

**Боровий В. О.**, д.т.н., професор (Уманський державний педагогічний університет імені Павла Тичини, м. Умань, Черкаська область, viktor.borowoy@fes.kiev.ua), **Максютов А. О.**, к.пед.н., доцент (Уманський державний педагогічний університет імені Павла Тичини, м. Умань, Черкаська область, andriy.maksyutov@udpu.edu.ua), **Брежицька О. А.**, к.с.-г.н., доцент (Національний університет водного господарства та природокористування, м. Рівне, l.a.bregucka@nuwm.edu.ua)

## ВИКОРИСТАННЯ АЛЬТЕРНАТИВНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ЕНЕРГОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ УРБАНІЗОВАНИХ ТЕРИТОРІЙ УКРАЇНИ

Проведено оцінку можливостей використання альтернативної електроенергетики для забезпечення потреб урбанізованих територій України. Охарактеризована ресурсно-сировинна база України та узагальнено напрями розвитку її енергетичного потенціалу, встановлено можливості енергозбереження на основі альтернативних технологій на урбанізованих територіях нашої держави. Охарактеризовано наукові засади та технології перетворення енергії альтернативних, природних і техногенних джерел. Охарактеризовано створення технологій використання підземних вод для опалення і водопостачання. Наведено принципи використання геотермальних енергоносіїв. Доведено енергоефективність системи функціонування сонячного та вітрового електропостачання.

В результаті дослідження встановлено, що особливе місце в системі енергопостачання урбанізованих територій України відводиться альтернативній електроенергетиці, яка характеризується досить високою собівартістю та використанням сучасних прогресивних технологій. У зв'язку з цим виникає чимало невирішених питань щодо використання альтернативних енергоносіїв на урбанізованих територіях України.

*Ключові слова:* технології виробництва електроенергії; енергоносії; енергетичний потенціал; енергоефективність; альтернативна електроенергетика; урбанізовані території.

**Постановка проблеми.** Україна входить до числа провідних мінерально-сировинних держав світу. Поєднання різновікових структурних елементів, що сформувалися внаслідок процесів формування земної кори, обумовило широкий діапазон корисних копалин, що складають мінерально-сировинну базу країни. Україна, яка займає всього 0,4% земної суші, володіючи при цьому 5% мінерально-сировинного потенціалу світу. В Україні розвідано 20 тисяч родовищ із 200 видами корисних копалин. Найбільше економічне значення мають кам'яне вугілля, нафта і газ, залізні і марганцеві руди, самородна сірка, кам'яна і калійна солі, нерудні будматеріали, мінеральні води [8, С. 71].

Використання корисних копалин та традиційних видів енергозабезпечення маю давню історію, проте сучасні умови диктують зовсім новий підхід щодо раціонального використання надр Землі та використання нетрадиційних або альтернативних джерел енергозабезпечення. Енергетичний сектор промисловості відіграє вирішальну роль у промисловому виробництві та забезпеченні потреб населення.

В Україні виділяють чотири напрями енергетики: традиційна енергетика на основі органічного палива (нафта, газ, вугілля, сланці, торф), гідроенергетика, атомна енергетика і відновлювані джерела енергії. Під альтернативною енергетикою розуміються чотири основні напрями: відновлювані джерела енергії (сонячна енергія, геотермальна, вітрова, біомаса, низькопотенційне тепло Землі, води, повітря, гідравлічна, енергія хвиль, припливи, відпливи морської води); вторинні відновлювані джерела енергії (тепло промислових і побутових стоків, тепло і газ векляції, тверді побутові відходи; нетрадиційні технології використання не відновлюваних і відновлюваних джерел енергії (воднева енергетика, газифікація і піроліз, каталітичні методи спалювання і переробки органічного палива, синтетичного палива); енергетичні установки (чи перетворювачі), наприклад, теплові насоси, гідропарові турбіни, установки прямого перетворення енергії – паливні елементи, фотоелектричні перетворювачі, термоелектричні генератори, термоемісійні генератори тощо [5, С. 68].

