

## ДО ПИТАННЯ ПРО РОЗМІЩЕННЯ НАКОПИЧУВАЧІВ ЕНЕРГІЇ В ОЕС УКРАЇНИ

О.Ф. Буткевич<sup>1,2\*</sup>, докт. техн. наук, Н.Т. Юнєєва<sup>1</sup>, канд. техн. наук, Т.М. Гурєєва<sup>1</sup>

<sup>1</sup> – Інститут електродинаміки НАН України,

пр. Перемоги, 56, Київ, 03057, Україна,

e-mail: [butkevych@ied.org.ua](mailto:butkevych@ied.org.ua)

<sup>2</sup> – Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут ім. І.Сікорського», пр. Перемоги, 37, Київ, 03056, Україна.

*Для балансування стохастичних змін потужності відновлюваних джерел енергії в об'єднаній енергосистемі (ОЕС) України планується використовувати накопичувачі енергії (НЕ). Показано, що під час розміщення НЕ слід враховувати їх вплив на потоки потужності контрольованими перетинами ОЕС України. Бібл. 1, табл. 3, рис. 1.*

**Ключові слова:** об'єднана енергосистема, відновлювані джерела енергії, накопичувачі енергії

**Загальна характеристика проблеми.** Стійка тенденція зростання частки відновлюваних джерел енергії (ВДЕ) в структурі генеруючих потужностей різних країн є однією із характерних ознак реалізації концептуальних положень «філософії» інноваційного розвитку безвуглецевої енергетики та «розумних» електричних мереж (Smart Grid) зокрема. Структура генеруючих потужностей об'єднаної енергосистеми (ОЕС) України не є оптимальною: перманентно актуальною залишається проблема дефіциту маневрених (маневрових) генеруючих потужностей. Варіанти її часткового вирішення, які у різний час пропонувалися, мали істотні вади, зокрема не повною мірою враховувався вплив їхньої реалізації на довкілля, вони не були достатньо обґрунтованими в соціально-економічному аспекті (очікуваний зиск більшою мірою мав корпоративну спрямованість). Процеси зростання сумарної потужності ВДЕ не оминули і ОЕС України, хоча прогнозні оцінки їхньої частки як в структурі генеруючих потужностей, так і в загальному обсязі виробництва електроенергії час від часу зазнають «уточнень», внаслідок чого, не дивлячись на збереження незмінності горизонту планування (10-15 років), вони істотно відрізняються за різними версіями «Енергетичних стратегій України», зокрема за «Енергетичною стратегією України на період до 2030 року» та «Енергетичною стратегією України на період до 2035 року «Безпека, енергоефективність, конкурентоспроможність». Разом з очевидними плюсами збільшення сумарної потужності ВДЕ загострює в ОЕС України проблему дефіциту маневрених генеруючих потужностей. Так, збільшення сумарної потужності сонячних (СЕС) та вітрових (ВЕС) електростанцій, потужність генерування яких залежить від метеорологічних чинників, потребує введення додаткових маневрених потужностей, щоб балансувати стохастичні зміни потужності зазначених ВДЕ (потужність СЕС та ВЕС в ОЕС України у червні ц.р. становила 2774 МВт: СЕС – 2162 МВт, ВЕС – 612 МВт).

Виконавши відповідний аналіз, Державне підприємство «Національна енергетична компанія «Укренерго» (ДП «НЕК «Укренерго») під час інвестиційного форуму «Україна – ЄС» з відновлюваної енергетики (EU – Ukraine renewable energy investment forum), який відбувся у Києві 18.12.2018 року, оприлюднило висновки щодо можливості інтеграції потужностей ВДЕ в ОЕС України: максимальна потужність СЕС та ВЕС, яка ще не призведе до серйозних відхилень у роботі ОЕС України, оцінюється у 4750 МВт (3000 МВт на СЕС та 1750 МВт на ВЕС). Ці ж дані було зазначено в нефінансовому звіті ДП «НЕК «Укренерго» за 2018 рік [1]. ДП «НЕК «Укренерго» вважає за доцільне не обмежувати розвиток ВДЕ, а для балансування стохастичних змін потужності ВДЕ ввести додаткові маневрені потужності. Введення зазначених потужностей є вкрай важливим з огляду на забезпечення виконання умов інтеграції ОЕС України до енергооб'єднання країн континентальної Європи (ENTSO-E), тим більше, що у грудні минулого року ДП «НЕК «Укренерго» та «Молделектрика» підписали «Експлуатаційну угоду про створення блоку регулювання у складі енергосистем України та Республіки Молдова», якою передбачено виконання умов забезпечення паралельної роботи ОЕС України та енергосистеми Республіки Молдова у повній відповідності до вимог та правил ENTSO-E. З метою введення додаткових високоманеврених потужностей ДП «НЕК

