

**Н. В. ЧЕПУРНА**, канд. техн. наук, доц.

**В. П. ГЛАМАЗДІН**, експерт з інтеграції з ENTSO-E НЕК «Укренерго»

**В. М. ТОНКОГОЛОСЮК**, заступник гендиректора

**А. О. МЕЛЬНИК**, аспірантка

## РОЗВИТОК ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИЧНОГО СЕКТОРУ УКРАЇНИ В СЕРЕДНЬОСТРОКОВІЙ ПЕРСПЕКТИВІ

**Резюме.** У дослідженні запропоновано й обґрунтовано концептуальні напрями розвитку електроенергетичного сектору України на середньострокову перспективу.

Визначено та проаналізовано стратегічні помилки, що були допущені під час формування електроенергетичного сектору України за часів Радянського Союзу. Здійснено аналіз зміни структури споживання електричної енергії як за категоріями споживачів, так і географічно. Запропоновано концептуальний підхід до розвитку об'єднаної енергетичної системи України шляхом децентралізації джерел генерації. Розроблено стохастичну математичну модель, за допомогою якої були розраховані необхідні прогностичні обсяги введення нових генеруючих потужностей для забезпечення внутрішнього споживання, на період до 2028 року. Здійснено аналіз щодо вибору технологічних рішень подальшого розвитку електроенергетичного сектору.

**Ключові слова:** електроенергетичний сектор, виробництво електроенергії, споживання електроенергії, традиційні та відновлювані джерела енергії, децентралізація.

### ВСТУП

Об'єднану енергетичну систему України (ОЕС) було спроектовано та створено за радянських часів. Перевагу в ті часи надавали електростанціям із великою встановленою потужністю.

Потужні вугільні теплові електростанції (ТЕС) будували в місцях великого промислового споживання (переважно на сході та південному сході країни) та центрах видобутку палива — вугілля. ТЕС з енергоблоками 150 МВт збудовано та введено в експлуатацію в 1959–1964 рр., 200 МВт – у 1960–1975 рр., 300 МВт – у 1963–1988 рр. і 800 МВт – у 1967–1977 роках.

Атомні електростанції (АЕС) будували в тих самих центрах промислового споживання (наприклад, Запорізька АЕС) для забезпечення постійно зростаючого попиту на електроенергію, а частково — ближче до західного кордону (Хмельницька, Рівненська АЕС, проєкт Одеської АЕС тощо) без прив'язки до центрів споживання, але з наміром щодо можливості майбутнього експорту в Європу. Більшість енергоблоків на атомних електростанціях введено в експлуатацію у 1980-х роках.

Відповідно йшов і розвиток системи передачі електроенергії — вона мала забезпечувати передачу електроенергії від центрів генерації до інших (переважно непромислових) споживачів та на експорт.

Такий підхід до розвитку генеруючих потужностей закладав серйозну проблему — замалу кількість маневреної генерації, без якої неможливо адекватно реагувати на зміну споживання впродовж доби.

Уже за пізніх радянських часів таке розміщення генеруючих потужностей не відповідало наявним структурі та характеру споживання, оскільки вже сформувалися та активно розвивалися нові центри споживання, що не прив'язані до промислового виробництва або експорту електроенергії — великі міста та міські агломерації.

Також, починаючи з 90-х років, в Україні розпочався процес зменшення та реструктуризації промислового виробництва, який призвів до значного зниження споживання електроенергії промисловими підприємствами як унаслідок скорочення загальних обсягів виробництва, так і внаслідок зниження частки енергоємних виробництв. Водночас продовжувався розвиток міських агломерацій як центрів споживання електроенергії, а отже, постійно зростала нерівномірність споживання протягом доби.

У результаті, у деяких частинах енергосистеми почав відчуватися дефіцит електроенергії, а також значно погіршилася якість регулювання системи, з огляду на те, що кількість маневрених потужностей перестала відповідати рівню нерівномірності споживання.

Нарешті, важливо зазначити, що з розпадом Радянського Союзу всі плани та проекти великомасштабного експорту електроенергії були зупинені, а українська ОЕС була розсинхронізована з європейською.

Повномасштабне вторгнення рашистів значною мірою вплинуло на електроенергетику України.

Значна кількість вугільних ТЕС зазнала суттєвих пошкоджень і руйнувань. Повністю знищено шість енергоблоків, 16 енергоблоків зазнали суттєвих пошкоджень і потребують значних ресурсів, а також часу для відновлення. Доступна потужність ТЕС внаслідок військових дій зменшилася в 2,5 раза.

Частина генеруючих потужностей, зокрема дуже великих за встановленою потужністю (Запорізька АЕС та три ТЕС) залишилися на тимчасово окупованій території і не підключені до ОЕС України. Їх фактичний технічний стан невідомий.

Постраждала також певна кількість гідроелектростанцій та міські ТЕЦ, які виконують роль маневрених і пікових потужностей.

Система передачі електроенергії також зазнала значних пошкоджень і руйнувань. Можливості передачі енергії між різними частинами системи відчутно зменшені, надійність і продуктивність системи знизилася.

Завдяки проведенню синхронізації української енергосистеми з загальноєвропейською системою Україна отримала можливість експорту-імпорту електроенергії з Європи.

Також у результаті російської агресії остаточно змінилися структура та характер споживання електроенергії в Україні.

Значну частину великих енергоемних промислових підприємств, зокрема металургійних, було знищено. Планів на відновлення промислового виробництва в тому вигляді і масштабах, які були до повномасштабного вторгнення, наразі немає. Нові підприємства будуть створюватися на базі більш сучасних енергоефективних технологій, потребуватимуть меншого обсягу електроенергії та, цілком імовірно, будуть будуватися разом із власними генеруючими потужностями.

Великі агломерації остаточно стали домінантними центрами споживання електроенергії. Причому більшість із них не мають повного прямого забезпечення споживання власними чи регіональними джерелами генерації.

Значна зосередженість (централізація) джерел генерації (навіть регіонального рівня чи у великих містах) надає можливість щодо заподіяння максимальної шкоди шляхом незначної кількості сфокусованих ударів з метою пошкодження/знищення цих джерел генерації

чи системи передачі електроенергії. Виведення з ладу чи аварійна ситуація навіть одного такого об'єкта значно погіршує стан енергопостачання значної кількості споживачів.

Причому недостатність маневрених потужностей фактично обмежує використання навіть наявних відновлювальних джерел енергії.

Відтак, для створення передумов відновлення та подальшого розвитку енергетичної системи необхідно не намагатися повернути її до конфігурації, яку вона мала до повномасштабного вторгнення, а вже на етапі повоєнного відновлення використовувати новий підхід, який буде враховувати зміни в обсягах, географічній структурі та характері споживання, а також вирішуватиме головні наявні та очікувані проблеми.

