

КОМПЛЕКСНЕ ВИКОРИСТАННЯ ВІДНОВЛЮВАНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ – ПІДСУМКИ НАУКОВО-ПРАКТИЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ 2023 р.

Отримано 01 чер. 2023; рекомендовано до публікації 22 чер. 2023
Доступно онлайн 30 чер. 2023

М. П. Кузнєцов

Автор для кореспонденції: Микола Кузнєцов,
e-mail: renewable@ukr.net

Анотація. Метою роботи є аналіз актуальних проблем відновлюваної енергетики за результатами матеріалів XXIV Міжнародної науково-практичної конференції «Відновлювана енергетика та енергоефективність у XXI столітті». Розглянуто тези доповідей, що стосуються загальних питань використання відновлюваних джерел енергії, зокрема їх комплексного використання. Проаналізовано головні напрями досліджень в галузі відновлюваної енергетики. До актуальних питань віднесено: законодавче поле, організаційні заходи; досягнення енергетичної ефективності, енергетичний менеджмент; потреби в балансуванні енергетичних систем з високою часткою відновлюваної генерації; математичне забезпечення задач з оцінки можливостей відновлюваної енергетики; врахування особливостей споживання енергії; технічні особливості роботи комбінованих енергосистем; взаємодія науки та промисловості під час впровадження інноваційних розробок. Окреслено перспективи та напрями подальших досліджень.

Ключові слова: відновлювані джерела енергії, балансування енергосистеми, математична модель, енергоменеджмент.

д-р техн. наук.

Інститут відновлюваної енергетики НАН України, м. Київ;

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», м. Київ.

<http://orcid.org/0000-0002-0497-7439>

COMPLEX USE OF RENEWABLE ENERGY SOURCES – RESULTS OF THE SCIENTIFIC AND PRACTICAL CONFERENCE 2023

Received 01 Jun. 2022; accepted 22 Mar. 2023
Available online 31 Mar. 2023

M. Kuznietsov

Author for correspondence: Mykola Kuznetsov,
e-mail: renewable@ukr.net

Doctor of Science.

Institute of renewable energy, NAS Ukraine, Kyiv;
National Technical University of Ukraine «Igor Sikorsky, Kyiv.

<http://orcid.org/0000-0002-0497-7439>

Abstract. The purpose of the work is to analyze the current problems of renewable energy based on the materials of the 24th International Scientific and Practical Conference "Renewable Energy and Energy Efficiency in the 21st Century". Reports related to general issues of the use of renewable energy sources, including their integrated use, were considered. The main directions of research in the field of renewable energy are analyzed. Current issues include: legislative field, organizational measures; achievement of energy efficiency, energy management; needs for balancing energy systems with a high share of renewable generation; mathematical support of tasks for assessing the possibilities of renewable energy; taking into account the characteristics of energy consumption; technical features of combined energy systems; interaction of science and industry in the implementation of innovative developments. Prospects and directions for further research are outlined.

Keywords: renewable energy sources, energy system balancing, mathematical model, energy management.

Вступ. XXIV Міжнародна науково-практична конференція «Відновлювана енергетика та енергоефективність у XXI столітті» [1], організована спільними зусиллями Інституту відновлюваної енергетики Національної академії наук України та ряду профільних наукових установ і громадських організацій, ставила за мету обговорення проблем та перспектив використання відновлюваних джерел енергії (ВДЕ), електро- і біоенергетичних ресурсів, тепла землі й теплопостачання країни за рахунок енергії Сонця, вітру, гідроенергетичних ресурсів, а також реалізації заходів для енергозбереження та енергоефективності. Актуальною проблематикою стали зміни умов функціонування вітчизняної енергетики та економіки: в енергетиці – це спільна робота з європейською енергосистемою, задачі відновлення та стійкого забезпечення енергією з урахуванням наслідків воєнних дій та потреб у перебудові матеріальної бази й організаційних засад на сучасній основі.

Важливою частиною озвученої проблематики були особливості комплексного використання різнотипних джерел енергії – відновлюваних, традиційних, автономної роботи та застосування у складі енергосистем різної локалізації. Значна частина матеріалів конференції (тез та презентацій) була присвячена цим питанням. При цьому розглядалися питання надійності енергозабезпечення, ефективності використання ресурсів, зокрема економічних показників, технічних можливостей та організаційних заходів.