«Укренерго» 30.10.2018 р. підписало з оператором системи передачі Франції RTE (Réseau de Transport d'Électricité) та його дочірньою компанією RTE International меморандум щодо реалізації, починаючи з 2019 року, пілотного проекту зі створення системи накопичення енергії (energy storage) потужністю 200 МВт. У звіті [1] зазначено, що «завданням проекту є випробування методів балансування потужності СЕС та ВЕС в енергосистемі». Оскільки наведена в [1] інформація щодо варіантів реалізації зазначеного проекту спонукала до написання даної статті, то викладемо її тут дослівно.

*«Компанія розглядає три основних варіанти спорудження energy storage:*

- 1) з розташуванням 200 МВт таких потужностей в одному місці;*
- 2) з розташуванням у кількох місцях з розділенням на 4-5 частин;*
- 3) з децентралізованим розташуванням кількох десятків блоків з малою потужністю.*

*Останній варіант може передбачати розміщення energy storage вздовж центральних автотранспортних магістралей (Київ – Львів – держкордон, Київ – Харків, Київ – Дніпро, Київ – Одеса – держкордон) паралельно зі створенням мережі зарядних станцій для електромобілів.*

**I етап проекту** – підготовка техніко-економічного обґрунтування для подальших робіт;

**II етап проекту** – визначення вартості проекту, створення моделі майбутнього energy storage та дорожньої карти».

З наведеного можна зробити попередній висновок, що оскільки для «розгляду» апіорі було обрано 3 основних варіанти спорудження накопичувачів енергії, то остаточний варіант (один із трьох зазначених) буде одержано не внаслідок розв'язання оптимізаційної задачі, математична постановка якої передбачає визначення розподілу (за місцем та потужністю) накопичувачів енергії в ОЕС України з бажаним впливом на параметри та показники її режимів, насамперед на потоки потужності її контрольованими перетинами. Обмеження щодо таких потоків обумовлені вимогою забезпечення нормативних запасів (статичної стійкості) з активної потужності, і тому їх дотримання є вкрай важливим в аспекті безпечного функціонування ОЕС України. Спорудження накопичувачів енергії без урахування їхнього впливу на потоки потужності контрольованими перетинами ОЕС України може призвести до небажаних наслідків, насамперед до зменшення запасів (статичної стійкості) з активної потужності в окремих перетинах під час балансування змін потужності СЕС та ВЕС в енергосистемі.

**Мета даної роботи** – дослідити вплив розподілу (за місцем та потужністю) накопичувачів енергії в ОЕС України на потоки потужності її контрольованими перетинами.

**Деякі результати досліджень.** Основне завдання, виконання якого мають забезпечити додаткові маневрені потужності, – це швидке балансування стохастичних змін потужності ВДЕ, і для дослідження методів балансування зазначених змін в ОЕС України має використовуватися відповідна модель «динаміки», у той час як для попереднього оцінювання «чистого» впливу розподілу (за місцем та потужністю) накопичувачів енергії в ОЕС України на параметри та показники її режимів у такій моделі достатньо позбавити електричні станції (блоки) можливості брати участь у первинному регулюванні частоти, що дасть змогу уникнути їхніх балансувальних впливів на зміни потужності ВДЕ. Якщо встановлювати накопичувачі енергії у місцях розташування ВДЕ (у тому ж, наприклад, регіоні), то параметри усталеного режиму, що виникне внаслідок балансування змін потужності ВДЕ, очевидно, суттєво не відрізнятимуться від параметрів режиму, що передуватиме «ввімкненню» накопичувачів енергії, однак доцільність такого розподілу накопичувачів енергії викликає сумніви: її потрібно доводити з урахуванням конкретних умов. У разі використання накопичувачів енергії в дефіцитних енергосистемах ОЕС України можна очікувати на незначне зменшення сумарних втрат активної потужності та деяку зміну потоків потужності окремими її контрольованими перетинами. Доцільно визначити розподіл (за місцем та потужністю) накопичувачів енергії, що призведе до бажаної зміни потоків потужності під час балансування змін потужності ВДЕ, принаймні, не викликатиме переобтяження «критичних» контрольованих перетинів ОЕС України.