В різних країнах світу величина енергоспоживання на душу населення постійно зростає. Збільшувати виробництво енергії можна двома шляхами. Перший – за рахунок збільшення виробництва

енергії і другий – використати принципи енергоресурсозбереження, майже не збільшуючи виробництво енергії. У цьому є досить тісна взаємодія між виробництвом, споживанням енергії і енергоресурсозбереженням.

Україна володіє великим потенціалом енергозбереження. Він складає понад 40% від загального енергоспоживання. Це значить те, що майже половина виробленої енергії витрачається не раціонально, обігриваючи зовнішнє середовище. Але для реалізації такого потенціалу енергозбереження необхідні значні цільові інвестиції, яких в Україні просто немає. Потенціал відновлюваних джерел енергії в Україні є ще більшим [8, С. 71].

Отже, зважаючи на небезпечні виклики сьогодення (подолання енергетичної кризи, забезпечення енергетичної незалежності, зміцнення вітчизняної електроенергетичної системи) вкрай необхідним є розвиток та використання альтернативної електроенергетики для забезпечення потреб урбанізованих територій України.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Дослідження особливостей використання альтернативних видів енергозабезпечення відображені у працях вітчизняних та зарубіжних вчених: Булгакова В. М., Драганова Б. Х., Амерджієва Р. А. [1], Волевахи М. М., Гойса Н. І. [2], Гелетути Г. Г., Желізної Т. А., Жовніра М. М. [3], Зіміна Л. Б. [5], Ковалко М. П., Денисюка С. П. [6], Корчемного М., Федорейко В., Щербань В. [7], Кудря С. О., Рєзцова В. Ф., Суржика Т. В., Яценко Л. В. [8], Мацевітого Ю. М., Ценципера А. І. [9], Півняка Г. Г., Бешти О. С., Табаченко М. М. [12], Разумного Ю. Т., Заїки В. Т., Степаненко Ю. В. [13], Ріхтера Л. А. [14], Твайделла У. А. [15], Фальштинського В. С., Дичковського Р. О., Табаченко М. М. [16] та інших.

**Мета і завдання досліджень.** Охарактеризувати можливості використання альтернативної електроенергетики для забезпечення потреб урбанізованих територій України.

Визначити конструктивне значення та потенціал використання альтернативної електроенергетики.

Виявити та охарактеризувати основні особливості, переваги та недоліки використання альтернативної електроенергетики.

**Виклад основного матеріалу досліджень.** Сьогодні великий інтерес викликають методи прямого перетворення енергії. До них

відносять електрохімічні, фотоелектричні, термоелектричні, термоемісійні і магнітогідродинамічні перетворювачі. Із електрохімічних перетворювачів сьогодні найбільший інтерес викликають паливні елементи. В них відбувається пряма трансформація хімічної енергії в електричну. На відміну від гальванічних елементів, тут маються витратні матеріали – паливо й окислювач.

В межах нашого дослідження варто охарактеризувати розвиток нетрадиційних технологій енергозабезпечення на основі біомаси. Біопаливо – це постійно відновлюване джерело енергії, яке може забезпечити використання енергії для тепло- і холодопостачання, виробництва електричної енергії, а також у транспортному секторі. Паливо, створене на основі біомаси, можна легко зберігати і використовувати для задоволення пікової і базової енергетичної потреби. Біологічне паливо, аналогічно традиційному буває твердим, рідким чи газоподібним, тому може безпосередньо замінити викопне паливо повністю чи частково, тобто змішуватися з традиційним в різних процентних відношеннях. В останньому випадку частіше всього навіть не потрібна модернізація обладнання [3, С. 85].