**Метою** дослідження є концептуальне та розрахункове визначення напрямів розвитку електроенергетичного сектору України на середньострокову перспективу.

### АНАЛІЗ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

Технічним, технологічним та економічним аспектам функціонування та розвитку електроенергетичного комплексу України (з урахуванням його найважливішої ролі в існуванні постіндустріального суспільства) приділяється значна увага. Розв'язанню цих питань присвячені чисельні праці таких видатних українських науковців, як: О. С. Ємельянов, А. С. Завербай, Д. В. Зеркалов, Г. М. Калетник, Н. В. Караєва, М. П. Ковалка, М. Н. Кулік, І. Г. Манцуров, В. І. Мельник, В. Т. Меркушов, Б. З. Піріашвілі, Р. З. Подолець, А. В. Праховник, І. К. Чукаєва, А. К. Шидловський та ін. [1].

Останніми роками питанням розвитку електроенергетичного комплексу також приділяється значна увага. Наприклад, у праці [2] проведено моделювання розвитку електроенергетичного сектору України. Головне припущення дослідження — це забезпечення умов для виведення з експлуатації всіх генеруючих потужностей, що працюють на вугіллі, до 2030 року. Причому встановлена потужність відновлюваних джерел має сягнути 35 ГВт (гідро-, біо-, вітрові та сонячні електростанції), що, на нашу думку, є досить оптимістичним припущенням. Для балансування системи логічно запропоновано збільшення використання теплової генерації, що використовує в ролі палива природний газ. Інші види встановлених генеруючих потужностей, згідно з розрахунками авторів, залишатимуться без істотних змін.

Припущення, результати розрахунків та висновки цього дослідження після початку широкомасштабної військової агресії росії

потребують уточнення, хоча його актуальність не викликає сумніву.

У рамках дослідження [3] сформульовано головні проблеми енергетичного сектору України. Авторами справедливо визначено, що післявоєнне відновлення надає можливість значно модернізувати енергетичну систему з метою підвищення її ефективності, екологічності та енергетичної незалежності. Запропоноване авторами створення автономних енергетичних регіонів є цілком сучасним і правильним. Проте в статті присутні виключно концептуальні напрями розв’язання проблем, накопичених в електроенергетичному секторі, що потребує подальших досліджень і розрахунків.

У дослідженні [1] авторами проаналізовано пошкодження генеруючих потужностей та інфраструктури — високовольтних підстанцій унаслідок бойових дій. Запропоновано ключові напрями розвитку електроенергетичного сектору України з урахуванням взятих зобов’язань щодо поступової відмови від вугільної генерації. Визначено, що мінімум до 2035 р. має відбуватися підтримка роботи вугільної генерації. Загалом ОЕС України (з урахуванням потужностей, які на сьогодні знаходяться на окупованих територіях) має достатні обсяги генеруючих потужностей, але водночас характеризується дефіцитом маневрених потужностей. Таким чином, вугільна маневрена генерація має замінюватися новими маневреними потужностями, потреба в яких буде зростати на фоні розвитку вітрової та сонячної генерації.

Наведені вище дослідження показують, що існує нагальна потреба в конкретизації напрямів і розрахунку конкретних пропозицій щодо обсягів місця розташування та визначення термінів введення в експлуатацію генеруючих потужностей електроенергетики, що обумовлює актуальність дослідження.

### ВИКЛАД ОСНОВНОГО МАТЕРІАЛУ

Аналіз проблем, накопичених в ОЕС України, показує, що основні пропозиції щодо відновлення та подальшого розвитку енергосистеми

мають базуватися на визначенні необхідної потужності окремих типів електростанцій із метою забезпечення їх достатності для задоволення попиту в електроенергії як географічно, так і з урахуванням змін споживання головних груп споживачів.

Згідно з енергетичним балансом України, частка непромислового та побутового споживання відносно інших споживачів збільшується вже багато років. Це відбувається як за рахунок безпосереднього збільшення обсягів споживання, так і внаслідок значного зменшення споживання електричної енергії промисловістю (табл. 1).

Це призводить до значного збільшення добової нерівномірності споживання. Починаючи з 2022 р., через ще більше падіння обсягів промислового виробництва внаслідок зупинки ряду енергоємних підприємств на тимчасово окупованих територіях і поблизу зони бойових дій, частка непромислового та побутового споживання буде продовжувати зростати. Найбільше падіння споживання за підсумками 2022 р. спостерігалося за областями, де було зосереджено промислове виробництво (Донецька, Запорізька, Харківська обл.). Усі наявні прогнози щодо споживання показують, що така тенденція не лише збережеться, а й підсилиться впродовж наступних років.

Очевидною є необхідність розосередження генерації з урахуванням нового географічного розподілу споживання: головні центри споживання знаходяться у великих містах та агломераціях, їхня кількість збільшилася і вони розосереджені по території країни. Також споживання регіонів, де сконцентровані наявні потужності генерації, суттєво зменшилося. Причому головним пріоритетом є забезпечення безперебійного та надійного живлення об’єктів критичної інфраструктури великих міст — централізованого теплопостачання, водопостачання та водовідведення.

У перспективі структура генеруючих потужностей має враховувати необхідність дотримання зеленого курсу, а також підтримувати

Таблиця 1

Споживання електроенергії за окремими секторами, ГВт-год

Сектор	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020
Промисловість	145373	71208	60300	65709	65911	49963	45888
Транспорт	14475	10777	9236	9483	8972	6807	5713
Непромислові та побутові споживачі	45684	61510	43955	47912	59142	62219	61910

Джерело: розроблено авторами за даними Держстату України.

збільшення частки безвуглецевої генерації (будівництва нових потужностей ВДЕ, розвиток атомної генерації тощо).

Важливо зазначити, що потужності атомної генерації забезпечують близько половини загальної потреби в електроенергії та є найбільш чистими й економічно ефективними. Вони і надалі мають залишатися базовою генерацією в енергосистемі, їхнє скорочення не передбачається. Цілком можливим є збільшення частки атомної генерації в системі в середньо- та довгостроковій перспективі.