Завданням даної статті є огляд робіт, присвячених питанням комплексного використання ВДЕ, з метою аналізу поставлених проблем та напрямів їх вирішення.

Як **результат** можна виділити тези, які найбільшою мірою стосуються заявленої мети.

Серед організаційних заходів підкреслено роль нормативного врегулювання відновлюваної енергетики. Стосовно трендів європейської енергетичної політики зазначено [2], що відповідно до звіту Європейської Комісії за 2022 рік з травня по серпень 2022 року ЄС забезпечив рекордні 12 % своєї електроенергії від сонячної енергетики та 13 % з вітроенергетики. В опублікованій робочій програмі на 2023–2024 роки вже чітко простежуються декілька основних трендів у галузі відновлюваної енергетики. Відповідна тематика насамперед розглядається у другому напрямі програми «Горизонт Європа», що має назву «Глобальні виклики та європейська індустріальна конкурентоздатність». Тематичний кластер дістав назву «Клімат, енергетика та транспорт», об'єднуючи одразу три стратегічні напрями Європейського Союзу. Однією з тенденцій, віддзеркалених у конкурсах програми «Горизонт Європа», є приділення значної уваги так званим проривним технологіям, які дозволять перейти на якісно новий рівень використання ВДЕ.

Розвиток законодавства ЄС у сфері відновлюваної енергетики [3] передбачає нові цілі щодо використання ВДЕ: у валовому кінцевому споживанні енергії до 2030 року ВДЕ мають досягти частки в 32 %. Ця ціль вища на 20 % за попередню ціль, встановлену початковою директивою RED. Передбачено збільшення використання біопалива в транспортній сфері: його частка має становити принаймні 14 %. Директива RED II запроваджує суворіші критерії сталості для біопалива та інших джерел біоенергії. Більше підтримки передбачається для виробництва електроенергії: її частка з відновлюваних джерел має

становити принаймні 32 % до 2030 року, також заохочується використання ВДЕ для потреб теплової енергетики. Більша увага приділена енергоефективності: RED II містить такі положення, як вимога до держав-членів проводити енергоаудит на великих підприємствах, висуваються нові вимоги до звітності для держав-членів і Комісії для моніторингу прогресу в досягненні цілей, встановлених у директиві. Очікується, що ці зміни допоможуть ЄС досягти кліматичних та енергетичних цілей, а також сприятимуть сталому економічному зростанню та створенню робочих місць у секторі відновлюваної енергетики. Звичайно, сучасні вітчизняні реалії потребують особливого підходу [4]. Відзначено позитивний аспект діяльності держави під час воєнного стану, а саме підтримку функціонування Національної комісії, що здійснює державне регулювання у сферах енергетики та комунальний, оскільки регулювання цієї сфери в умовах війни потребує особливої уваги, а виробники мають отримувати підтримку з боки держави задля розвитку ринку «зеленої» енергетики.

У вітчизняній енергетичній політиці набуває ваги впровадження систем енергетичного менеджменту [5], зокрема з урахуванням вимог міжнародного стандарту ISO 50001:2018. Попередня оцінка наявного потенціалу енергозбереження малих та середніх підприємств (МСП) дозволила виявити наявність 20–30 % можливих заощаджень у разі проведення регулярної системної роботи у сфері енергоефективності за вимогами стандарту. Звичайно, якісний менеджмент потребує новітнього технічного забезпечення [6]. В основу пропонованого програмно-технічного забезпечення систем управління електроспоживанням покладені принципи енергетичного менеджменту в реальному часі з використанням сучасних інформаційних технологій. Такий підхід характеризується узгодженням попиту і пропозиції в мікромережі з декількома джерелами, коли баланс між власною генерацією і споживанням формується на основі забезпечення максимальної частки відновлюваних джерел в енергобалансі. Запропоновані підходи дають змогу формувати структуру та функціонал програмно-технічного забезпечення на основі модульної системи динамічного енергоменеджменту у вигляді функціонально завершених компонентів, з поєднанням хмарних технологій та комунікаційних і обчислювальних ресурсів. Звичайно, поряд з технічними мають бути нормативні заходи забезпечення надійності електропостачання з ВДЕ [7]. Оператори систем передачі електроенергії мають розробити нові концепції, які можна використовувати для аналізу та порівняння продуктивності різних джерел енергії, особливо в умовах їх паралельного використання. Енергосистема має адаптуватися до збільшення частки в ній ВДЕ, а ВДЕ має покращувати рівень керованості графіків генерування шляхом точнішого прогнозування та впровадження систем накопичення електроенергії.

