

УДК 621.311.4

DOI: 10.37128/2520-6168-2022-2-15

ОСОБЛИВОСТІ ВИЗНАЧЕННЯ ПОТЕНЦІАЛУ РОЗОСЕРЕДЖЕНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ В УМОВАХ АВІАЦІЙНИХ ПІДПРИЄМСТВ**Бойко Сергій Миколайович**, к.т.н.

Національний університет «Запорізька політехніка»

Жуков Олексій Анатолійович, к.т.н.**Бабій Сергій Миколайович**, к.т.н., доцент

Вінницький національний технічний університет

Мельник Ольга Євгенівна, к.т.н., доцент

Криворізький національний університет

Риков Геннадій Юрійович, старший викладач

Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського

Serhii Boiko, Ph.D. of Eng.

Zaporizhzhya Polytechnic National University

Oleksii Zhukov, Ph.D. of Eng.**Sergiy Babiy**, Ph.D. of Eng.

Vinnytsia National Technical University

Olga Melnyk, Ph.D. of Eng., Associate Professor

Kryvyi Rih National University

Gennady Rykov, Senior Lecturer

Kremenchug National University named after Mykhailo Ostrogradsky

В контексті світової економіки, авіаційному транспорту на сьогодні з поміж інших характеристик, притаманна висока технологічна складність транспортних засобів, підвищення рівня безпеки авіаційного транспорту, посилення заходів захисту авіації від актів незаконного втручання та розвиток сучасних мультимодальних транспортних технологій та інфраструктурних комплексів під різні види транспорту. У зв'язку з світовою тенденцією, безпілотні літальні апарати набули широкого поширення у різних сферах і галузях світової економіки. Між тим, залишається невирішеним питання енергетичної безпеки, як складової авіаційної безпеки на аеродромах та спеціалізованих підприємствах при їх експлуатації, зберіганні та обслуговуванні.

Проблематикою цієї роботи є синтез методу визначення потенціалу розосереджених джерел енергії в умовах авіаційних підприємств. Об'єднання на паралельну роботу розосередженої генерації та мережі дасть синергетичний ефект - появу нових властивостей, яких не було у складових частинах, що проявляється, зокрема, в збільшенні факторів впливу на енергетичні показники, нерегулярності сумарного графіку навантаження об'єднаних систем, зниженні його нерівномірності в добовому, тижневому і сезонному розрізах, зменшенні залежності частоти електричного струму від коливань балансу потужності. У попередніх дослідженнях автори обґрунтовують позитивний ефект від впровадження джерел розосередженої генерації в умовах промислових підприємств, а саме модульність, надійність, місцеве керування, зменшення негативного впливу на екологію та малий пусковий період.

Враховуючи складність технологічного процесу та специфіку функціонування електротехнічного обладнання авіаційних підприємств, актуальною науково-практичною задачею є розробка методу визначення потенціалу розосереджених джерел енергії в умовах цих підприємств.

Для визначення потенціалу джерел розосередженої генерації в умовах авіаційних підприємств, необхідно мати як можна повніші і чіткі дані про електропостачання і електроспоживання навантаження електрообладнанням цих підприємств протягом доби, а також наявність даних про витрати електричної енергії в електромережі електропостачання, особливості експлуатації і електроспоживання навантаження.

На авіаційних підприємствах актуальним та можливим є впровадження в загальну структуру систем електроживлення розосередженої генерації на базі відновлюваних джерел енергії. Запропонований метод визначення потенціалу розосереджених джерел енергії в умовах авіаційних підприємств дозволить ефективно впроваджувати розосереджену генерацію в структури електропостачання авіаційних підприємств.



Ключові слова: розосереджена генерація, електропостачання підприємств, потенціал розосереджених джерел енергії, авіаційні підприємства.

Ф. 8. Рис. 1. Літ. 13.

1. Вступ

В контексті світової економіки, авіаційному транспорту на сьогодні з поміж інших характеристик, притаманна висока технологічна складність транспортних засобів, підвищення рівня безпеки авіаційного транспорту, посилення заходів захисту авіації від актів незаконного втручання та розвиток сучасних мультимодальних транспортних технологій та інфраструктурних комплексів під різні види транспорту [1].