Окрім цього, згідно зі «Звітом з оцінки відповідності (достатності) генеруючих потужностей для покриття прогнозованого попиту на електричну енергію та забезпечення необхідного резерву» [4], який розробляє оператор системи передачі НЕК «Укренерго» (доступ до документу, відповідно до [5] тимчасово обмежено), є необхідність запровадження до системи значних додаткових обсягів маневреної та напівманевреної генерації з урахуванням таких факторів:

– на першому етапі (горизонт — два роки) вибір технологій має здійснюватися з урахуванням можливості якнайшвидшого забезпечення встановлення нових генеруючих потужностей для забезпечення безперебійного та надійного живлення критичної інфраструктури великих міст і міських агломерацій. Таким чином, запропоноване до застосування обладнання має бути наявне на складах виробників або ж мати короткий термін виготовлення та поставки;

- запропоновані рішення мають бути максимально маневреними і незалежними від сезонності, погодних умов тощо;
- якщо рішення, що запропоновані на першому етапі, використовуватимуть викопне паливо, то вони мають базуватися на використанні палива, яке є найбільш доступним (насамперед фізично) та має найменш вразливу логістику постачання. Бажано утримуватися від використання палива, яке може погіршувати наявну ситуацію з викидами парникових газів та інших забруднювальних речовин;
- запропоновані рішення мають бути економічно доцільними в умовах наявних ринків енергії та палива, тобто не мають потребувати жодної спеціальної фінансової чи регуляторної підтримки з боку центральної чи місцевої влади;
- запропоновані рішення на наступних етапах (горизонт три-п'ять років і довгостроковий) мають враховувати географічні особливості регіонів;
- варто розглядати можливість додавання до системи достатньої кількості накопичува-

чів енергії. Вони не є джерелами генерації, тому мають розглядатися окремо.

Однак, розв'язання проблем енергосистеми неможливе лише за рахунок зміни структури генераційних потужностей.

Важливим компонентом розвитку в середньо- та довгостроковій перспективі має стати розповсюдження розподіленої генерації на локальному рівні, що є можливим за рахунок запровадження концепцій розподілених мереж, які побудовані навколо локального джерела генерації малої/середньої потужності та інтегровані в ОЕС у ролі додаткового рівня мережі. Побудова таких мереж можлива в разі запровадження концепції енергетичних кооперативів, що стане також потужним драйвером розвитку просьюмерів і систем накопичення та зберігання електроенергії.

В ідеальному сценарії бажаним результатом було би отримання географічного розподілу генераційних потужностей у максимальній відповідності до споживання з максимальною інтеграцією на рівні регіональних і навіть місцевих мереж, а також із додаванням певного резерву (розосередженого, або зосередженого) з метою підвищення надійності та здійснення експорту електроенергії. Однак, у реалістичному сценарії децентралізація (розосередження) генераційних потужностей можлива лише до певного рівня. Це пов'язано з багатьма факторами, найбільш важливими з яких є структура та стан наявних генераційних потужностей, а також прогнози щодо споживання.

Наразі немає можливості визначення цільового рівня децентралізації в довгостроковій перспективі (більше п'яти років), з огляду на відсутність можливості надійного прогнозування попиту в перспективі понад п'ять років, а також значну невизначеність щодо довгострокових тенденцій розвитку тих чи інших технологій генерації та накопичення енергії (як із точки зору техніко-економічних характеристик, так і доступності).

Таким чином, на сьогодні необхідно зосередитися на пропозиціях щодо негайного відновлення, а також коротко- і середньострокового розвитку (до п'яти років).

Згідно з даними НЕК «Укренерго», попри значне падіння споживання електроенергії в 2022–2023 рр. у порівнянні з 2021 р. (до повномасштабного вторгнення), прогнозне споживання в найближчі п'ять років буде постійно зростати і досягне рівня в 133 млрд кВт·год у 2028 році. Узагальнений прогноз споживання електроенергії наведено в **таблиці 2**.

Також НЕК «Укренерго» [4] прогнозує суттєве зростання різниці денного максимуму

Таблиця 2

## Прогноз споживання електроенергії

Рік	Споживання, млрд кВт-год
2021, фактичне	153.1
2022, фактичне	110.0
2023, за оперативними даними	105.5
2024, очікуване	110.1
2025	115.0
2026	119.7
2027	124.3
2028	133.0

Джерело: НЕК «Укренерго» [4].

та мінімуму споживання в зазначений період (від близько 10 ГВт-год у 2023 р. до майже 14 ГВт-год у 2028 р.), а отже, суттєве зростання потреби в маневрених потужностях.

Авторами (з використанням [6]) було розроблено стохастичну математичну модель, яка дала змогу автоматизувати процес аналізу та прогнозування виробництва електроенергії для задоволення потреб внутрішнього споживання з урахуванням різних сценаріїв введення в експлуатацію нових і виведення застарілих потужностей ОЕС до 2028 року.

Такий підхід дав змогу в умовах невизначеності окремих факторів впливу обґрунтувати доцільні обсяги та структуру генерації для забезпечення стабільності електропостачання та відсутності протягом року виявлених відключень.

Було розглянуто декілька сценаріїв стосовно повернення в систему потужностей Запорізької АЕС і тих ВДЕ, що зараз знаходяться на тимчасово окупованих територіях або пошкоджені. Було взято до уваги плани НЕК «Укренерго» щодо відновлення та розвитку системи передачі електроенергії, включно з планами розвитку міждержавного інтерфейсу, а також плани деяких нових гравців (наприклад, плани АТ «Українська залізниця» щодо побудови системи зберігання енергії). Причому базовим припущенням була необхідність забезпечення можливості покриття попиту за рахунок власної генерації та наявного (без збільшення) технічного потенціалу імпорту з Європи.

Здійснений аналіз засвідчив необхідність побудови та введення в експлуатацію щонайменше 3.3 ГВт додаткових встановлених маневрених потужностей до кінця 2028 р. у базовому сценарії.

Окрім того, запропонований базовий сценарій передбачає повернення в систему частини генераційних потужностей ЗАЕС, починаючи з 2027 р., а також поступове повернення в систему та введення в експлуатацію нових генераційних потужностей відновлюваних джерел енергії (згідно з прогнозами НЕК «Укренерго»). Сценарій передбачає також поступове підвищення ефективності використання наявних джерел генерації (збільшення коефіцієнта використання встановлених потужностей).

За такого сценарію, повне покриття потреб споживання електроенергії виключно за рахунок власних встановлених потужностей буде неможливим до 2027 р. включно, однак попит буде повністю покриватися за рахунок наявних технічних можливостей імпорту без необхідності їх розширення. З 2028 р. за таким сценарієм буде можливе повне покриття потреб виключно за рахунок власних джерел генерації електроенергії. Огляд прогнозу доступної потужності за базовим сценарієм наведено в **таблиці 3**.

З огляду на структуру та стан наявних генеруючих потужностей, стан системи передачі енергії та прогнози щодо розвитку подій, зокрема щодо подальших атак на енергетичну інфраструктуру, можна дійти висновку, що необхідні додаткові генеруючі потужності можуть та мають бути розосередженими, тобто децентралізованими. Першочерговим фокусом має стати додавання генераційних потужностей із прив'язкою до великих міст та агломерацій з метою забезпечення насамперед безперебійного та надійного живлення муніципальної критичної інфраструктури.

