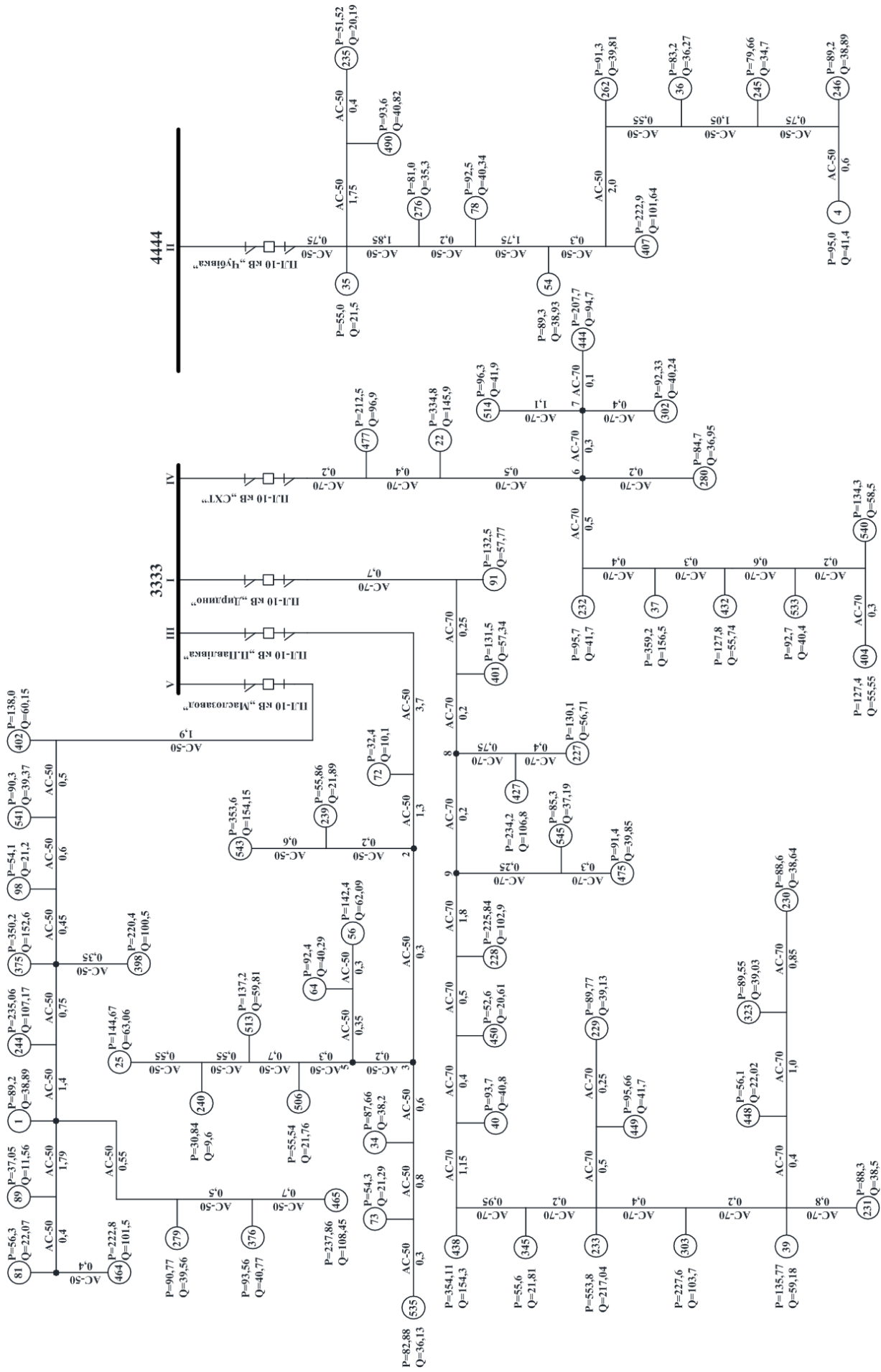


Рисунок 1 – Схема розподільної електричної мережі напругою 10 кВ

Результати дослідження:

1. На основі результатів розрахунку режиму максимального навантаження фрагменту схеми проведений розрахунок вектора вузлових питомих транспортних витрат, результати якого приведені в табл. 2.