У зв'язку з світовою тенденцією, безпілотні літальні апарати (БПЛА) набули широкого поширення у різних сферах і галузях світової економіки. Між тим, залишається невирішеним питання енергетичної безпеки, як складової авіаційної безпеки на аеродромах та спеціалізованих підприємствах при їх експлуатації, зберіганні та обслуговуванні.

Між тим, неконтрольоване поширення використання БПЛА у світі, разом з відповідними ризиками, пов'язаними з літаками, іншою власністю, життям людей, приватністю, порушенням кордонів закритих територій та безпекою, вимагають нового регулювання зі сторони законодавства. Хоча Україна наразі ще й не стикнулася з більшістю з цих проблем, поточна ситуація (сильна зацікавленість з боку підприємців та військових) привернула увагу законодавців. Зобов'язання, взяті Україною за міжнародними договорами, включаючи Договір про асоціацію між Україною та ЄС, вимагають від України прийняття законів, що відповідають вимогам спільного повітряного простору [2].

Слід також відзначити той факт, що авіаційна транспортна система виконує функції підготовки, забезпечення та виконання польоту. З посеред іншого, безпека польотів є комплексною характеристикою повітряного транспорту та авіаційних робіт щодо забезпечення його функціонування, що визначає спроможність виконувати польоти без загрози для життя і здоров'я людей. Тож в рамках Авіаційної стратегії з посеред інших, мають бути вирішені завдання за такими напрямками підвищення рівня безпеки авіаційного транспорту та розвиток авіаційних перевезень.

2. Аналіз останніх досліджень і публікацій

Аналіз досягнень сучасної енергетики показує, що децентралізовані енергосистеми з використанням джерел розосередженої генерації можуть бути надзвичайно прибутковою сферою для капіталовкладень, якщо є можливість розміщувати джерела генерації енергії поблизу споживачів. Зазвичай витрати на передачу енергії сягають 30% від вартості її вироблення [1].

Існуючі методики для проектування системи електропостачання віддалених споживачів в основному розглядають як альтернативу централізованому електропостачанню, електропостачання за рахунок генерації електроенергії на базі відновлювальних джерел енергії (ВДЕ), або за рахунок використання котельень, дизель-генераторів [3-6].

Технологічне об'єднання енергії ВДЕ і енергії вуглеводневого палива в одній системі має суттєві техніко-економічні переваги. Ця перевага полягає у високій енергетичній ефективності, недосяжною в існуючих системах енергопостачання, в простоті інтеграції з додатковими генеруючими потужностями на основі ВДЕ з будь-яким ступенем заміщення [13].

Об'єднання на паралельну роботу ВДЕ та мережі дасть синергетичний ефект - появу нових властивостей, яких не було у складових частинах, що проявляється, зокрема, в зниженні нерегулярності сумарного графіку навантаження об'єднаних систем, зниженні його нерівномірності в добовому, тижневому і сезонному розрізах, зменшенні залежності частоти електричного струму від коливань балансу потужності [3].

У попередніх дослідженнях автори обґрунтовують позитивний ефект від впровадження джерел розосередженої генерації в умовах промислових підприємств, а саме модульність, надійність, місцеве керування, зменшення негативного впливу на екологію та малий пусковий період [6-13].

3. Мета і задачі дослідження

Головною метою цієї роботи є синтез методу визначення потенціалу розосереджених джерел енергії в умовах авіаційних підприємств, що дозволить ефективно впроваджувати джерела розосередженої генерації (РГ) в структури їх електропостачання.

Таким чином, актуальною науково-практичною задачею є розробка методу визначення потенціалу розосереджених джерел енергії в умовах авіаційних підприємств, враховуючи специфіку їх функціонування.



4. Виклад основного матеріалу

Для визначення можливих шляхів вирішення проблеми забезпечення безаварійного застосування літальних апаратів (ЛА) необхідно насамперед провести системний аналіз факторів, що впливають на безпеку польоту ЛА, сформулювати перелік аварійно-небезпечних режимів польоту ЛА [1].