Необхідність першочергового створення та впровадження технічних рішень для резервного живлення саме муніципальної критичної інфраструктури обумовлена тим, що в Україні частка населення, що проживає в містах, згідно з даними Державної служби статистики, до повномасштабного вторгнення становила близько 70 % і мала тенденцію до зростання.

Населення міст потребує послуг із централізованого тепlopостачання, водопостачання та водовідведення, зосереджених на відносно невеликій території та зазвичай не має альтернатив цим послугам, які доступні для мешканців сільської місцевості (криниці та септики, печі, системи індивідуального опалення тощо). Знеструмлення об'єктів критичної інфраструктури в містах призводить до тривалої відсутності доступу до базових послуг, радикального зниження якості життя населення та може призвести до масштабних технологічних, екологічних і гуманітарних катастроф.

Прогнозна доступна потужність генерації, ГВт

Тип джерела генерації	2023	2024	2025	2026	2027	2028
Атомні електростанції	7.80	7.80	7.80	7.80	8.80	10.80
Теплові електростанції	6.20	6.20	6.20	6.20	6.20	6.20
Теплоелектроцентралі	3.40	3.40	3.40	3.40	3.40	3.40
Гідроелектростанції	4.53	4.53	4.54	4.57	4.91	4.93
Гідроакмулятивні електростанції	1.96	1.96	1.96	1.96	1.96	1.96
Відновлювані джерела енергії	...	7.66	9.16	10.13	10.72	11.33
Додаткові джерела генерації	...	0.30	0.70	1.40	2.20	3.30
<b>Загальна доступна потужність</b>	<b>23.89</b>	<b>31.85</b>	<b>33.76</b>	<b>35.46</b>	<b>38.19</b>	<b>41.92</b>

Джерело: розроблено авторами з використанням даних НЕК «Укренерго» [4].

Тому в умовах значного ризику ракетних обстрілів енергетичної інфраструктури головним завданням є забезпечення електропостачання муніципальної критичної інфраструктури в разі системних збоїв, що спричинені як прямими атаками, так і пов'язаними з ними аваріями в магістральних та/або розподільних електромережах.

Для цього у великих містах має бути встановлено достатній обсяг додаткових генеруючих потужностей із можливістю аварійного живлення об'єктів критичної інфраструктури.

Потужності, що необхідні для живлення відповідної критичної інфраструктури таких міст, є достатньо великими (від 20 до 165 МВт встановленої потужності залежно від міста і технологічного рішення). Додавання в систему таких потужностей у прив'язці до відповідних міст та агломерацій дасть змогу суттєво покращити ситуацію в трьох напрямках:

- підвищення загального рівня забезпеченості генерації в системі та зменшення обсягів транспортування електричної енергії та, відповідно, її втрат;
- суттєве підвищення рівня забезпеченості системи маневреною генерацією;
- суттєве підвищення регіонального/місцевого рівня забезпеченості генерацією.

З урахуванням наявного стану генеруючого обладнання стан системи передачі та продовження російської агресії, вибір технічних і технологічних рішень для забезпечення електропостачання об'єктів критичної муніципальної інфраструктури, незалежно від наявності чи відсутності живлення від електромереж, має здійснюватися з урахуванням таких параметрів:

- якнайшвидша доступність, тобто наявність на складах виробників або якнайшвидший

термін виготовлення та доставки (включно з можливістю забезпечити цільовий рівень запровадження до 2028 р.);

- простота і швидкість встановлення та запуску в експлуатацію;
- повна незалежність від погодних умов (відтак, мова йтиме про джерела генерації на викопному паливі);
- максимальна маневреність і мінімальний час запуску;
- робота на екологічному, постійно доступному в місці встановлення паливі або енергії;
- можливість постійної роботи в режимі забезпечення маневреної потужності в системі;
- відсутність необхідності в будь-яких механізмах фінансової підтримки з боку державного/місцевого бюджету та будь-яких спеціальних економічних умов роботи (можливість беззбиткової роботи в наявних в Україні ринкових умовах).

Важливими додатковими параметрами є можливість постійного використання встановленого обладнання впродовж значного періоду (не менше 20 років) і наявність можливостей підвищення економічного ефекту від використання (наприклад, можливість генерації не лише електричної, а й теплової енергії тощо).

Нарешті, важливим параметром є ефект від запровадження запропонованих рішень щодо викидів парникових газів та інших забруднювальних речовин (вплив на «зелений перехід»).

За наведеними вище критеріями були оцінені різні варіанти технічних і технологічних рішень. Варіанти оцінювалися за дев'ятьма ключовими параметрами. Сумарна оцінка варіанту розраховувалася таким чином: за кожен оцінку «так» варіант отримував 2 бали, за кожен оцінку

«частково» та/або «умовно» — 1 бал, за кожен оцінку «ні» — 0 балів. Результати оцінки наведено в таблиці 4.

Аналіз результатів оцінки показує, що найбільш доцільним для використання для забезпечення першочергових заходів є впровадження електрогенераційних установок (ЕГУ), які працюють на природному газі.

З огляду на потенційні встановлені потужності та принципи подальшого використання, облаштування газотурбінних та/або газопоршневих ЕГУ в цільових містах і поряд із ними вважається найбільш доцільним.

Завдяки високому рівню маневреності, такі ЕГУ не лише будуть забезпечувати безпекове резервне живлення муніципальної критичної

Таблиця 4

Результати оцінки варіантів технічних/технологічних рішень

Тип джерела генерації	Вітрові ЕГУ*	Сонячні ЕГУ	Гідро- та гідро-акумулятивні ЕГУ	ЕГУ на вугіллі	ЕГУ на біомасі	ЕГУ на природному або біогазі**
Якнайшвидша доступність обладнання	Ні	Частково	Ні	Ні	Так	Так
Простота та швидкість встановлення та введення в експлуатацію	Ні	Так	Ні	Ні	Частково	Так
Максимальна маневреність (можливість забезпечення маневру для системи)	Умовно***	Умовно***	Так	Частково	Частково	Так
Незалежність від погодних та інших умов (можливість постійної роботи)	Ні	Ні	Умовно****	Так	Умовно*****	Так
Робота на екологічному, постійно доступному в місці встановлення паливі або енергії	Так	Так	Так	Ні	Так	Так
Відсутність необхідності спеціальної підтримки	Ні	Ні	Так	Так	Так	Так
Можливість постійного використання протягом значного періоду	Так	Так	Так	Ні	Так	Так
Додаткові можливості підвищення економічного ефекту використання	Частково	Частково	Ні	Так	Так	Так
Позитивний вплив на «зелений перехід»	Так	Так	Так	Ні	Так	Частково
<b>Сумарна оцінка</b>	<b>8</b>	<b>11</b>	<b>11</b>	<b>7</b>	<b>15</b>	<b>17</b>

Примітки: \* ЕГУ — електрогенераційна установка.