Таблиця 2 – Результати розрахунку питомих транспортних витрат

Напруга вузла системного електропостачання					
10,5 кВ					
Величини похідних					
№ вузла	$\partial\pi/\partial P_i$	$\partial\pi/\partial Q_i$	№ вузла	$\partial\pi/\partial P_i$	$\partial\pi/\partial Q_i$
402	0,01049	0,04761	40	0,03473	0,03229
541	0,00107	<b>0,10207</b>	438	-0,02521	0,05724
98	-0,00217	0,01906	345	-0,05949	0,03122
375	-0,00221	0,00711	233	0,04620	0,09185
398	-0,05697	-0,01355	449	0,01452	-0,00549
244	-0,00460	0,01387	229	0,06929	0,03352
1	0,00067	-0,00853	303	0,02054	0,08318
279	-0,01311	-0,02455	39	0,03582	0,11395
376	-0,01046	-0,03220	231	0,05638	0,14356
465	-0,00608	-0,03532	448	<b>0,09273</b>	<b>0,18715</b>
89	<b>0,01034</b>	-0,17838	323	-0,02445	0,02781
81	0,00056	0,00441	230	0,01344	0,01697
464	-0,00891	-0,03256	477	-0,00190	-0,00278
72	0,00006	-0,01085	22	-0,00239	-0,00776
2	-0,00039	-0,01044	6	-0,00243	0,00398
239	0,00035	-0,00359	7	-0,00211	-0,00082
543	-0,00273	<b>0,01237</b>	514	0,00447	<b>0,01345</b>
3	0,00606	-0,00455	444	-0,00262	-0,00163
5	-0,00803	-0,00521	302	0,00007	-0,00436
64	-0,00563	-0,00617	280	-0,00310	0,00965
56	-0,00536	0,00529	232	-0,00736	-0,00977
506	-0,00180	-0,00949	37	0,00178	-0,00011
513	-0,00108	-0,00147	432	<b>0,00604</b>	0,00695
240	<b>0,01962</b>	-0,00451	533	-0,01892	-0,00805
25	-0,00386	0,00968	540	-0,00657	0,00063
34	0,01735	-0,00108	404	-0,00124	0,00298
73	-0,00057	-0,00249	35	0,00396	0,03081
535	-0,00063	-0,01514	490	-0,00308	0,00564
91	-0,01607	0,00116	235	<b>0,03568</b>	<b>0,02721</b>
401	0,00674	-0,01585	276	-0,00582	-0,02054
8	0,00855	-0,01765	78	0,01114	-0,00946
427	-0,01200	-0,02064	54	-0,00090	0,01842
227	-0,03840	-0,04552	407	-0,00082	0,02566
9	0,01731	-0,02238	262	-0,00027	-0,00577
545	-0,02093	-0,03690	36	-0,00224	-0,03098
475	-0,03165	-0,07904	245	-0,02953	-0,06527
228	0,02367	-0,01324	246	0,00642	-0,04609
450	-0,02533	-0,01891	4	0,02409	-0,04522

Вузлові питомі транспортні витрати у наступних відгалуженнях схеми визначались з врахуванням економічно доцільної потужності розрахованої у попередніх відгалуженнях.

При цьому максимуму  $\partial\pi/\partial P_i$  відповідають вузол 448 відгалуження I, вузол 235 відгалуження II, вузол 240 відгалуження III, вузол 432 відгалуження IV і вузол 89 відгалуження V, що відповідає умовам для розташування в них ДРГ.

2. Використовуючи модифікований метод Ньютона [5], проведені експериментальні дослідження щодо визначення економічних величин генерації ак-

тивної потужності у вузлах 448, 235, 240, 432 і 89 фрагменту схеми електричної мережі в порядку зменшення в них питомих транспортних витрат, але найбільших у відповідному відгалуженні схеми. Дослідження показали, що найбільш ефективним є визначення економічних величин активної генерації ДРГ при рівності вузлових напруг у місцях розташування джерел живлення, включаючи місця системного електропостачання.