За останні десятиліття досягнуто значного прогресу в процесах одержання і обробки біомаси, що дозволило збільшити число конкурентоспроможних, надійних і ефективних технологій, наприклад, спалювання міських твердих побутових відходів, одержання біологічного газу методом анаеробного зброджування тощо. В процесі розробки технологій знаходяться нові можливості з застосуванням більш складних процесів і методів перетворення енергії (газифікація, піроліз). Розробляються технології теплопостачання з застосуванням біомаси. Паливні гранули (пілети), стружка і інші побічні продукти сільського і лісового господарства, відходів збагачувальних підприємств є сировиною для біотеплопостачання. Створення нових котлів на паливних гранулах у побутовому секторі, будівництво нових підприємств з виробництва пелет і реконструкція існуючого обладнання (котлів, бойлерів, топок) для спалювання повинні призвести до значного розширення ринку паливних гранул [4, С. 117].

Проблема підвищення якості і ефективності використання біогазу поступово виходить на передній план розвитку відповідної технології. Газова установка слугує ефективним засобом переробки

сільськогосподарських і тваринних відходів за рахунок анаеробної ферментації (листя, бадилля, стебла рослин, солома, лушпиння соняшнику, кукурудзяні качани, гній скотарських ферм і послід птахофабрик), а також комунальні відходи на очисних спорудах тощо. Їх застосування дозволяє вирішити три завдання, важливих з енергетичної, сільськогосподарської і екологічної точки зору: отримати біогаз, перетворити відходи на доходи (високоєфективні добрива), знешкодити навколишнє середовище від різних збудників захворювань людини і тварин, оскільки такі збудники гинуть в процесі бродіння біомаси.

Із вторинних відновлюваних джерел енергії особливої уваги заслуговують горючі тверді побутові відходи. Побутові й інші відходи – це одна із великих екологічних проблем сучасного суспільства. Особливість твердих побутових відходів полягає у тому, що їх можна застосовувати для одержання теплової й електричної енергії. Можливі різні методи одержання енергії з твердих побутових відходів, один з них – одержання біогазу, який є продуктом анаеробного зброджування у звалищах і являє собою суміш метану і вуглекислого газу. Сьогодні розроблені методи піролізу, газифікації і спалювання побутових і промислових відходів з одержанням синтез-газу і теплової енергії із застосуванням електродугового плазмотрона, а також плазмотрона з рідиннометалічними електродами. Це досить дорогі і складні технології, але їх потрібно використовувати для знешкодження небезпечних відходів. Особливістю цих проєктів є виробництво теплової і електричної енергії, а також будівельних матеріалів [13, С. 166].

Важливим елементом альтернативного енергозабезпечення є породні гірничі відвали – джерело теплової енергії [16, С. 10]. У нинішній час на території України у гірничовидобувних регіонах знаходяться понад 2400 породних відвалів, які негативно впливають на екологічну обстановку та ландшафт навколишнього середовища. Проблему шахтних териконів можна вирішити шляхом використання їх як нетрадиційних джерел теплової і електричної енергії. Одним із варіантів вирішення цієї проблеми є газифікація відвалів. Процес газифікації породних відвалів можливий при насиченні його вмісту горючими відходами нафтохімічного виробництва (відпрацьовані масла, мазут, бітуми, смоли, сира нафта тощо). Рівномірне насичення териконів рідкими відходами забезпечує повноту охоплення

газифікацією практично всього відвального масиву за рахунок інтенсифікації горіння органічних і неорганічних матеріалів [9, С. 23].

В Україні, перспективним також є розвиток вітрової енергетики. Вітрова енергетика – це відновлюване джерело енергії, яке швидко розвивається в світі. За останні п'ять років загальна продуктивність вітроенергетики в зростає в середньому на 32%. В Україні планується забезпечити інвесторам доступ до даних про вітрові ресурси у всіх регіонах для забезпечення реалізації високоякісних проєктів в галузі вітрової енергетики. Ключовим фактором успіху вітроенергетики є розробка рентабельних і надійних вітротурбін. Вітрові парки будуть керуватись як традиційні електростанції. Концепції вітропарків будуть мати нові системи управління і захисту навколишнього середовища для нейтралізації шумових подразників і зіткнень з птахами. Проблемою, пов'язаною з широким розповсюдженням наземних вітроелектричних установок є наявність вітру: електроенергія виробляється, коли дує вітер, а не тоді, коли вона необхідна [7, С. 976].