\*\* Установки на біогазі відповідатимуть наведеним критеріям виключно за наявності джерела біогазу; в умовах України широке запровадження таких установок можливе або на міських каналізаційних очисних спорудах (за умов їх глибокої/повної модернізації), або на базі збирання і подальшого зброджування певних сільськогосподарських культур, а отже, є проблематичним і довготривалим.

\*\*\* Вітрові та сонячні ЕГУ можуть відповідати критеріям маневреності виключно за умови одночасного встановлення систем накопичення та зберігання електроенергії.

\*\*\*\* Гідро- та гідроакумулятивні ЕГУ можуть вважатися умовно-залежними з огляду на можливість настання посушливого року, коли кількість надходжень води у водойми є недостатньою для підтримання безперебійної роботи в проектних режимах.

\*\*\*\*\* ЕГУ на біомасі можуть вважатися умовно-залежними, з огляду на можливі неврожайні роки, упродовж яких може суттєво зменшуватися кількість наявних і доступних агропромислових відходів.

Джерело: розроблено авторами.

інфраструктури, а й під час роботи в штатному режимі збільшуватимуть рівень маневреності енергосистеми, підвищуючи завдяки цьому її стійкість.

Окрім того, вибір саме ЕГУ малої та середньої потужності дозволить вирішити одну з критичних безпекових проблем шляхом розосередження місць встановлення не лише в масштабах країни, але навіть в межах цільового міста/регіону.

Окремо варто зауважити, що нарощування встановленої потужності високоманеврених ЕГУ в системі є головним драйвером для подальшого розвитку всього сектору ВДЕ.

Міжнародний досвід свідчить, що навіть у базовому режимі роботи (тобто в режимі генерування виключно електроенергії, без додаткового відбору теплоти, запровадження парогазового циклу тощо) і за наявних ринкових умов як на ринку електроенергії, так і на ринку палива (природного газу), вказані ЕГУ будуть не лише беззбитковими, а й здатними генерувати помірний прибуток у будь-який період. Відтак, їх експлуатація не буде потребувати жодної підтримки з бюджету будь-якого рівня та жодних спеціальних умов (ПСО, спеціальні тарифи тощо), що робить їх не лише технічно, а й економічно найбільш придатним і захищеним рішенням.

Газові ЕГУ малої та середньої потужності можуть стати осередками створення енергетичних кооперативів.

Запровадження та розвиток енергетичних кооперативів у поєднанні з відповідною оптимізацією нормативної бази дасть змогу перейти до запровадження так званих розподілених мереж. Такі мережі дозволять значно оптимізувати виробництво та споживання електроенергії як на локальному, так і на загальномережевому рівнях. Вони стануть додатковим «шаром» у мережевій архітектурі ОЕС України, який надасть можливість суттєво оптимізувати роботу всієї системи передачі електроенергії без значних змін/нарощування топології основної мережі. Це дозволить зосередити зусилля оператора системи передачі на розвитку транзитних та експортно-імпортних можливостей системи передачі. Нарешті, розподілені мережі стануть додатковим шаром безпеки, адже в разі настання системного блекауту чи високорівневої системної аварії (з будь-яких причин) кожна така мережа зможе перейти в так званий «острівний» (тобто виокремлений) режим роботи без значного погіршення рівня забезпеченості головних споживачів всередині мережі.

Запровадження енергетичних кооперативів на базі розподілених мереж також надасть

суттєвий поштовх у подальшому розширенні частки ВДЕ в енергосистемі за рахунок надання додаткових можливостей і стимулів для розвитку просьюмерів (побутових виробників електроенергії) та розвитку систем накопичення та зберігання електроенергії.

Зазначені додаткові можливості можуть стати доступними вже в середньостроковій перспективі, тобто в період до 2028 р., за умови вчасного запровадження необхідних змін у нормативно-правовому середовищі.

Для забезпечення можливості покриття попиту в перспективі 5 років, у базовому сценарії, окрім вищезгаданих генераційних потужностей, прив'язаних до критичної інфраструктури великих міст і міських агломерацій, у систему потрібно додати ще щонайменше 2,2 ГВт встановлених потужностей. Ці потужності також мають бути маневреними, або напівманевреними, та мають встановлюватися в прив'язці до центрів споживання.

Також обов'язковою є наявність технічної та економічної (фінансової) можливості впровадження таких проєктів у період до 2028 року. Тобто запропоновані технічні та технологічні рішення мають бути реалістичними з точки зору наявності/можливості постачання необхідного обладнання та термінів встановлення та запуску в роботу у відповідних часових рамках. Окрім того, мають бути присутні реалістичні можливості залучення необхідного фінансування.

Подальший аналіз можливих варіантів показує, що насамперед мова йтиме про продовження нарощування встановленої потужності газових ЕГУ. На цьому етапі, процес уже не буде прив'язаний до потреб критичної інфраструктури міст та агломерацій, а буде зорієнтований на додавання регіональних можливостей генерації електроенергії та продовження збільшення частки високоманеврених потужностей у системі, що дасть змогу суттєво розширити можливості щодо збільшення в майбутньому частки ВДЕ в системі.

Необхідним і важливим буде створення в регіональних центрах споживання додаткових центрів чистої та, як мінімум, напівманевреної генерації електроенергії. Одним із перспективних напрямів тут є запровадження ЕГУ на біомасі/біогазі.

Авторами проведено дослідження щодо наявності та доступності біопалив в Україні. За результатами дослідження було з'ясовано, що максимальну доступність по всій території України мають значні обсяги біомаси у вигляді відходів сільськогосподарського виробництва.

Для визначення потенціалу твердої біомаси відходів сільськогосподарського виробництва



було проаналізовано врожайність сільськогосподарських культур у 2021–2022 рр. за регіонами (за винятком Донецької, Луганської областей, АР Крим) і розраховано (**табл. 5**) можливі обсяги використання їх в ролі твердого біопалива.

Аналіз показує, що найбільш доцільно впроваджувати такі ЕГУ у форматі ТЕЦ на базі малих і середніх населених пунктів із наявними системами централізованого тепlopостачання, оскільки такий варіант дасть змогу не лише додати потужності генерації електроенергії, а й значно збільшити ефективність установок і суттєво зменшити обсяги використання викопних палив.