До основних причин авіаційних пригод ЛА можна віднести несправність та вихід із ладу бортового обладнання та силової уставки, людський фактор та робота наземних аеродромних служб під час технічного обслуговування, зберігання та повітряного диспетчерського супроводу ЛА [2].

Для забезпечення основних вимог авіаційної безпеки наземних аеродромних служб важливим фактором є електропостачання відповідних об'єктів. Тому актуальним є питання постійного вдосконалення та модернізації систем електропостачання авіаційних підприємств та об'єктів. Одним з таких напрямків є впровадження джерел розосередженої генерації у вже існуючі системи електропостачання, чи створення нових локальних енергетичних систем [1-5].

З метою визначення розрахункового потенціалу ВДЕ, що входять до складу РГ, необхідно мати як можна повніші і чіткі дані про електропостачання (ЕП) і електроспоживання навантаження (ЕС) електрообладнанням (ЕО) авіаційного підприємства (АП) протягом доби, а також наявність даних про витрати електричної енергії (ЕЕ) в електромережі (ЕМ) ЕП і ЕС [6].

Наступним кроком є аналіз ЕС ЕЕ активними споживачами (АС) при їх роботі та інтервалах часу, враховуючи режими використання обладнання різних типів (різної потужності), в умовах не використання ВДЕ, що входять до складу РГ, до оптимізації графіка роботи АС, обчисливши сумарно спожиту ЕЕ електроприймачами за формулою (кВА):

$$\sum W_{розр} = (C - \delta_{ps}^{\tau}) \sum W_{сп. ас. бS, розр}^{\tau} \quad (1)$$

де $W_{сп. ас. pS, розр}^{\tau}$ – розрахункове споживання ЕЕ протягом часу τ ; C – загальна кількість споживачів ЕЕ; δ_{ps}^{τ} – кількість споживачів ЕЕ потужністю P , які не працюють протягом часу τ у часовій зоні S .

Потім необхідно виконати необхідні розрахунки ЕС ЕЕ АС при оптимізації графіка їх роботи протягом доби, за формулою (кВА):

$$\sum W_{опт} = (C - \delta_{ps}^{\tau}) \sum W_{сп. ас. бS, оптим}^{\tau} \quad (2)$$

де $W_{сп. ас. pS, розр}^{\tau}$ – оптимальне споживання ЕЕ протягом часу τ .

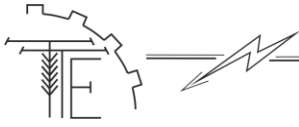
Якщо після оптимізації графіка роботи АС ЕС ЕЕ менше ніж до оптимізації (так) $(C - \delta_{ps}^{\tau}) \sum W_{сп. ас. бS, розр}^{\tau} > (C - \delta_{ps}^{\tau}) \sum W_{сп. ас. бS, оптим}^{\tau}$, то переходять до іншого етапу – аналіз витрат ЕЕ, а якщо нерівність не виконується (ні), то повертається до аналізу ЕС ЕЕ АС до оптимізації графіка роботи установок.

Обчисливши втрати ЕЕ в ЕМ до використання ВДЕ, що входять до складу РГ в умовах АП $\left(\sum W_{втр. qS, розр}^{\tau} \right)$ (кВА) та втрати ЕЕ в ЕМ після впровадження ВДЕ, що входять до складу РГ в умовах АП $\left(\sum W_{втр. qS, ВДЕ}^{\tau} \right)$ (кВА) та порівнявши їх $\sum W_{втр. qS, ВДЕ}^{\tau} < \sum W_{втр. qS, розр}^{\tau}$, то при виконанні нерівності (так) переходять до наступного етапу, а якщо не виконується (ні), то повертаються на початок аналізу витрат ЕМ.

Потім обчислюють вартість можливої закумульованої ЕЕ режимами рекуперации протягом тарифної зони «ніч» (S_3) за формулою (у.о.):

$$B_3^{AK} = \left(W_{AK\tau_3}^{\tau_3} \cdot \eta_3 \right) \cdot k_3 \cdot T, \quad (3)$$

де $W_{AK\tau_3}^{\tau_3}$ – встановлена потужність акумулюючої установки в межах часу τ_3 (кВА); η_3 – коефіцієнт корисної дії акумулюючої установки; k_3 – коефіцієнт тарифного часу; T – тривалість часу (год).