Перспективний розвиток вітряної енергетики може бути досягнутий на гірничовидобувних підприємствах. Розміщення вітроелектричних установок (аероагрегатів) в гірничих виробках шахт пристовбурного двору, які тепер знаходяться в режимі водовідливу (закритих шахтах), корінним чином покращать умови їхньої роботи. Шахтний повітряний потік несе з собою великий запас постійної кінетичної енергії і слугує потужним джерелом обертання вітрових коліс підземних вітроелектричних установок з постійною швидкістю і напрямком. Тим самим створюється надійний високоефективний і дешевий процес одержання електричної енергії в шахтах, які в цих умовах змінюють свої видобувні і інші виробничі функції на принципово нові, і після їх закриття стають підприємствами з вироблення екологічно чистої вітроелектричної енергії. Природна тяга повітряного потоку виникає через різницю температур на земній поверхні і в підземних виробках глибоких шахт. Під час руху повітря у гірничих виробках відбувається його контактне нагрівання за рахунок тепла вміщуючих порід, внаслідок чого об'єм нагрітого повітря зростає, а щільність знижується. Як наслідок, створюється односторонній постійно направлений рух повітряного потоку у виробках через стовбури на поверхню землі [4, С. 117].

До нетрадиційних технологій необхідно також віднести водневу енергетику. Вона цікава насамперед тому, що застосовується водень ( $H_2$ ), який має теплотворну спроможність у 2,5 рази вищу ніж природний газ і запаси його необмежені, він є екологічним – єдиний продукт згоряння – вода. І ще досить важливо, що його можна використовувати у паливних елементах, де відбувається пряма трансформація хімічної енергії в електричну. Воднева енергетика сформувалась як науково-технічний напрям приблизно 30 років тому. У США, Японії, Канаді і країнах Європейського Союзу реалізується великі національні і міжнародні програми, спрямовані на швидку розробку ефективних методів виробництва, акумулявання, транспортування і практичного використання водню різними споживачами.

Одним із пріоритетних напрямів розробок є створення комплексних систем і установок, які містять в собі всі основні компоненти водневої технології (від виробництва до споживання водню). Поряд з вирішенням перспективної проблеми переведення транспорту на водневе паливо особлива увага приділяється створенню екологічно чистих систем життєзабезпечення автономних споживачів, в яких як первинні використовуються відновлювані джерела енергій [3, С. 85].

Сьогодні воднева енергетика розвивається на принципах побудови автономних енергоустановок на основі сонячних фотоелектричних, вітрових установок, а також на базі дизельних чи бензинових двигунів внутрішнього згоряння і електрогенераторів, які дозволяють виробляти теплову і електричну енергію. Застосування водню в цих установках як акумулятора енергії і проміжного енергоносія суттєво покращує експлуатаційні показники.

Таким чином, використання водню в енергетичному секторі як енергоносія і накопичувача енергії пов'язано із наступними мотиваціями стратегічного характеру. З часом водень завдяки його енергетичним, фізико-хімічним, екологічним та іншим властивостям може стати основним і універсальним енергоносієм. Водню відведена важлива роль у зниженні рівня забрудненості навколишнього середовища. Водень розглядається як основа стійкого розвитку енергетики майбутнього, оскільки він є енергоносієм, який можна не тільки безпосередньо використовувати як унікальне паливо, але короткотерміново і досить тривало зберігати, а також екологічно

чисто перетворювати запасену в ньому енергію в електричну, теплову й інші види. При цьому передбачається, що для виробництва водню насамперед будуть застосовуватись відновлювані джерела енергії (енергія вітру, біомаси, сонячної, геотермальної, гідравлічної енергії тощо). При розгляді перспектив застосування біомаси, яка грає все більш вагомую роль у паливно-енергетичному балансі багатьох країн як першоджерело енергії, важливим аспектом є можливість застосування водню в процесі біомаси для виробництва традиційних рідких органічних біопалив. Застосування сонячних і вітрових установок як первинних джерел енергії дозволяє створити повністю автономні енергоустановки, які забезпечать в різних кліматичних умовах гарантоване цілорічне покриття електричних і теплових навантажень [13, С. 166].