Однак, не варто відкидати можливість побудови нових біо-ТЕЦ, або реконструкції наявних теплогенераційних потужностей (котельні тощо) з перетворенням їх у біо-ТЕЦ також і у великих

містах. Так само, не варто відкидати і варіанти побудови біо-ТЕС (тобто без відбору теплоти) підвищеної встановленої потужності.

Окремим напрямом розвитку може стати будівництво генеруючих потужностей на базі наявної інфраструктури водopостачання та водовідведення, яке насамперед має забезпечувати власні потреби підприємств водopостачання незалежно від стану енергосистеми. Технічними рішеннями в цьому випадку може стати встановлення на очисних спорудах каналізації установок зі збору біогазу та будівництво потужностей генерації та когенерації з використанням у ролі палива зібраного біогазу. Проте такий напрямок розвитку можливий лише в поєднанні з глибокою/повною модернізацією самих очисних споруд.

Також на підприємствах водopостачання, які мають великі площі резервуарів на станціях

Таблиця 5

**Можливі обсяги використання відходів сільськогосподарського виробництва в ролі твердого біопалива**

Регіон	Тверде біопаливо, тис. т	
	2021	2022
Вінницька область	6495,6	2660,2
Волинська область	1484,7	1506,0
Дніпропетровська область	4458,2	2996,3
Житомирська область	3261,0	2140,1
Закарпатська область	1791,0	1705,2
Запорізька область	4293,3	467,0
Івано-Франківська область	920,0	871,6
Київська область	4023,4	1646,4
Кіровоградська область	5619,8	2105,1
Львівська область	1811,0	1721,8
Миколаївська область	4504,2	5055,2
Одеська область	5293,8	3346,6
Полтавська область	5929,9	1638,1
Рівненська область	1569,9	1341,2
Сумська область	4464,6	2789,9
Тернопільська область	3073,6	2054,2
Харківська область	5681,6	2151,3
Херсонська область	3897,9	125,9
Хмельницька область	4993,3	2782,3
Черкаська область	4826,7	2152,5
Чернівецька область	753,8	696,3
Чернігівська область	5752,2	1624,5
<b>Разом</b>	<b>84899,5</b>	<b>43577,7</b>

очистки питної води, доцільно встановлювати сонячні ЕГУ разом із системами накопичення та зберігання електроенергії.

Безумовно, важливим фактором буде збільшення потужностей сонячної та вітрової генерації, але в коротко- та середньостроковій перспективі йтиметься більше про відновлення пошкоджених і повернення в систему ЕГУ з тимчасово окупованих територій. Будівництво нових потужностей сонячної та вітрової генерації в середньостроковій перспективі відбуватиметься за рахунок запланованих, але ще не реалізованих проєктів, які перебувають на різних стадіях реалізації.

Згідно з розрахунками, попри відновлення частки централізованої генерації (повернення в систему потужностей ЗАЕС, а також ВЕС та СЕС), запропоновані кроки дозволять збільшити загальний рівень децентралізації енергосистеми України з точки зору можливостей генерації електроенергії з наявних близько 10 % до більше ніж 15 % упродовж найближчих п'яти років. Ці розрахунки проводилися з урахуванням реалістичних КВВП обладнання, а не просто методом прямого порівняння встановлених потужностей.

Важливо зауважити, що запропонований підхід дасть змогу не лише збільшити рівень географічного розосередження (децентралізації), а й наблизити генерацію електроенергії до центрів споживання та забезпечити значно більш рівномірне географічне розповсюдження потужностей генерації електроенергії по всій країні, що допоможе значно полегшити режими роботи системи передачі електроенергії. Водночас це дозволить суттєво збільшити загальний рівень забезпечення генеруючих потужностей у системі та значно підвищити рівень регульованості, стійкості та безпеки ОЕС України.

За результатами здійсненого аналізу можна стверджувати, що додаткові газові ЕГУ, біо-ТЕЦ та біо-ТЕС мають стати основою нарощування встановленої потужності генерації в системі в період до 2028 року. Відповідно до аналізу

наявного та доступного обладнання в поєднанні з варіантним моделюванням можна стверджувати, що найбільш реалістичний сценарій нарощування встановленої потужності електричної генерації виглядає наступним чином (табл. 6).

Розрахунки показують, що попри важливість і необхідність залишення в системі, та навіть збільшення, наявної великої кількості централізованої генерації — атомної та великих ВДЕ, існує реалістична можливість досягнення загального показника децентралізації енергосистеми України з точки зору можливостей генерації електроенергії до рівня понад 25 % у період до 2040 року.

Ключовими драйверами подальшої глибокої децентралізації має стати суттєвий розвиток просьюмерів і запровадження концепції енергетичних кооперативів та розвитку розподілених мереж.

Просьюмери вже наявні в українській енергосистемі. Це малі приватні (дахові та подібні) сонячні електростанції, загальний виробіток яких, за деякими оцінками, уже зараз сягає рівня 15 % від загального виробітку сонячних електростанцій. Досвід останніх декількох років показує, що така модель роботи цілком життєздатна навіть у чинних українських «ринкових» умовах. У разі упорядкування нормативної бази та впровадження реальних економічних стимулів для розвитку така модель має значні перспективи для розвитку і розповсюдження в Україні. Згідно з даними профільних асоціацій, у разі реалізації наявного потенціалу мова може йти про додавання в систему 5...7 ГВт встановлених потужностей у перспективі найближчих 10 років.

Запровадження концепції енергетичних кооперативів потребуватиме значних змін у законодавстві та нормативній базі. Але у разі реалізації вона не лише дасть додатковий потужний поштовх подальшому розвитку тих же просьюмерів, а й відкриє можливості для додавання в систему окремих систем накопичення енергії,

Таблиця 6

**Прогнозний сценарій нарощування встановленої маневреної потужності електричної генерації, ГВт**

Тип джерела генерації	2023	2024	2025	2026	2027	2028
Газотурбінні установки		0.20	0.40	0.80	1.20	1.60
Газопоршневі установки		0.10	0.20	0.30	0.40	0.50
Нові біо-ТЕЦ/ТЕС		0.00	0.10	0.30	0.60	1.20
<b>Загальна доступна потужність</b>	<b>–</b>	<b>0.30</b>	<b>0.70</b>	<b>1.40</b>	<b>2.20</b>	<b>3.30</b>

Джерело: розрахунки авторів.

додаткових приватних мало- та середньопотужних газових генераційних і когенераційних установок тощо. Усе це не лише додасть нові генеруючі потужності до національної системи, а й зробить систему ще більш регульованою та стійкою.

Необхідно зазначити, що важливим напрямом розвитку атомної генерації є малі модульні реактори (ММР).