Важливим кроком до забезпечення стабільності енергопостачання, крім зазначених, є комплексний підхід до балансування генерації та споживання. Це, зокрема, і керований попит на електроенергію, тобто адаптація потреб до можливостей ВДЕ [8, 9]. Як фактори, що впливають на споживання, зазвичай вказують погодні фактори, зокрема середню помісячну температуру, тривалість світлового дня. Для закладів освіти важливою є кількість осіб у закладі. Вибрані фактори, які можуть впливати на енергоспоживання, не єдині, але дані щодо них найдоступніші.

Температура та вологість впливають здебільшого на споживання теплової енергії, тривалість світлового дня впливає на час роботи системи освітлення, кількість осіб у закладі впливає на час роботи електроприладів тощо. Врахування цих факторів дозволяє оптимізувати комплекс засобів постачання енергії, особливо ВДЕ. Істотну роль відіграє й розумне керування електричною мережею [10, 11]. Існуючі на даний момент системи автоматики (АСКОЕ, АСУТП тощо) показують споживачу лише обсяги спожитої енергії. Одним із можливих рішень може стати впровадження певного модуля в систему контролю та моніторингу стану мережі, який стежитиме за рівнем навантаження в мережі та в разі її перевантаження відключатиме некритичних споживачів. Основною задачею модуля стане підвищення надійності інтелектуальної електромережі й підвищення її стійкості до перевантажень. Необхідно розробити методи та алгоритми контролю параметрів сегментів інтелектуальної енергомережі, тобто шляхи забезпечення переходу такої мережі на автономну роботу після перевищення рівня навантаження. Ця процедура має виконуватися автоматично, ґрунтуючись на даних моніторингу стану мережі, даних про рівень навантаження споживачів, наявності резерву потужності. Вказані проблеми потребують детального розгляду. Зазначено існування специфічних потреб споживача до якості енергозабезпечення [12]. Підвищені вимоги до надійності додають певні обмеження, які змушують або завжди використовувати загальну енергомережу та відмовитись від автономності, або використовувати власні джерела енергії, розраховані на постійну роботу, як основне джерело (якщо потрібно створити автономну систему на базі ВДЕ з акумуляторами або резервними генераторами). При моделюванні гібридної системи у складі традиційних і відновлюваних джерел енергії запропоновано сформулювати потрібні режими роботи, рівні надійності та вирішити необхідні задачі з оптимізації складу такої системи, а також отримувати різні оцінки необхідних показників у всьому діапазоні зростання навантаження.

Вирішення більшості вказаних задач потребує відповідної математичної формалізації. А саме вдосконалення чи розробки нових моделей роботи енергосистеми. Такому моделюванню була присвячена значна увага учасників конференції, зокрема представників як академічної науки, так і закладів освіти. Зазначено, що важливі напрямки енергетичної інформатики пов'язані з моніторингом, збором, аналізом, використанням даних про енергооб'єкти, моделюванням, симуляцією та прогнозуванням поведінки енергетичних систем і відповідних їм стохастичних процесів [13], включаючи математичне та комп'ютерне імітаційне моделювання електронавантаження та електроспоживання з метою підвищення рівня енергоефективності. Математична модель, яка є теоретичною основою структурно-алгоритмічної та технічної реалізації інформаційних систем і технологій, повинна бути адекватною досліджуваному процесу, відображати фізичний механізм його генерації, а також бути придатною для виконання його теоретичного аналізу, вирішення задач моніторингу та діагностики енергетичних об'єктів за результатами експериментів. Метою досліджень є також розробка методів та алгоритмів оптимізації розвитку електричних мереж енергосистем сучасних енергосистем з відновлюваними джерелами, що забезпечують ефективне вирішення поставленої задачі розвитку, виконання технічних та ресурсних обмежень [14]. Для розв'язання сформульованих проблем пропонується розробка цифрових засобів комп'ютерно-