З початком вичерпання традиційних родовищ природного газу, все більше уваги у всьому світі приділяється некондиційним малим газовим родовищам газомісних вод, розташованих на території України. Об'єм газу у підземних водах до глибини 10 км оцінюється в 3410 м<sup>3</sup>. Ще одне джерело широко розповсюджене в літосфері – це газогідрати – газ у твердому стані. Запаси такого газу в енергетичному еквіваленті в два рази перевищують всі розвідані на планеті запаси вугілля, нафти і газу разом взяті. Наведені цифри свідчать про те, що використання одного чи обох джерел забезпечує потреби в газі на багато десятиріч після відпрацювання традиційних газових родовищ. Сьогодні використання вищенаведених нетрадиційних джерел суттєво відмінні. Технологія видобування газогідратів не вийшла з експериментальної стадії.

Запаси водорозчинних газів у пластових водах розповсюджені і в Україні: в Харківській, Дніпропетровській, Донецькій, Сумській, Луганській, Полтавській, Чернігівській, Чернівецькій, Івано-Франківській, Львівській та Закарпатській областях, АР Крим. Загальні балансові запаси цих родовищ в Україні складають 35887 млн м<sup>3</sup>, або 42000 тис. т. умовного палива. Перспективними є три добре відомих родовища, на яких є свердловини безпосередньо біля споживачів. До таких родовищ належать Русько-Комарівська газогеотермальне родовище (Закарпатська обл.), Північне-Сиваське геотермальне родовище (АР Крим), Гадяцьке газоконденсатне родовище (Полтавська обл.) [6, С. 506].



Важливим також є використання теплової енергії підземних вод. Підземні води є у багатьох місцях нашої планети, вони мають достатньо стабільну температуру у діапазоні від 7° до 12° С протягом всього року. За допомогою теплових насосів можна використовувати тепло підземних вод шляхом буріння свердловин.

Геотермальна енергія є великим ресурсом надр нашої планети. Тепло Землі єдиний енергоресурс, раціональне освоєння якого дозволяє здешевити корисну енергію порівняно з сучасною паливною енергетикою. Геотермальні ресурси пов'язані як з природними динамічними носіями теплової енергії надр – геотермальними водами (пароводяні суміші, пара, вода), так і з практично безводними (водонепроникними) нагрітими гірськими породами. Ресурси першого виду називають гідротермальними, другого – петротермальними. За прогнозними оцінками, термальні води, що мають в основному температуру 40°–80° С, розподільні в Україні (АР Крим, Карпати та інші райони) [12, С. 333].

Існує декілька способів виведення глибинного тепла на поверхню: буріння свердловин у розрахунок на сам вилив пароводяної суміші; закачування холодної води в одну із свердловин і одержання гарячої води через другу свердловину або через групу свердловин; з природних джерел; за допомогою теплообмінних пристроїв, які встановлюють на усті свердловини. Способи відбору тепла з порід Землі за допомогою свердловин визначаються геологічними умовами залягання енергоносія. Відомі два основних типи родовищ теплоносія: родовища, що пов'язані з існуючою чи недавньою вулканічною діяльністю; родовища непов'язані з вулканічною діяльністю. Найбільш розповсюджені родовища геотермальних (теплоенергетичних) вод не завжди знаходяться близько до споживачів – об'єкта тепlopостачання. Це викликає неможливість їх ефективної експлуатації. Тепло Землі і сьогодні залишається енергією майбутнього. Найближчим часом буде створена ефективна технологія видобутку геотермальної енергії, яка забезпечить дійсно широке використання глибинного тепла. Мета вчених – наблизити той час, коли геотермальна енергія закономірно стане в один ряд із сонячною, вітровою та ядерною.