Наведемо деякі результати виконаних досліджень з використанням моделі «динаміки» ОЕС України та режимів максимуму і мінімуму навантажень 2016 року (зміни, що відбулися в ОЕС України після 2016 року, не впливають на зроблені висновки). Досліджувався вплив розподілу накопичувачів енергії в Центральній та Північній енергосистемах ОЕС України (обидві енергосистеми є дефіцитними як за потужністю, так і за електроенергією) на потоки активної потужності контрольованими перетинами ОЕС України у разі балансування змін (зменшення) потужності ВДЕ в південній частині ОЕС України. Як «відправні точки» для моделювання було розраховано усталені

режими на базі режимів максимального та мінімального навантажень 2016 року ОЕС України: загальну потужність генерації було збільшено «введенням» на деяких ПС напругою 110 (150) кВ додаткових 200 МВт (сумарно) потужності ВДЕ і відповідно збільшено потужність навантаження в ОЕС України (далі ці режими – «відправні точки» для моделювання – називатимемо відповідно «режим максимуму» та «режим мінімуму»). Питання, пов'язані з реконструкцією зазначених ПС, обумовленою «приєднанням» додаткових ВДЕ, тут не розглядаємо. Внаслідок балансування змін потужності ВДЕ за різними варіантами розподілу накопичувачів енергії було одержано множину режимів ОЕС України зі зміненими потужностями додаткових ВДЕ та введеними («ввімкненими») відповідними потужностями накопичувачів енергії (щоб уникнути додаткових «балансувальних» впливів електричні станції було «позбавлено» можливості брати участь у первинному регулюванні частоти). Для оцінювання впливу розподілу накопичувачів енергії на потоки активної потужності контрольованими перетинами ОЕС України можна використовувати (як *показники* зазначеного впливу) зміни сальдо потоків активної потужності такими перетинами чи зміни потоків активної потужності окремими елементами перетинів, взявши за «відправні точки» для порівняння значення зазначених *показників впливу* в режимах, що передували «ввімкненню» накопичувачів енергії. Для ілюстрації зазначеного вище спочатку наведемо результати моделювання, одержані під час використання «режиму максимуму». Обмежимося аналізом сальдо потоків активної потужності чотирма контрольованими перетинами ОЕС України (їхні назви та склад елементів відповідають тим, що їх використовують в ДП «НЕК «Укренерго»). В «режимі максимуму» сальдо потоків активної потужності (МВт) для кожного із чотирьох перетинів становили: «ОЕС України – КрТЕС, Одеса, Крим»: -752,9 (10,3); «ОЕС України – ЗаТЕС, Одеса, Крим»: -603,0 (3,67); «ОЕС України – Одеса, Молдова»: -1403,0 (23,9); «Дніпро – ЮУ АЕС»: -962,3 (14,98). Окремі результати моделювання режимів балансування змін потужності додаткових ВДЕ «ввімкненням» відповідної потужності накопичувачів енергії на ПС наведено в табл. 1, 2 (*курсивом* вказано втрати активної потужності в елементах цих перетинів).