інтегрованої системи контролю, які забезпечують можливість проведення безперервного багатоканального моніторингу сигналів синхронізації часу з обробкою результатів дистанційних вимірів у реальному часі [15]. Стосовно впливу втрат енергії в мережах на загальну енергоефективність запропоновано математичну модель електричної мережі, в якій враховується розподіл струмів у вітках схеми та поточні значення напруги вузлів схеми. Значення втрат електроенергії в електричних мережах, спричинених електростанціями на основі ВДЕ (переважно ВЕС та СЕС), можуть використовуватися під час оперативного планування балансу електроенергії в ЕЕС [16].

Задачі коректного моделювання комплексних енергосистем на базі ВДЕ знайшли відображення у спільному українсько-шведському проєкті, спрямованому на підготовку фахівців для забезпечення сталого розвитку української енергетики [17]. Шведський Інститут (SI) пропонує фінансування для двосторонніх та багатосторонніх проєктів підтримки академічних установ і цільових груп в Україні в межах програми «Академічна співпраця в регіоні Балтійського моря» (Східне партнерство ЄС). Це передбачає спільну участь у дослідницькому проєкті «Українські стійкі енергетичні системи». Керує проєктом Шведський інститут досліджень довкілля. До виконання проєкту з українського боку залучено Інститут відновлюваної енергетики НАН України та Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського. Обидві установи відомі своїми дослідницькими та освітніми програмами. Їх залучення дає можливість охопити та формувати як теперішнє, так і майбутнє покоління фахівців енергетики.

Попри важливість означених питань, головна частина матеріалів конференції стосувалася технічних можливостей відновлюваної енергетики при комплексному застосуванні різних джерел енергії. Передусім приділено увагу питанням безпечної роботи енергосистеми, що містить значну частку ВДЕ, зокрема у вигляді розосередженої генерації [18]. Зазначено, що зростання попиту на електроенергію в усьому світі та перехід до екологічно чистих способів виробництва призвели до збільшення місць локації розподіленої генерації (РГ) в енергосистемах та збільшення частки її потужності. Серед технологій виробництва електроенергії відновлювані джерела стають найбільш ефективним і реалістичним способом вирішення екологічних та енергетичних проблем. У майбутньому частка потужності РГ збільшуватиметься, і в місцях своєї локації вони будуть використовуватися не тільки для забезпечення активною потужністю локальної мережі, але й для стабільності напруги на рівні локальної мережі й у місцях її під'єднання до системотвірної мережі. В перспективі світової електроенергетики роль РГ змінюється з резервного на первинне енергопостачання. Таким чином, інтеграція розподілених відновлюваних енергетичних ресурсів може відігравати велику роль у використанні нових способів підтримки балансу потужності в електромережі. Важливе місце в новій енергетичній моделі посідають малопотужні індивідуальні компанії, які генерують енергію для власного споживання. Надлишки виробленої енергії надходять в об'єднану енергосистему. Такі мережі отримали назву мікромереж [19]. Серед головних їх переваг зазначено такі: генерувальні установки максимально наближені до споживачів, що знижує витрати на побудову транспортних магістралей, перетворення та розподіл енергії; використовуються ВДЕ; мікромережі можуть працювати в автономному режимі. Це дозволяє підвищити рівень стійкості об'єднаної енергосистеми; забезпечити надійніше постачання енергії