Та вартості переданої в ЕМ ЕС АП від АК протягом тарифних зон «пік» (S_1) і «ⁿ/пік» (S_2) за формулою (у.о.):

$$B_1 + B_2 = \sum (W_{AKr_1}^{\tau_1} \cdot \eta_1^{\tau_1}) \cdot k_1 \cdot T + \sum (W_{AKr_2}^{\tau_2} \cdot \eta_2^{\tau_2}) \cdot k_2 \cdot T \quad (4)$$

Якщо виконується нерівність (так) (B_3^{AK}) < (B_1^{AK}) + (B_2^{AK}) то переходять до наступного етапу, а якщо не виконується (ні), то переходять до попередніх етапів обчислення вартості закумуляованої та переданої ЕЕ в ЕМ ЕС АП.

Обчислення та аналіз ЕС і ЕП згенерованого сумарного потенціалу РГ за формулою (кВА):

$$\sum W_{ji}^{sr} = \sum W_{\text{спож. рS}}^{\tau} + \sum W_{\text{ас}}^{\tau} + \sum W_{\text{втр. qS}}^{\tau} + \sigma_s^{\tau} \cdot \sum W_{AKis}^{\tau} \cdot \tau_s^{\tau} + \gamma_s^{\tau} \cdot \sum W_{ABis}^{\tau} \cdot \eta_s^{\tau} - \sum W_{3EMs}^{\tau} \quad (5)$$

де $\sum W_{\text{спож. рS}}^{\tau}$ – розрахункове споживання ЕЕ протягом часу τ (кВА); $\sum W_{\text{ас}}^{\tau}$ – оптимальне споживання ЕЕ протягом часу τ (кВА); $\sum W_{\text{втр. qS}}^{\tau}$ – втрати ЕЕ в ЕМ до використання ВДЕ, що входять до складу РГ в умовах АП (кВА); $\sigma_s^{\tau} \cdot \sum W_{AKis}^{\tau} \cdot \tau_s^{\tau}$ – встановлена потужність акумулюючих установок σ_s^{τ} в межах часу τ (кВА); $\gamma_s^{\tau} \cdot \sum W_{ABis}^{\tau} \cdot \eta_s^{\tau}$ – встановлена потужність генеруючих установок γ_s^{τ} з коефіцієнтом корисної дії η_s^{τ} в межах часу τ (кВА), $\sum W_{3EMs}^{\tau}$ – встановлена потужність спожитої ЕЕ обладнанням АП із ЗЕМ по різних тарифних зонах (S) протягом часу τ (кВА).

Потім обчислюють рівень ЕП ЕЕ із зовнішньої електромережі (ЗЕМ) в різних тарифних зонах (S) за формулою (кВА):

$$\sum W_{3EMs}^{\tau} = \sum W_{3EMs_1}^{\tau_1} + \sum W_{3EMs_2}^{\tau_2} + \sum W_{3EMs_3}^{\tau_3} \quad (6)$$

Обчислюють вартість спожитої ЕЕ обладнанням АП із ЗЕМ протягом доби по різних тарифних зонах (S) за формулою (у.о.):

$$B_{\sum 3EMs}^{\tau} = B_{\sum 3EMs_1}^{\tau_1} + B_{\sum 3EMs_2}^{\tau_2} + B_{\sum 3EMs_3}^{\tau_3} \quad (7)$$

$$\sum W_{3EMs}^{\tau} = \sum W_{3EMs_1}^{\tau_1} \cdot k_1 \cdot T + \sum W_{3EMs_2}^{\tau_2} \cdot k_2 \cdot T + \sum W_{3EMs_3}^{\tau_3} \cdot k_3 \cdot T$$

де $W_{3EMs_n}^{\tau_n}$ – встановлена потужність спожитої ЕЕ обладнанням АП із ЗЕМ протягом доби по різних тарифних зонах (S) (кВА); T – тривалість проміжку часу (год.), k_n – коефіцієнт тарифного часу; $B_{\sum 3EMs_n}^{\tau_n}$ – вартість спожитої ЕЕ обладнанням АП із ЗЕМ протягом доби по різних тарифних зонах (S) (у.о.).