**Таблиця 1**

Електричні підстанції та сальдо потоків потужності перетинами	Зміна потужності на ПС									
	80 МВт		120 МВт			160 МВт				
Трихати 150 кВ			-40	-40	-40	-40	-40	-40	-40	-40
Усагове 110 кВ	-40	-40	-40		-40	-40	-40	-40	-40	-40
Старокозаче 110 кВ				-40		-40	-40	-40	-40	-40
Первомайська 150 кВ			-40	-40	-40	-40	-40	-40	-40	-40
Ізмаїл 110 кВ	-40	-40								
Харківська 110 кВ		+40	+40							
Полтава 110 кВ			+40	+80		+80	+40			
Степова 110 кВ								+80		
Бровари 110 кВ	+80	+40	+40		+40			+80		
Шевченко 110 кВ				+40	+80	+80	+120		+160	
Сальдо потоків потужності перетином: ОЕС України – КрТЕС, Одеса, Крим	-758,8 <i>10,69</i>	-757,7 <i>10,71</i>	-765,3 <i>11,0</i>	-764,6 <i>10,98</i>	-765,8 <i>10,96</i>	-767 <i>11,17</i>	-767,3 <i>11,15</i>	-768,6 <i>11,23</i>	-767,4 <i>11,14</i>	
Сальдо потоків потужності перетином: ОЕС України – ЗаТЕС, Одеса, Крим	-602,8 <i>3,69</i>	-602,8 <i>3,7</i>	-607,0 <i>3,75</i>	-606,9 <i>3,74</i>	-606,7 <i>3,73</i>	-606,9 <i>3,75</i>	-606,9 <i>3,75</i>	-606,9 <i>3,76</i>	-606,8 <i>3,75</i>	
Сальдо потоків потужності перетином: ОЕС України – Одеса, Молдова	-1511 <i>26,17</i>	-1511,4 <i>26,19</i>	-1457,1 <i>25,11</i>	-1458,8 <i>25,16</i>	-1457,8 <i>25,11</i>	-1514,7 <i>26,34</i>	-1515,5 <i>26,32</i>	-1514 <i>26,31</i>	-1514,4 <i>26,31</i>	
Сальдо потоків потужності перетином: Дніпро – ЮУ АЕС	-996,7 <i>14,57</i>	-1017,0 <i>15,04</i>	-1073,7 <i>15,20</i>	-1062,6 <i>15,04</i>	-1018,1 <i>13,98</i>	-1076,3 <i>14,73</i>	-1049,4 <i>14,16</i>	-1091,7 <i>15,05</i>	<b>-1022,0</b> <i>13,65</i>	