Технології видобування електроенергії на основі енергії припливів і відпливів в основному базується на місячній гравітації. Водночас час потенціал приливної гідроелектроенергії вже давно

визнано. В порівнянні з традиційним ГЕС, приливні енергетичні проєкти є дорогими, тому що масивні конструкції повинні бути побудовані в складних умовах та солоній воді [10].

Одним з найбільш практичних способів використання енергії припливів і відливів є стара концепція: закриття гирла річки або приливної басейну від моря з установкою електростанції в шлюзі. Під час припливів і відлив змінюється рівень моря, що викликає перепад тиску між рівнем басейну і моря. Коли ця різниця стає досить великою потік відкривається через приливні генератори, доки різниця в рівнях не стає занадто низькою для приведення в дію турбіни. Коли приплив починає повертатися і рівень моря піднімається, то басейн знову заповнюється для наступного циклу. Ці цикли відбуваються приблизно два рази в день. За допомогою нової технології, турбіни можуть бути побудовані для виробництва електроенергії в обох напрямках, а також працювати в якості насосів в обох напрямках.

В Україні майже відсутні прибережні місця, де приливний діапазон (тобто різниця між високими і низькими приливами) досить великий, щоб забезпечити ефективну експлуатацію обладнання. Там повинен бути достатньо високий рівень приливу – понад 5 м. Місце повинно також включати в себе природну затоку, яку можна буде використовувати як басейн для зберігання великого об'єму морської води під час припливу, і перебувати в межах гирла таким чином, що робота установки істотно не змінить приливний резонанс [8, С. 71].

Сьогодні вкрай перспективним є використання сонячної енергії. У середньому річна кількість сонячної радіації, що потрапляє на поверхню Землі, складає 2000–2500 кВт·год/м<sup>2</sup>. Розрахунки показують, що сучасні світові енергетичні потреби можна було забезпечити за рахунок сонячної енергії, щорічно одержуваної площею у 20 тис. км<sup>2</sup>, що складає всього 0,005% земної поверхні. Якщо навіть взяти до уваги, що коефіцієнт корисної дії енергетичних пристроїв, які використовують сонячне випромінювання, не перевищує 10%, то територія, що приблизно дорівнює Україні, могла б забезпечити світові енергетичні потреби за рахунок сонячної енергії, що потрапляє на неї. Відмінною особливістю сонячної енергії є те, що вона значно залежить від атмосферних умов і насамперед від хмарності. На поверхню Землі доходить лише 50% енергетичного

поток, залишкова частина поглинається і розсіюється атмосферою, відбивається хмарами і самою поверхнею [2, С. 132].

Інтенсивність сонячного випромінювання протягом доби змінюється від максимуму опівдні до нуля вночі. Тому на енергетичних системах, що використовують сонячну енергію, необхідно встановлювати спеціальні пристрої, які б акумулювали сонячну енергію у періоди випромінювання високої інтенсивності і включалися в систему у нічний час або за умов малого сонячного випромінювання. В порівнянні з традиційними джерелами енергії сонячна радіація має невелику щільність. Тому для одержання теплових потоків, достатніх для функціонування сучасних енергетичних систем і технологічних процесів, необхідно застосувати сонячні концентратори [1, С. 114].

Отже, сучасна світова практика державного будівництва орієнтується виключно на сталий розвиток енергетики. Сьогодні у більшості країн світу переваги надаються високоякісним видам палива і ефективному використанню енергосистем, що призводить до відмови від використання нафти, газу та кам'яного вугілля за рахунок виробництва штучних палив, газу і в перспективі водню із природного газу, вугілля і біомаси. В Україні також відбуваються пошуки свого пріоритетного шляху розвитку альтернативних джерел енергії. Це створює об'єктивні умови для розвитку малої ефективної енергетики і в перспективі зростання потенціалу нетрадиційної енергетики, яка працює у автономному режимі. Наведені потужності допоможуть в короткий час зняти навантаження в енергосистемі України у пікові години.