Виходячи із рівності напруг джерел живлення економічні величини активної генерації у вузлах 448, 235, 240, 432 і 89 фрагменту схеми електричної мережі визначались при нарузі вузла системного електропостачання рівній 10,5 кВ. При цьому величина активної генерації у вузлі 448 склала 1931,85 кВт, реактивної 880,00 кВар, а втрати активної потужності в мережі зменшились з 389,09 кВт до 223,87 кВт. Для додаткових розташувань ДРГ у вузлах 235, 240, 432 і 89 величини активної генерації склали 387,76 кВт, 1011,35 кВт, 1193,54 кВт і 1200,83 кВт, а реактивної 169,96 кВар, 430,97 кВар, 523,41 кВар і 531,12 кВар із зменшенням втрат активної потужності відповідно до 220,99 кВт, 171,47 кВт, 156,12 кВт та 80,91 кВт. Загальна величина економії становить 389,09 кВт – 80,91 кВт = 308,18 кВт. Величини реактивних потужностей додатково встановлених джерел електроенергії визначались відповідно до рівності модулів вузлових напруг, а коефіцієнти їх потужностей склали для вузла 448 – 0,91, для вузла 235 – 0,92, для вузла 240 – 0,92, для вузла 432 – 0,92 і для вузла 89 – 0,91, які знаходяться в границях 0,9 – 0,95, що відповідає технічним характеристикам перетворювачам сонячної та вітрової енергії.

Експериментальні дослідження також показали, що зміна місць розташування ДРГ або збільшення чи зменшення визначеної активної генерації у вузлах з найбільшими питомими транспортними витратами по активній потужності призводять до збільшення втрат активної потужності в мережі, що свідчить про оптимальність визначених місць розташування та величин активних потужностей ДРГ для заданих умов експлуатації розподільної електричної мережі.

Для наглядності основні результати приведених вище експериментальних розрахунків згідно вибраного для досліджень фрагменту схеми електричної мережі наведені в табл. 3.

Таблиця 3 – Основні результати експериментальних розрахунків щодо визначення місць розташування та величини потужності ДРГ

Порядок впровадження ДРГ	Місце розташування (вузли)	Модуль напруги, кВ	Генерація активної потужності, кВт	Генерація реактивної потужності, кВар	$\cos \varphi$	Втрати $\Delta P_{\Sigma}$ по схемі, кВт
1	448	10,5	1931,85	880,00	0,91	223,87
2	235	10,5	387,76	169,96	0,92	220,99
3	240	10,5	1011,35	430,97	0,92	171,47
4	432	10,5	1193,54	523,41	0,92	156,12
5	89	10,5	1200,83	531,12	0,91	80,91

3. В результаті досліджень було виявлено, що використання принципу рівності напруг джерел живлення надає можливість при зміні експлуатаційного режиму мережі за наявності "зеленого тарифу" підтримувати близькі до оптимально обґрунтованих значення активних потужностей ДРГ.

#### Висновки:

1. Вперше запропоновано використання методу питомих транспортних витрат, який надає можливість розробки простих і достатньо ефективних моделей і алгоритмів для визначення економічно доцільних місць розташування ДРГ в розподільних електричних мережах, що живляться від системного електропостачання.

2. Для визначення економічно доцільних потужностей ДРГ з розташуванням їх в економічно обґрунтованих місцях пропонується використовувати модифікований метод Ньютона з визначенням поправок до невідомих на кожному кроці ітераційного процесу вирішення системи лінеаризованих рівнянь методом найменших квадратів.

3. Модифікований метод Ньютона, який полягає в доповненні матриці частинних похідних похідними  $\partial \varepsilon_i^P / \partial P_i$ ;  $\partial \varepsilon_i^P / \partial Q_i$ ;  $\partial \varepsilon_i^Q / \partial P_i$  та  $\partial \varepsilon_i^Q / \partial Q_i$  надає можливість використовувати вузлові характеристики  $P_i$ ,  $Q_i$ ,  $\theta_i$  і  $U_i$  в різних комбінаціях відомих та пошукових вузлових величин.

4. Експериментальні дослідження показали, що при визначенні потужностей ДРГ в розподільних мережах 10 кВ, найбільш доцільним є рівність напруги величиною 10,5 кВ в місцях приєднання виробників електроенергії, включаючи місце системного живлення. Проводяться дослідження по використанню методики щодо економічного обґрунтування місць розташування і величин потужності ДРГ в розподільних електричних мережах напругою 35 кВ.