Таблиця 2

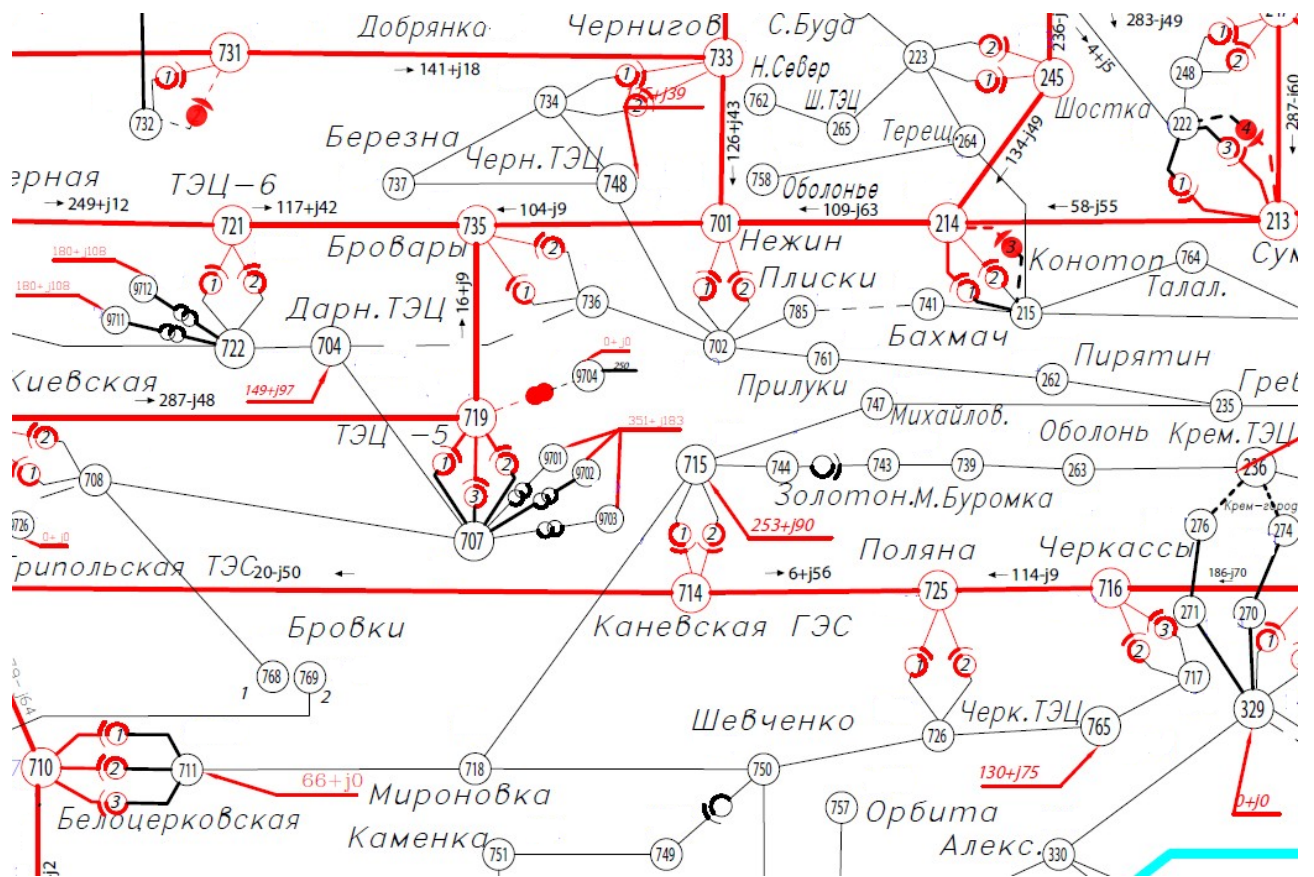
Електричні підстанції та сальдо потоків потужності перетинами	Зміна потужності на ПС							
	200 МВт							
Трихати 150 кВ	-40	-40	-40	-40	-40	-40	-40	-40
Усадове 110 кВ	-40	-40	-40	-40	-40	-40	-40	-40
Старокозаче 110 кВ	-40	-40	-40	-40	-40	-40	-40	-40
Первомайська 150 кВ	-40	-40	-40	-40	-40	-40	-40	-40
Ізмаїл 110 кВ	-40	-40	-40	-40	-40	-40	-40	-40
Харківська 110 кВ	+40	+40	+40	+80	+80			
Полтава 110 кВ	+40	+40	+40					
Степова 110 кВ	+40	+40	+80		+40			
Бровари 110 кВ	+40		+40	+80	+40		+200	+100
<b>Шевченко 110 кВ</b>	+40	+80		+40	+40	<b>+200</b>		+100
Сальдо потоків потужності перетином: ОЕС України – КрТЕС, Одеса, Крим	-769,2 <i>11,41</i>	-768,5 <i>11,4</i>	-768,8 <i>11,45</i>	-771,3 <i>11,41</i>	-769,7 <i>11,43</i>	-769 <i>11,32</i>	-773 <i>11,38</i>	-771,1 <i>11,35</i>
Сальдо потоків потужності перетином: ОЕС України – ЗаТЕС, Одеса, Крим	-606,8 <i>3,77</i>	-606,8 <i>3,77</i>	-606,8 <i>3,78</i>	-607,0 <i>3,77</i>	-606,7 <i>3,77</i>	-606,5 <i>3,76</i>	-606,6 <i>3,75</i>	-606,7 <i>3,75</i>
Сальдо потоків потужності перетином: ОЕС України – Одеса, Молдова	-1567,9 <i>27,5</i>	-1568,4 <i>27,51</i>	-1567,7 <i>27,51</i>	-1568,6 <i>27,49</i>	-1567,9 <i>27,50</i>	-1567,7 <i>27,47</i>	-1566,7 <i>27,42</i>	-1567,3 <i>24,25</i>
Сальдо потоків потужності перетином: Дніпро – ЮУ АЕС	-1119,1 <i>15,18</i>	-1117,7 <i>15,06</i>	<b>-1146,2</b> <i>15,86</i>	-1098,8 <i>14,70</i>	-1120,1 <i>15,20</i>	<b>-1028,2</b> <i>13,46</i>	-1066,1 <i>13,97</i>	-1047,0 <i>13,62</i>

Із табл. 1, 2 видно, що дискретність зміни потужності на одній ПС становить 40 МВт (-40 вказує на зменшення потужності ВДЕ на 40 МВт, а +40 чи кратне йому значення – на ввімкнення накопичувачів енергії зазначеної потужності). В клітинах чотирьох нижніх рядків табл. 1, 2 крім сальдо потоків активної потужності контрольованими перетинами курсивом зазначено втрати активної потужності в елементах цих же перетинів.