кінцевому споживачеві; оптимізувати цінову політику та знизити використання викопного палива. Окрім цього, розбудова домашніх мікромереж забезпечує надійне аварійне резервне живлення і знижує вартість використовуваних ресурсів. Попри зазначені переваги, головним напрямом вважається інтегрування ВДЕ до глобальних енергосистем. Безумовно, це зміна правил при роботі у складі європейської енергосистеми [20]. Вимоги до якості електроенергії та роботи ENTSO-E суттєво відрізняються від вимог в Україні, і треба було багато чого змінити (оновлення нормативно-законодавчої бази до відповідності європейській, модернізація пристроїв АЧР, реконструкція обладнання електричних мереж тощо), що створювало певні труднощі до інтеграції. Пропонованими заходами з підвищення надійності є впровадження систем накопичення енергії [21–23], створення систем безперервного живлення [24] та нових систем регулювальних потужностей [25]. Особлива увага приділена, звичайно, впливу відновлюваної енергетики на стан та перспективи енергобалансу України [26]. Зазначено, що завдяки хоч і недосконалий, але дієвій моделі «зеленого» тарифу, обсяг і потужність відновлюваної генерації в Україні стабільно зростає протягом останніх 10 років. Так, на початок 2022 року загальний обсяг встановленої потужності об'єктів відновлюваної енергетики за «зеленим» тарифом становив більше 9,5 ГВт (без урахування об'єктів, розташованих на тимчасово окупованих територіях на той час). У разі збереження довіри інвесторів та своєчасного оновлення регуляторного поля цей напрям енергетики залишається найбільш перспективним та затребуваним. При цьому дотримання балансової надійності є важливою складовою безпеки енергосистеми, оскільки це сприяє стабільній роботі системи та запобігає випадкам перевантаження або недостачі електроенергії. Це в свою чергу допомагає зменшити ризики аварій та забезпечує надійну поставку електроенергії до споживачів.

Звичайно, застосування запропонованих розробок та підходів потребує взаємодії науковців, виробників і користувачів обладнання. Ефективним механізмом передачі наукових розробок у промисловість має стати трансфер технологій [27]. Зазвичай трансфер технологій здійснюється в таких організаційних формах, як продаж патентів, ліцензій, ноу-хау, інжиніринг, лізинг, створення високотехнологічних підприємств, організація спільного виробництва чи підприємства тощо. Доводиться констатувати, що для України характерним залишається низький рівень взаємодії між наукою та бізнесом, а трансфер технологій не набув належного розвитку. Більша частка результатів досліджень і розробок, які отримані науковими установами й університетами, залишається у вигляді наукових ідей, розробленої документації, чи, в кращому разі, запатентованого «винаходу». Аналіз зарубіжного та вітчизняного досвіду у сфері розбудови мережі трансферу технологій та інноваційної діяльності дозволяє визначити важливі передумови здійснення успішної передачі інноваційних ідей, а отже, й розвитку національної інноваційної системи. Це сприятиме ефективності та дієвості таких заходів, як цитована науково-практична конференція, особливо при регулярному їх проведенні.

Як **висновки** з проведеного обговорення визначено перспективні напрями подальших досліджень, презентовані учасниками конференції. Серед напрямів, що стосуються безпосередньо комплексного використання ВДЕ, можна зазначити:

- раціональне розташування енергетичних потужностей з урахуванням можливостей розосередженої генерації, стійких комбінованих локальних енергосистем з відновлюваними джерелами різної природи;
- узгодження темпів впровадження відновлюваної енергетики та регулювальних можливостей енергосистеми, зокрема впровадження систем накопичення енергії, прогнозування та керованого навантаження;
- використання енергоефективних технологій в енергетиці, комунальному господарстві й на транспорті, стійких до негативних зовнішніх впливів;
- вдосконалення нормативно-правової, сертифікаційної та метрологічної бази.

Ці та інші напрями сприятимуть вирішенню важливих задач, що стосуються енергетичної та екологічної безпеки, консолідації зусиль науковців та інших зацікавлених сторін.

ПОСИЛАННЯ (за номером 2 і подальші стосуються збірника тез [1]).