Далі обчислюємо сумарну вартість можливої згенерованої ЕЕ ДРГ у умовах АП ($B_{\sum ВДЕ}$) (у.о.).

Якщо виконується рівність (так):

$$B_{\sum ВДЕ} = B_{\sum \text{спож.}} + B_{\sum \text{ас}} + B_{\sum \text{втр.}} - B_{\sum 3EM} - B_{\sum AV} \quad (8)$$

де $B_{\sum \text{спож.}}$ – вартість ЕЕ спожита електрообладнанням (у.о.); $B_{\sum \text{ас}}$ – вартість ЕЕ спожита активними споживачами (у.о.); $B_{\sum \text{втр.}}$ – вартість втрат ЕЕ (у.о.); $B_{\sum 3EM}$ – вартість ЕЕ спожита із загальної мережі (у.о.); $B_{\sum AV}$ – вартість ЕЕ згенерована автономними генеруючими установками (у.о.), то переходимо до наступного стану, якщо не виконується (ні), то переходять до попереднього етапу (обчислення ЕП із ЗЕМ).

Потім необхідно з'ясувати можливості короткочасного мінімального забезпечення ЕС ЕО АП якщо ЕП із ЗЕМ недостатнє ($W_{3EM} \rightarrow 0$), тобто $W_{\sum ВДЕ} = \sum \min_{\text{спож. обл.}}$ (кВА), та резервно-необхідного рівня електрозабезпечення ЕС АП в критичних умовах, коли ЕП із ЗЕМ $W_{3EM} = 0$, тобто $W_{\text{рез. необх.}} \leq W_{\sum ВДЕ}$ (кВА). Якщо обидві умови виконуються (так), тоді переходять до розрахунку параметрів РГ та



аналізують можливості їх використання в умовах АП, а якщо вище перелічені умови не виконуються (ні), тоді переходять до попередніх етапів обчислення можливого забезпечення необхідних рівнів енергопостачання РГ при недостатньому ЕП із ЗЕМ та в критичних умовах ЕП із ЗЕМ.

Детально аналізують параметри різних типів ВДЕ, їх режимів генерації ЕЕ, вартість обладнання експлуатації, можливої вартості розміщення, вибраних типів РГ, в умовах АП, а також можливі терміни окупності, в умовах АП, тобто обчислюють термін окупності оптимальний ($T_{окуп.}^{opt}$) (у.о.) і термін окупності розрахунковий ($T_{окуп.}^{розр.}$) (у.о.). Якщо виконується нерівність (так) $T_{окуп.}^{opt} > T_{окуп.}^{розр.}$, тоді переходять до аналізу рівня впливу вибраних типів РГ для впровадження в умовах АП, на екологію оточуючого середовища і виробничий процес.

Одержавши необхідні дозвільні документи та впровадження вибраних типів ВДЕ в умовах АП переходять до підготовки технічної та проектно-кошторисної документації для розміщення у вибраних місцях об'єктів РГ та їх використання.