#### Список використаних джерел

1. Зміни встановленої потужності ОЕС України [Електронний ресурс] / Режим доступу: [http://www.ukrenergo.energy.gov.ua/ukrenergo/control/uk/publish/article?art\\_id=149524&cat\\_id=35061\\_2014](http://www.ukrenergo.energy.gov.ua/ukrenergo/control/uk/publish/article?art_id=149524&cat_id=35061_2014).

2. Кирик В. В. Сенсорний метод пошуку місця встановлення джерела розподіленого генерування / В. В. Кирик О. С. Губатюк // Вісник Вінницького політехнічного інституту. – 2015. – № 6. – С. 136–140.

3. Козирський В. В. Рекомендації щодо вибору потужності джерел розподіленої генерації в розподільних електричних мережах сільських регіонів / В. В. Козирський, О. В. Гай, В. М. Бодунов // Науковий вісник НУБіП України. Серія: Техніка та енергетика АПК. – 2012. – Вип. 174 (2). – С. 24–30.

4. Скрипник А. М. Моделювання оптимальних місць розташування та величини потужності джерел розподіленої генерації в розподільних електричних мережах напругою 10 кВ в умовах їх експлуатації / А. М. Скрипник, Д. П. Кожан // Енергетика і автоматика. – 2016. – № 4. (30). – С. 185 – 193.

5. Скрипник А. Н. Модификация метода Ньютона и ее использование при расчетах режимов распределительных электрических сетей напряжением до 110 кВ / А. Н. Скрипник, Д. П. Кожан, В. В. Ковалева //

Инновации в сельском хозяйстве. – 2015. – Вып. 4 (14). – С. 14 – 20.

6. Бартоломей П. И. Анализ влияния распределенной генерации на свойства ЭЭС / П. И. Бартоломей, Т. Ю. Паниковская, Д. А. Чечушков // Объединенный симпозиум в рамках проекта АТЭС. Энергетические связи между Россией и Восточной Азией: стратегии развития в XXI ВЕКЕ. – Иркутск, 2010. – С. 4–5.

7. Яндудзьский О. С. Визначення зон ефективного регулювання напруги джерелами розосередженої генерації з інверторним приєднанням у розподільній електричній мережі / О. С. Яндудзьский, Г. О. Труніна // Наукові праці Вінницького національного технічного університету. – 2014. – № 4.

8. Jegadeesan M. Optimal Sizing and Placement of Distributed Generation in Radial Distribution Feeder Using Analytical Approach / M. Jegadeesan, V. Keerthana // International Journal of Innovative Research in Science. Engineering and Technology. – 2014. – Vol. 3. – P. 358–364.

#### Аннотация

### ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭКОНОМИЧЕСКИ ЦЕЛЕСООБРАЗНЫХ МЕСТ РАСПОЛОЖЕНИЯ И ОБОСНОВАННЫХ ВЕЛИЧИН МОЩНОСТИ ИСТОЧНИКОВ РАСПРЕДЕЛЕННОЙ ГЕНЕРАЦИИ В РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЯХ, КОТОРЫЕ ПИТАЮТСЯ ОТ СИСТЕМНОГО ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ

Скрипник А. Н., Кожан Д. П.

*Предлагается простой и достаточно эффективный подход относительно определения экономически целесообразных мест расположения и обоснованных величин мощности источников распределенной генерации (ИРГ) при внедрении их в распределительных электрических сетях, которые питаются от узлов централизованного системного электроснабжения (далее системное электроснабжения) с приведением соответствующих экспериментальных исследований.*

#### Abstract

### DETERMINATION OF ECONOMICALLY PERFECT PLACES OF LOCATION AND BASED VALUES OF POWER OF SOURCES OF DISTRIBUTED GENERATION IN DISTRIBUTION ELECTRIC NETWORKS WHICH FEED FROM SYSTEM ELECTRICAL SUPPLY

A. Skrypnick, D. Kozhan

*Suggested a simple and fairly effective approach about determine the economic places of location and based size of power of sources of distributed generation (SDG) at their introduction in distribution electric networks, which are fed from the nodes of the centralized systemic electricity supply (onward the systemic electricity supply) to bringing the relevant experimental studies.*