1. XXIV Міжнародна науково-практична конференція «Відновлювана енергетика та енергоефективність у XXI столітті». Україна. Київ. 18–19 травня 2023 року. За звертанням: https://www.ive.org.ua/wp-content/uploads/Tezy_Conferencii_2023_31_05.pdf. DOI: <https://doi.org/10.36296/renewable.conf.18-19.05.2023>
2. Сулема О. К., Шукаєв С. М. Європейські тренди у відновлюваній енергетиці. С. 65–66.
3. Кобець М. І. Аналіз подальшого розвитку законодавства ЄС у сфері відновлюваної енергетики. С. 61–62.
4. Корольова А. А. Правові аспекти «зеленої» енергетики у воєнний період. С. 46–47.
5. Чернявський А. В., Бориченко О. В., Пертко П. П. Впровадження систем енергетичного менеджменту на малих та середніх підприємствах України. С. 167–168.
6. Каплун В. В., Макаревич С. С., Кулибаба Є., Самчук В. О. Програмно-технічне забезпечення систем динамічного енергоменеджменту Мікрогрід з полігенерацією. С. 158–159.
7. Ковальчук О. А., Лежнюк П. Д., Повстанко К. О. Технічні та нормативні заходи забезпечення надійності систем електропостачання з відновлюваними джерелами енергії. С. 110–111.
8. Підбережна Н. О. Регулювання енергетичних потреб, як один із аспектів ефективного використання енергії в навчальних закладах. С. 134.
9. Прокопенко В. В., Чорний А. О., Закладний О. О., Гребенюк Т. В. Визначення базового рівня енергоспоживання дошкільного навчального закладу. С. 136.
10. Шевель А. П. Використання розумних сіток, для зберігання та розподілу енергії відповідно до потреб споживачів. С. 94–95.
11. Пильтій С. С., Болотний М. П. Забезпечення протидії віяловим відключенням в інтелектуальних електричних мережах. С. 81–82.
12. Хомутов С. В. Можливості використання ВДЕ в комбінованих системах електропостачання центрів обробки даних. С. 88–89.