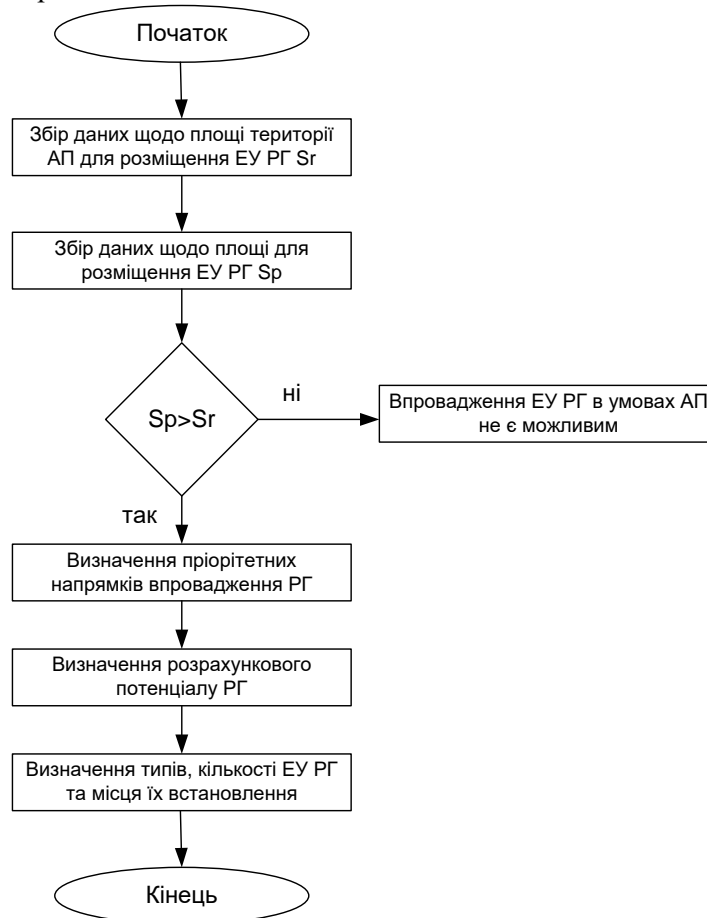


Рис. 1. Алгоритм методу визначення потенціалу розосереджених джерел енергії в умовах авіаційних підприємств

4. Висновок

1. Запропоновано вирішення питання підвищення безпеки польотів авіаційного транспорту та забезпечення основних вимог авіаційної безпеки наземних аеродромних служб, шляхом підвищення надійності електропостачання відповідних енергооб'єктів впровадженням джерел розосередженої генерації.

2. Запропонований метод визначення потенціалу розосередженої генерації в умовах авіаційних підприємств дозволить ефективно впроваджувати енергетичні установки розосередженої генерації в структури електропостачання цих підприємств.

Список використаних джерел

1. Бабак В. П., Харченко В. П., Максимов В. О. Безпека авіації. К. 2004. 584 с.
2. Кутовий О. П. Тенденції розвитку безпілотних літальних апаратів. *Наука і озброєння*. 2014. № 4. С. 39–47.



3. Луцький М. Г., Харченко В. П., Бугайко Д. О. Розвиток міжнародного регулювання та нормативної бази використання безпілотних літальних апаратів. *Вісник НАУ*. 2015. № 4. С. 5–14.
4. Кодекс цивільного захисту України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/5403-17#Text> (дата звернення: 27.11.2021).
5. Повітряний кодекс України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/3393-17#Text> (дата звернення: 27.11.2021).
6. Сінчук О. М., Сінчук І. О., Бойко С. М., Караманиць Ф. І., Ялова О. М., Пархоменко Р. О. *Відновлювані джерела електричної енергії в структурах систем електропостачання залізорудних підприємств*. (Аналіз, перспективи, проекти): монографія. Кривий Ріг: Видавництво ПП Щербатих О.В. 2017. 152 с.
7. Бойко С. М., Сінчук О. М., Сінчук І. О., Мінаков І. А. Алгоритм вибору нетрадиційних та відновлювальних джерел електричної енергії до локальної системи електропостачання підприємств гірничо-видобувного комплексу. *Electronics and Communications*. 2016. Vol. 21, № 5 (94). С. 6–13
8. Кармазін О. О. Проблеми вписування ВЕС в загальний баланс ОЕС України. *Відновлювана енергетика*. 2014. № 3. С. 70–76.
9. Федоров А. А., Садчиков С. О. Характеристики и алгоритмы формирования и отбора вариантов систем промышленного электроснабжения. *Электричество*. 1982. №2. С.1–5.
10. Кудря С. О., Морозов Ю. П., Кузнецов М. П. Дослідження ефективності комбінованого використання енергії вітру, сонця і теплоти землі для отримання водню при електролізі води. *Водень в альтернативній енергетиці та новітніх технологіях*: тези доп. наукової звітної сесії. НАН України: Київ. 2013. С. 30.
11. Білолід В. Д., Таранець К. В. Мала енергетика та її значення в регіональних системах майбутнього. *Проблеми загальної енергетики*. 2008. №18. С. 40–47.
12. Бриль А. О., Васько В. П., Васько П. Ф. Енергетична сумісність вітроелектростанцій в складі централізованої електроенергетичної системи. *Нетрадиционная энергетика в XXI веке: III междунар. конф.*: тези доп. АР Крим. К.: ИТТФ НАНУ. 2002. С.113–115.
13. Головка В. М., Денисюк П. Л., Кириленко В. М. Аналіз принципів побудови локальних систем енергозабезпечення на базі відновлювальних джерел енергії. *Відновлювана енергетика XXI століття: IX міжнар. конф., 15–19 вересня 2008 р.*: тези доп. АР Крим. 2008. С. 124–125.