Запровадження ММР є одним із варіантів подальшого розвитку та заміни наявної атомної генерації, необхідність виведення з експлуатації якої українська енергосистема почне стикатися вже в горизонті найближчих 10 років.

З іншого боку, це додаткова можливість розвитку децентралізованої генерації, адже в разі доведення високих показників щодо безпеки експлуатації відкриє можливості для розміщення таких реакторів поблизу центрів споживання з метою забезпечення саме регіональних потреб, без необхідності радикальної реконструкції чи зміни наявної топології системи передачі електроенергії.

## ВИСНОВКИ

Розрахунково-аналітичне дослідження, що було проведено авторами, дало змогу зробити певні висновки.

Визначено стратегічні помилки, що були допущені під час формування ОЕС в 1940–80-х роках. Оскільки з кожним роком перевагу в будівництві надавали більш потужним блокам, які концентрувалися на великих ТЕС та АЕС у центрах промислового виробництва чи встановлювалися задля забезпечення експорту електроенергії в Європу, то блоки до 200 МВт, які, що логічно, доцільно використовувати як маневрені, є найбільш морально застарілими і технічно зношеними. Відповідно, замала кількість маневреної генерації ускладнює адекватне реагування ОЕС на зміну споживання протягом доби, а концентрація викликає додаткову нерівномірність у системі.

Здійснений аналіз довів, що за період незалежності України кардинально змінилася структура споживання електричної енергії як за категоріями споживачів, так і географічно, що потребує стратегічної зміни підходів до подальшого розвитку електроенергетичного сектору.

Також доведено, що в умовах військових дій централізація джерел генерації надає можливість заподіяння максимальної шкоди шляхом сфокусованих ударів по потужним сконцентрованим джерелам генерації чи системі передачі електроенергії, а пошкодження навіть одного такого об'єкта значно погіршує стан енергопостачання.

Здійснений аналіз засвідчує необхідність розосередження генерації з урахуванням того факту, що головні центри споживання знаходяться у великих містах та агломераціях, а споживання регіонів із високою концентрацією наявних потужностей генерації, суттєво зменшилося.

Таким чином доведено, що важливим компонентом розвитку в середньо- та довгостроковій перспективі має стати розповсюдження розподіленої генерації на локальному рівні.

Розроблена авторами стохастична математична модель дала змогу розрахувати прогностичні обсяги введення нових генеруючих потужностей, що необхідні для забезпечення внутрішнього споживання, на період до 2028 р., а аналіз технічних і технологічних рішень щодо розвитку електроенергетичного сектору дозволив конкретизувати вибір технологій.

Окрім того, аналіз показав, що найбільш доцільним для використання задля забезпечення першочергових заходів є впровадження ЕГУ, які працюють на природному газі.

Розрахунок можливих обсягів використання відходів сільського господарства в ролі твердого біопалива, а також біогазу систем водопостачання та водовідведення підтвердив доцільність будівництва мережі ТЕС/ТЕЦ на місцевому рівні.

Важливо зауважити, що запропонований у роботі підхід дасть змогу збільшити рівень географічного розосередження генерації, наблизить генерацію до центрів споживання, зменшить втрати та збільшить регульованість, стійкість і безпеку ОЕС України.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. *Гламаздин В. П.* Аналіз роботи паливно-енергетичного комплексу України в умовах військової агресії та визначення перспективних напрямів розвитку / В. П. Гламаздин, О. В. Мельник, В. М. Тонкогосюк // *Наука технології інновації*. — 2023. — № 2 (26). — С. 11–19. <http://doi.org/10.35668/2520-6524-2023-2-02>.
2. Економічні наслідки поступової відмови від використання вугілля в Україні до 2030 року / М. Проїс, О. В. Михайленко, І. Сабака, Б. Пробст; за заг. ред. П. Баума та О. Р. Алієвої. — Київ : 7БЦ, 2021. — 140 с.
3. *Яценко В. В.* Економічні та соціальні аспекти створення автономних енергетичних регіонів в Україні / В. В. Яценко, К. О. Могильна // *Енергетика: економіка, технології, екологія*. — 2023. — № 4. — С. 150–157.
4. Про затвердження Звіту з оцінки відповідності (достатності) генеруючих потужностей для покриття прогнозованого попиту на електричну енергію та забезпечення необхідного резерву у 2022 році [Електронний ресурс] : Постанова Національної комісії, що здійснює державне регулювання у сферах енергетики та комунальних послуг від 11 квіт. 2023 р. № 664. — Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0664874-23#Text>.

5. Про захист інтересів суб'єктів подання звітності та інших документів у період дії воєнного стану або стану війни [Електронний ресурс] : Закон України від 3 берез. 2022 р. № 2115-IX. — Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2115-20#Text>.
6. Розора І. В. Побудова критеріїв згоди про вигляд імпульсної перехідної функції / І. В. Розора, А. О. Мельник // Наука технології інновацій. — 2022. — № 2 (22). — С. 52–60. <http://doi.org/10.35668/2520-6524-2022-2-07>.

## REFERENCES

1. Glamazdin, V. P., Melnik, O. V., & Tonkogolosiuk, V. M. (2023). Analiz roboty palyvno-enerhetychnoho kompleksu Ukrainy v umovakh viiskovoi ahresii ta vyznachennia perspektyvnykh napriamiv rozvytku [Analysis of the work of the fuel and energy complex of Ukraine in the conditions of military aggression and determination of prospective development directions]. *Nauka. Tehnologiyi. Innovatsiyi* [Science. Technologies. Innovations]. 2 (26), 11–19. <http://doi.org/10.35668/2520-6524-2023-2-02> [in Ukr.].
2. Prois, M., Mykhailenko, O. V., Sabaka, I., & Probst, B. (2021). Ekonomichni naslidky postupovoi vidmovy vid vykorystannia vuhillia v Ukraini do 2030 roku [Economic consequences of the gradual abandonment of the use of coal in Ukraine until 2030]. Kyiv. 140 p. [in Ukr.].
3. Yatsenko, V. V., & Mohylna, K. O. (2023). Ekonomichni ta sotsialni aspekty stvorennia avtonomnykh enerhetychnykh rehioniv v Ukraini [Economic and social aspects of the creation of autonomous energy regions in Ukraine]. *Enerhe-*