13. Фриз М. Є., Щербак Л. М., Харченко. Математичні моделі стохастичних сигналів у задачах енергетичної інформатики. С. 42–43.
14. Баженів В. А. Використання математичного методу впорядкованого виключення гілок для оптимізації розвитку сучасних енергосистем з відновлюваними джерелами. С. 165–166.
15. Самков О. В., Коваль В. В., Самков Б. О., Остапович Д. М. Багатоканальний моніторинг сигналів синхронізації часу розумних мереж електропостачання. С. 71–72.
16. Гунько І. О., Лежнюк П. Д., Лисий В. М. Підвищення ефективності відновлюваних джерел енергії шляхом врахування їх впливу на електричні мережі. С. 244–245.
17. М. Kuznietsov, О. Lysenko. Ukrainian sustainable energy systems: joint Ukrainian-Swedish project. P. 55–56.
18. Литвинчук В. А., Каплін М. І. Захист електричних мереж в умовах зростання частки розподіленої генерації відновлюваних джерел енергії. С. 67–70.
19. Немченко Ю. В. Мікрогенерація як інструмент стійкості об'єднаної енергосистеми. С. 63–64.
20. Тимохіна А. О., Тимохін О. В. Особливості АЧР при інтеграції ОЕС України з ENTSO-E. С. 86–87.
21. Artur Rusowicz. Analysis of electricity consumption of a medium-sized store. P. 51–52.
22. Костенко Г., Згуровець О. Можливості з підвищення керованості енергосистеми шляхом використання систем накопичення енергії. С. 77–78.
23. Попович О. М., Головань І. В., Лістовщик Л. К., Мирутенко П. П. Дослідження шляхів підвищення ефективності систем гравітаційного акумулювання енергії відновлюваних джерел. С. 135–136.
24. Скосар В. Ю., Бурилов С. В., Редчиць Д. О., Дзензерський В. О. Система безперебійного живлення. С. 143–144.
25. Ленчевський Є., Годун О. Перспективні можливості створення нових систем регулювання генеруючих потужностей АЕС, ВЕС і СЕС в Об'єднаній енергосистемі України. С. 57–58.
26. Буславець О. А., Лежнюк П. Д. Вплив відновлюваної енергетики на стан та перспективи енергобалансу України. С. 40–41.
27. Зур'ян О. В., Марченко Н. В. Трансфер технологій – ефективний механізм передачі наукових розробок у промисловість. С. 53–54.
7. O. Kovalchuk, P. Lezhniuk, K. Povstianko. Technical and regulatory measures to ensure the reliability of renewable energy-based power supply systems. P. 110–111.
8. N. Podberezha. Rehulivannia enerhetychnykh potreb, yak odyin iz aspektiv efektyvnoho vykorystannia enerhii v navchalnykh zakladakh [Regulation of energy needs as one of the aspects of effective energy use in educational institutions]. P. 134 (Ukr).
9. V. Prokopenko, A. Chorny, O. Zakladnyi, T. Hrebeniuk. Determination of the basic level of energy consumption of a pre-school educational institution. P. 136.
10. Shevel. Vykorystannia rozumnykh sitok, dlia zberihannya ta rozpodilu enerhii vidpovidno do potreby spozhyvachiv [Using smart grids to store and distribute energy according to consumer needs]. P. 94–95 (Ukr).
11. S. Pyltii, N. Bolotnyi. Protecting the intelligent electrical networks to prevent power outages. P. 81–82.
12. S. Khomutov. Capabilities of using RES in combined data center power supply system. P. 88–89.
13. M. Fryz, L. Scherbak, S. Kharchenko. Mathematical models of stochastic signals in the problems of energy informatics. P. 42–43.
14. V. Bazhenov. Use of the mathematical method of ordered branches exclusion for optimizing the development of modern power systems with renewable sources. P. 165–166.
15. O. Samkov, V. Koval, B. Samkov, D. Ostapovych. Multi-channel monitoring of time synchronization signals of smart power supply networks. P. 71–72.
16. I. Hunko, P. Lezhniuk, V. Lysyi. Increasing the efficiency of renewable energy sources by taking into account their impact to electrical grids. P. 244–245.
17. M. Kuznietsov, O. Lysenko. Ukrainian sustainable energy systems: joint Ukrainian-Swedish project. P. 55–56.
18. V. Lytvynchuk, M. Kaplin. The issue of protection of system and distribution networks in the conditions of an increase in the share of power of distributed generation of renewable sources of electricity: safety, reliability, modes of operation. P. 67–70.
19. Y. Nemchenko. Microgeneration as a tool for the sustainability of the united energy system. P. 63–64.
20. Tymokhina, A. Tymokhin. Peculiarities of the UFLs during the integration of the united energy system of Ukraine with ENTSO-E. С. 86–87.
21. Artur Rusowicz. Analysis of electricity consumption of a medium-sized store. P. 51–52.
22. G. Kostenko, O. Zgurovets. Possibilities of increasing the power system controllability through energy storage systems. P. 77–78.
23. O. Popovych, I. Golovan, L. Listovshchyk, P. Myrutenko. Study of ways to increase the efficiency of renewable sources gravity energy accumulation systems. P. 135–136.
24. V. Skosar, S. Burylov, D. Redchyts, V. Dzenzersky. Uninterrupted power supply system. P. 143–144.
25. Ye. Lenchevsky, O. Hodun. Prospective possibilities of creating new systems for regulating the generating capacities of NPP, WSP, and SES in the United Energy System of Ukraine. P. 57–58.
26. O. A. Buslavets, P. D. Lezhniuk. The impact of renewable energy on the status and prospects of the energy balance of Ukraine. P. 40–41.
27. O. Zurian, N. Marchenko. Technology transfer – effective mechanism for the transfer of scientific developments to industry. P. 53–54.

REFERENCE (by [1]).

1. Materials of the xxiv international scientific and practical conference "Renewable energy and energy efficiency in the XXI century". May 18–19, 2023, Kyiv. DOI: <https://doi.org/10.36296/renewable.conf.18-19.05.2023>.
2. O. Sulema, S. Shukayev. European trends in renewable energy. P. 65–66.
3. M. Kobets. Analysis of further development of EU legislation in the sphere of renewable energy. P. 61–62.
4. Koroleva. Legal aspects of "green" energy during the war period. P. 46–47.
5. Cherniavskiy, O. Borychenko, P. Pertko. Implementation of energy management systems in small and medium-sized enterprises of Ukraine. P. 167–168.
6. V. Kaplun, S. Makarevych, Ye. Kulibaba, V. Samchuk. Real time component of dynamic energy management system poligeneration microgrid. P. 158–159.