References

- [1] Babak, V.P., Kharchenko, V.P., Maximov, V.O. (2004). *Aviation Safety*. K. [in Ukrainian].
- [2] Angular, O.P. (2014). Trends in the development of unmanned aerial vehicles. *Science and armaments*, 4, 39–47. [in Ukrainian].
- [3] Lutsky, M.G., Kharchenko, V.P., Bugayko, D.O. (2015). Development of international regulation and regulatory framework for the use of unmanned aerial vehicles. *Bulletin of NAU*, 4, 5–14. [in Ukrainian].
- [4] Code of Civil Protection of Ukraine. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/5403-17#Text> (access date: 27.11.2021). [in Ukrainian].
- [5] Air Code of Ukraine. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/3393-17#Text> (access date: 27.11.2021). [in Ukrainian].
- [6] Sinchuk, O.M., Sinchuk, I.O., Boyko, S.M., Karamanits, F.I., Yalova, O.M., Parkhomenko, R.O. (2017). *Renewable energy sources in the structures of power supply systems of iron ore enterprises. (Analysis, prospects, projects): monograph*. Kryvyi Rih: Publishing House PE Shcherbatiykh O.V. [in Ukrainian].
- [7] Boyko, S.M., Sinchuk, O.M., Sinchuk, I.O., Minakov, I.A. (2016). Algorithm for selection of non-traditional and renewable sources of electricity to the local power supply system of mining enterprises. *Electronics and Communications*, 21, 5 (94). 6–13. [in Ukrainian].
- [8] Karmazin, O.O. (2014). Problems of entering wind farms into the general balance of UES of Ukraine. *Renewable energy*, 3, 70–76. [in Ukrainian].
- [9] Fedorov, A.A., Sadchikov, S.O. (1982). Characteristics and algorithms of formation and selection of variants of industrial power supply systems. *Electricity*, 2, 1–5. [in Ukrainian].
- [10] Kudrya, S.O., Morozov, Y.P., Kuznetsov, M.P. (2013). Research of efficiency of combined use of energy of wind, the sun and heat of the earth for reception of hydrogen at electrolysis of water. *Hydrogen in alternative energy and new technologies*: thesis add. scientific reporting session of the National Academy of Sciences of Ukraine. Kyiv. [in Ukrainian].
- [11] Bilolid, V.D., Taranets, K.V. (2008). Small energy and its importance in the regional systems of the future. *Problems of general energy*, 18, 40–47. [in Ukrainian].
- [12] Bryl, A.O., Vasko, V.P., Vasko, P.F. (2002). Energy compatibility of wind farms as part of a centralized



- power system. *Unconventional energy in the XXI century: III international. conf.* AR Crimea, 2002. K.: ITTF NASU. 113–115. [in Ukrainian].
- [13] Golovko, V.M., Denisyuk, P.L., Kirilenko, V.M. (2008). Analysis of the principles of construction of local energy supply systems based on renewable energy sources. *Renewable energy of the XXI century: IX International. Conf.*, September 15–19. AR Crimea. 124–125. [in Ukrainian].