Наведені в табл. 1, 2 результати моделювання свідчать, що різні варіанти розподілу (за місцем та потужністю) накопичувачів енергії різною мірою впливають на сальдо потоків активної потужності контрольованими перетинами. Найбільших змін зазнали сальдо потоків активної потужності перетинами «ОЕС України – Одеса, Молдова» та «Дніпро – ЮУ АЕС», а найбільший вплив на сальдо потоків потужності перетином «Дніпро – ЮУ АЕС» має потужність накопичувачів енергії, встановлених на ПС Шевченко 110 кВ, дещо менший – встановлених на ПС Бровари 110 кВ. Певне уявлення про розташування зазначених ПС в ОЕС України та їхні електричні зв'язки дає рисунок із зображенням фрагмента розрахункової схеми ОЕС України, у верхній половині якого є пункт з номером 736, що відповідає ПС Бровари 110 кВ, а у нижній – пункт з номером 750, що відповідає ПС Шевченко 110 кВ.

Для випадку «ввімкнення» 200 МВт накопичувачів енергії за різними варіантами їх розподілу різниця між максимальним та мінімальним сальдо потоків потужності перетином «Дніпро – ЮУ АЕС» становить 118 МВт. Очевидно, що в аспекті оперативного-диспетчерського керування такими впливами накопичувачів енергії на потоки потужності контрольованими перетинами (не кажучи вже про потоки потужності окремими елементами перетинів) не слід нехтувати.

Наведемо деякі результати виконаних досліджень з використанням «режиму мінімуму», за якого сальдо потоків активної потужності [МВт] кожним із чотирьох зазначених перетинів ОЕС України становить (курсивом вказано втрати активної потужності в елементах цих же перетинів): «ОЕС України – КрТЕС, Одеса, Крим»: -1101,8 (7,82); «ОЕС України – ЗаТЕС, Одеса, Крим»: -252,5 (1,15); «ОЕС України – Одеса, Молдова»: -1125,0 (21,97); «Дніпро – ЮУ АЕС»: 11,6 (16,62).



В табл. 3 наведено результати, одержані для «режиму мінімуму» з використанням тих же варіантів балансування змін потужності ВДЕ, що зазначені в табл. 2.

Таблиця 3

Електричні підстанції та сальдо потоків потужності перетинами	Зміна потужності на ПС							
	200 МВт							
Трихати 150 кВ	-40	-40	-40	-40	-40	-40	-40	-40
Усагове 110 кВ	-40	-40	-40	-40	-40	-40	-40	-40
Старокозаче 110 кВ	-40	-40	-40	-40	-40	-40	-40	-40
Первомайська 150 кВ	-40	-40	-40	-40	-40	-40	-40	-40
Ізмаїл 110 кВ	-40	-40	-40	-40	-40	-40	-40	-40
Харківська 110 кВ	+40	+40	+40	+80	+80			
Полтава 110 кВ	+40	+40	+40					
Степова 110 кВ	+40	+40	+80		+40			
Бровари 110 кВ	+40		+40	+80	+40		+200	+100
<b>Шевченко 110 кВ</b>	+40	+80		+40	+40	<b>+200</b>		+100
Сальдо потоків потужності перетином: ОЕС України – КрТЕС, Одеса, Крим	-1120 7,83	-1119 7,81	-1119,8 7,81	-1121,1 7,87	-1120,3 7,83	-1119,9 7,87	-1123,4 7,97	-1121,6 7,92
Сальдо потоків потужності перетином: ОЕС України – ЗаТЕС, Одеса, Крим	-254,4 1,05	-254,4 1,04	-254,5 1,05	-254,5 1,05	-254,4 1,05	-254,3 1,05	-254,5 1,07	-254,3 1,06
Сальдо потоків потужності перетином: ОЕС України – Одеса, Молдова	-1262 24,02	-1261 24	-1261,4 24,01	-1262,4 24,06	-1261,6 24,02	-1262,2 24,03	-1263,9 24,16	-1262,8 24,09
Сальдо потоків потужності перетином: Дніпро – ЮУ АЕС	-145,0 15,11	-137,9 15	-172,7 15,35	-125,8 15,04	-145,7 15,13	<b>-55,1</b> 14,64	-89,3 15,01	-72,0 14,75

Аналіз одержаних результатів досліджень свідчить, що характер впливу розподілу (за місцем та потужністю) накопичувачів енергії на сальдо потоків активної потужності контрольованими перетинами ОЕС України залишається незмінним в «режимі максимуму» та «режимі мінімуму». Впливом розподілу накопичувачів енергії на втрати активної потужності в ОЕС України можна знехтувати.