- tyka: ekonomika, tekhnolohii, ekolohiia* [Energy: economy, technologies, ecology]. 4, 150–157. [in Ukr.].
4. Pro zatverdzhennia zvituv z otsinky vidpovidnosti (dostatnosti) heneruiuchykh potuzhnosti dlia pokryttia prohnnozovanoho popytu na elektrychnu enerhiiu ta zabezpechennia neobkhdnoho rezervu u 2022 rotsi: Postanova Natsionalnoi komisii, shcho zdiisniue derzhavne rehuliuвання u sferakh enerhetyky ta komunalnykh posluh vid 11 kvit. 2023 r. № 664 [On approval of the report on the assessment of compliance (sufficiency) of generating capacities to cover the forecast demand for electric energy and ensure the necessary reserve in 2022: Resolution of the National commission for state regulation in the energy and utilities sectors dated April 11, No. 664]: Retrieved from: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0664874-23#Text> [in Ukr.].
  5. Pro zakhyst interesiv subiektiv podannia zvitnosti ta inshykh dokumentiv u period dii voiennoho stanu abo stanu viiny: Zakon Ukrainy vid 3 berez. 2022 r. № 2115-IX [On the protection of the interests of subjects submitting reports and other documents during the period of martial law or a state of war: Law of Ukraine dated March 3, No. 2115-IX]. Retrieved from: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2115-20#Text> [in Ukr.].
  6. Rozora, I. V., & Melnyk, A. O. (2022). Pobudova kryteriiv zghody pro vyhlid impulsnoi perekhidnoi funktsii [Construction of goodness-of-fit criteria for the type of impulse response function]. *Nauka. Tehnologiyi. Innovatsiyi* [Science. Technologies. Innovations]. 2 (22), 52–60. <http://doi.org/10.35668/2520-6524-2022-2-07> [in Ukr.].

**N. V. CHERPURNА**, PhD in Technical Sciences, Associate Professor

**V. P. HLAMAZDIN**, Integration Expert of National Power Company Ukrenergo, ENTSO-E

**V. M. TONKOHOSIUK**, Deputy Director

**A. O. MELNYK**, Postgraduate Student

## DEVELOPMENT OF THE ELECTRICAL ENERGY SECTOR OF UKRAINE IN THE MEDIUM-TERM PERSPECTIVE

**Abstract.** *The study proposes and substantiates conceptual directions for the development of the electric power sector of Ukraine in the medium term.*

*The strategic mistakes that were made during the formation of the electric power sector of Ukraine during the Soviet Union were identified and analyzed. An analysis of changes in the structure of electricity consumption was carried out — both by consumer category and geographically. A conceptual approach to the development of UES through the decentralization of generation sources is proposed. A stochastic mathematical model was developed, with the help of which the necessary forecast volumes of the introduction of new generating capacities to ensure domestic consumption were calculated for the period up to 2028. An analysis of the choice of technological solutions for the further development of the electric power sector was carried out.*

**Keywords:** *electricity sector, electricity production, electricity consumption, traditional and renewable energy sources, decentralization.*

### ІНФОРМАЦІЯ ПРО АВТОРІВ

**Чепурна Наталія Володимирівна** — канд. техн. наук, доц. кафедри теплотехніки, Київський національний університет будівництва та архітектури, просп. Повітряних Сил, 31, м. Київ, Україна, 03037; [cherpurna.nv@knuba.edu.ua](mailto:cherpurna.nv@knuba.edu.ua); ORCID: 0000-0001-8044-7563

**Гламаздін Вадим Павлович** — експерт з інтеграції з ENTSO-E HEK «Укренерго», вул. С. Петлюри, 25, м. Київ, Україна, 01601; [vadym.glamazdin@gmail.com](mailto:vadym.glamazdin@gmail.com); ORCID: 0000-0003-3459-3249

**Тонкоголосюк Володимир Миколайович** — заступник ген. директора ТОВ «Центр досліджень: енергетика і політика», вул. Лаврська, 9, корп. 19, м. Київ, Україна, 01015; +38 (044) 280-64-57; [v.tonkogolosyuk@gmail.com](mailto:v.tonkogolosyuk@gmail.com); ORCID: 0000-0003-4469-422X

**Мельник Анастасія Олександрівна** — аспірантка, Київський національний університет імені Тараса Шевченка, просп. Академіка Глушкова 4-д, м. Київ, Україна, 02000; +38 (044) 521-35-35; melinik2011@gmail.com; ORCID: 0000-0002-3167-4353

#### INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

**Chepurna N. V.** — PhD in Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Heat Engineering, Kyiv National University of Construction and Architecture, Povitroflotskyi Ave, 31, Kyiv, Ukraine, 03037; +38(044) 245-48-44; chepurna.nv@knuba.edu.ua; ORCID: 0000-0001-8044-7563

**Hlamazdin V. P.** — Integration Expert of National Power Company Ukrenergo, ENTSO-E, S. Petliury Str., 25, Kyiv, Ukraine, 01601; vadym.glamazdin@gmail.com; ORCID: 0000-0003-3459-3249

**Tonkholosiuk V. M.** — Deputy Director in Research Center: Energy & Politics LLC, 9, Lavrska Str. Kyiv, Ukraine, 01015; +38 (044) 280-64-57; v.tonkogolosyuk@gmail.com; ORCID: 0000-0003-4469-422X

**Melnyk A. O.** — Postgraduate Student, Taras Shevchenko National University of Kyiv, 4-d, Akademika Glushkova Avenue, Kyiv, Ukraine, 02000; +38 (044) 521-35-35; melinik2011@gmail.com; ORCID: 0000-0002-3167-4353



#### ШАНОВНІ ПРЕДСТАВНИКИ ЗАКЛАДІВ ВИЩОЇ ОСВІТИ ТА НАУКОВИХ УСТАНОВ, НАУКОВЦІ, ВИНАХІДНИКИ!

В УкрІНТЕІ впроваджено послугу **“Комплексне інформаційне обслуговування”**. Це актуальна і систематизована інформація з питань трансферу технологій, науково-технічного та інноваційного розвитку, що надсилається в онлайн-режимі і призначена для здійснення наукової та інноваційної діяльності. Видання надсилаються протягом року згідно з вказаною на сайті Інституту періодичністю. До вашої уваги інформаційний пакет **“Комплексний”** (8 видань):

- фаховий журнал “Наука, технології, інновації”;
- інформаційний бюлетень “Дослідження, технології та інновації у Європейському Союзі”;
- дайджест новин “Наука, технології, інновації”;
- дайджест трансферу технологій;
- “Збірник рефератів дисертацій, НДР та ДКР”;
- “Бюлетень реєстрації НДР та ДКР”;
- бюлетень “План проведення наукових, науково-технічних заходів в Україні”;
- “Закони та підзаконні акти, директивні документи у сфері вищої освіти, науки, науково-технічної інформації, науково-технологічного та інноваційного розвитку України”.

#### КОНТАКТИ:

телефон (044) 521-00-39,

e-mail: uintei.ua@gmail.com, uintei.info@gmail.com

Детальніше на сайті УкрІНТЕІ: [www.uintei.kiev.ua](http://www.uintei.kiev.ua)