PECULIARITIES OF DETERMINATION OF RECONSTRUCTION POTENTIAL OF ENERGY SOURCE IN THE CONDITIONS OF AVIATION ENTERPRISES

In the context of the world economy, air transport today, among other characteristics, is characterized by high technological complexity of vehicles, increasing the safety of air transport, strengthening measures to protect aviation from acts of unlawful interference and development of modern multimodal transport technologies and infrastructure for various modes of transport. Due to the global trend, unmanned aerial vehicles have become widespread in various areas and sectors of the world economy. Meanwhile, the issue of energy security as a component of aviation security at airfields and specialized enterprises in their operation, storage and maintenance remains unresolved.

The problem of this work is the synthesis of the method of determining the potential of dispersed energy sources in aviation enterprises. Combining the parallel operation of dispersed generation and network will give a synergistic effect - the emergence of new properties that were not in the components, which is manifested, in particular, in increasing factors influencing energy performance, irregularity of the total load schedule of integrated systems, reducing its unevenness in daily, weekly and seasonal sections, reducing the dependence of the frequency of electric current on power balance fluctuations. In previous studies, the authors justify the positive effect of the introduction of sources of dispersed generation in industrial enterprises, namely modularity, reliability, local governance, reducing the negative impact on the environment and short start-up period.

Given the complexity of the technological process and the specifics of the operation of electrical equipment of aviation enterprises, an urgent scientific and practical task is to develop a method for determining the potential of dispersed energy sources in these enterprises.

To determine the potential of sources of dispersed generation in aviation enterprises, it is necessary to have as complete and clear data on electricity supply and power consumption of electrical equipment of these enterprises during the day, as well as data on electricity consumption in the power grid, operation and load consumption.

At aviation enterprises, the introduction of dispersed generation based on renewable energy sources into the general structure of power supply systems is relevant and possible. The proposed method of determining the potential of dispersed energy sources in the conditions of aviation enterprises will allow to effectively implement dispersed generation in the power supply structure of aviation enterprises.

Key words: *dispersed generation, power supply of enterprises, potential of dispersed energy sources, aviation enterprises.*

F. 8. Fig. 1. Ref. 13.

ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРІВ

Бойко Сергій Миколайович – кандидат технічних наук. Національний університет «Запорізька політехніка» (вул. Жуковського, 64, Запоріжжя, Україна, 69063 e-mail: boiko_s_n@ukr.net).

Жуков Олексій Анатолійович – кандидат технічних наук. Вінницький національний технічний університет (Хмельницьке шосе, 95, м. Вінниця, Україна, 21008, e-mail: alex4444_2004@ukr.net).

Мельник Ольга Євгенівна – кандидат технічних наук., доцент. Криворізький національний університет (вул. Віталія Матусевича, 11, м. Кривий Ріг, 50027, Україна, e-mail: bsn1987@i.ua).

Риков Геннадій Юрійович – старший викладач. Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського (Першотравнева вулиця, 20, Кременчук, Україна, 39600, e-mail: abonentqwerty141@gmail.com).

Бабій Сергій Миколайович – кандидат технічних наук. Вінницький національний технічний університет (Хмельницьке шосе, 95, м. Вінниця, Україна, 21008, e-mail: babiy82sm@gmail.com).

Serhii Boiko – Candidate of Technical Sciences. Zaporizhzhya Polytechnic National University (street Zhukovsky, 64, Zaporozhye, Ukraine, 69063 e-mail: boiko_s_n@ukr.net).

Oleksii Zhukov – Candidate of Technical Sciences. Vinnytsia National Technical University (Khmelnitsky hwy, 95, Vinnytsia, Ukraine, 21008 e-mail: alex4444_2004@ukr.net).

Olga Melnyk – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor. Kryvyi Rih National University (street Vitaliy Matusevych, 11, Kryvyi Rih, 50027, Ukraine e-mail: bsn1987@i.ua).

Rykov Gennady – Senior Lecturer. Kremenchug National University named after Mykhailo Ostrogradsky (Pershotravneva Street, 20, Kremenchuk, Poltava Region, Ukraine, 39600 e-mail: abonentqwerty141@gmail.com).

Sergiy Babiy – Candidate of Technical Sciences. Vinnytsia National Technical University (Khmelnitsky hwy, 95, Vinnytsia, Ukraine, 21008 e-mail: babiy82sm@gmail.com).