#### **Висновки**

Розподіл (за місцем та потужністю) накопичувачів енергії в ОЕС України може помітно впливати на потоки потужності її контрольованими перетинами внаслідок балансування змін потужності ВДЕ.

Оскільки зазначений вище проект зі створення системи накопичення енергії (energy storage) в ОЕС України є пілотним, а «До 2025 року Україні необхідно побудувати до 2,5 тис. МВт високоманеврових балансуєчих потужностей» [1], то вплив зазначеного розподілу накопичувачів енергії (у загальнішій постановці – високоманеврових балансуєчих потужностей) на потоки потужності контрольованими перетинами ОЕС України доцільно враховувати, починаючи вже з пілотного проекту.

Задачу розподілу накопичувачів енергії (у загальнішій постановці – високоманеврових потужностей) в ОЕС України для балансування стохастичних змін потужності ВДЕ доцільно розв'язувати як оптимізаційну, використовуючи зазначений розподіл для досягнення бажаної зміни потоків потужності контрольованими перетинами ОЕС України, запобігаючи переобтяженню елементів зазначених перетинів внаслідок балансування змін потужності ВДЕ.

1. Нефінансовий звіт за 2018 рік «10 кроків до Європи». ДП «НЕК «Укренерго». URL: [https://ua.energy/wp-content/uploads/2019/06/UE\\_NFR\\_2018\\_compressed.pdf](https://ua.energy/wp-content/uploads/2019/06/UE_NFR_2018_compressed.pdf). (Дата звернення 04.04.2019)

УДК 621.311 + 621.3.001.57

#### **К ВОПРОСУ О РАЗМЕЩЕНИИ НАКОПИТЕЛЕЙ ЭНЕРГИИ В ОЭС УКРАИНЫ**

**А.Ф. Буткевич<sup>1,2</sup>**, докт. техн. наук, **Н.Т. Юнеева<sup>1</sup>**, канд. техн. наук, **Т.М. Гуреева<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Інститут електродинаміки НАН України,

пр. Перемоги, 56, Київ, 03057, Україна,

[butkevych@ied.org.ua](mailto:butkevych@ied.org.ua)

<sup>2</sup> НТУ України «Київський політехнічний інститут ім. І.Сикорського»,

пр. Перемоги, 37, Київ, 03056, Україна.

*Для балансировки стохастических изменений мощности возобновляемых источников энергии в объединенной энергосистеме (ОЭС) Украины планируется использовать накопители энергии (НЭ). Показано, что при размещении НЭ следует учитывать их влияние на потоки мощности по контролируемым сечениям ОЭС Украины. Библи. 1, табл. 3, рис. 1.*

**Ключевые слова:** объединенная энергосистема, возобновляемые источники энергии, накопители энергии

#### **ON THE ISSUE OF ENERGY STORAGES PLACEMENT IN THE IPS OF UKRAINE**

**O.F. Butkevych, N.T. Yunieieva, T.M. Hurieieva**

<sup>1</sup> Institute of Electrodynamics of the National Academy of Sciences of Ukraine,

Peremohy avenue, 56, Kyiv, 03057, Ukraine,

e-mail: [butkevych@ied.org.ua](mailto:butkevych@ied.org.ua)

<sup>2</sup> National Technical University of Ukraine “Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute”,

Peremohy avenue, 37, Kyiv, 03056, Ukraine

*To balance stochastic changes in the power of renewable energy sources in the interconnected power system (IPS) of Ukraine it is planned to use energy storages (ES). It is shown that during ES placing it is necessary to take into account their influence on power flows of controlled cutsets of the IPS of Ukraine. References 1, tables 3, figures 1.*

**Key words:** interconnected power system, renewable energy sources, energy storages

1. 2018 Non-Financial Report “10 steps towards Europe”. State enterprise National power company Ukrenergo. URL: [https://ua.energy/wp-content/uploads/2019/07/UE\\_NFR\\_2018\\_Eng.pdf](https://ua.energy/wp-content/uploads/2019/07/UE_NFR_2018_Eng.pdf). (Accessed 04.04.2019)

Надійшла 12.07.2019

Остаточний варіант 12.09.2019