Для значного розширення потенціалу газової енергетики необхідно вирішити комплекс питань, пов'язаних з газифікацією низькосортного вугілля, рослинної біомаси, органічних відходів. Так, можна одержувати широкий асортимент енергоємної товарної продукції: при газифікації вугілля – цінну сировину для виробництва хімічних товарів і будівельних матеріалів; при газифікації рослинної біомаси і значної частини органічних відходів – добрива та ін. Сьогодні на виробництво цієї продукції витрачається досить велика кількість тепла, електроенергії і природного газу.

Таким чином, можна досягнути не тільки підвищення коефіцієнта корисної дії за рахунок ефективності енергетичного обладнання, який спалює газ, але й покращити коефіцієнт корисної

дії економіки за рахунок одержання нової товарної продукції. Звичайно цей підхід повинен лягти в основу визначення стратегічного курсу і механізму, який стимулює стійкий розвиток енергетики України.

В цьому плані може бути наведений інтерес компенсаційного механізму досягнення відповідності між поглинаючим потенціалом навколишнього природного середовища і викидами в атмосферу парникових газів (діоксиду вуглецю і ін.). Це відбувається за рахунок скорочення рівня викидів діоксиду вуглецю у атмосферне повітря внаслідок переходу на енергоощадливі, маловідходні технології і відновлювані джерела енергії, а також завдяки збільшенню поглинаючого потенціалу за рахунок висадження лісів і підвищення біопродуктивності навколишнього середовища. Такі еколого-економічні зв'язки будуть стимулювати, з одного боку, перехід господарства на маловідходні і енергоощадливі технології, а з другого – на збільшення лісних угідь, кардинальне підвищення продуктивності земель і відповідне зростання на них біопродукції. При цьому досить важливо приділити увагу розвитку поглинаючого потенціалу до економічно обґрунтованого максимального рівня, підтримці лісових екосистем у найбільш продуктивних стадіях вирощення [13, С. 392].

Наведений механізм створює методичну основу спланованого виведення держави на рівень, де спрацьовує потенціал самоорганізації, яка орієнтована на стійкий її розвиток. Такий процес може ефективно регулюватись економічними факторами: підтримкою за рахунок інвестицій пріоритетних і екологічно безпечних галузей і створення жорсткої політики відносно безперспективних підприємств, які руйнують природне середовище чи зростання екологічної напруги [17, С. 45].

Для України, яка має високопродуктивні землі і знаходиться в зоні сприятливого клімату, такий підхід може бути досить привабливим. Реалізація компенсаційного механізму зможе забезпечити функціонування енергетики України в стійкому режимі. Для цього необхідно розробити довготривалу концепцію розвитку енергетики, що забезпечує її енергоносіями і електроенергією, а також всебічне впровадження енергозберігаючої технології, максимальне впровадження вторинних і відновлюваних джерел енергії. З урахуванням світових тенденцій слід сконцентрувати

зусилля на забезпечення енергетики природними і штучним газом, повніше задіяти існуючий потенціал транспортних систем енергоносіїв і електроенергії, приступити до широкого створення гнучких технологій, які дозволять ефективно використовувати всі види енергоносіїв (вугілля, біомасу, біогаз тощо) і одержувати при цьому високоякісну продукцію (енергію, добрива, хімічну продукцію, будівельні матеріали та інше), а також забезпечити підтримку розвитку ефективних локальних систем енергопостачання, які насамперед базуються на нетрадиційних джерелах енергії.

**Висновки.** В результаті проведених досліджень була здійснена комплексна характеристика використання альтернативних технологій енергозабезпечення урбанізованих територій України, що дало змогу зробити наступні висновки.

За часів Радянського Союзу енергетика України була зорієнтована на застосування первинних енергоносіїв (природного газу, нафти, вугілля, сланцю, торфу тощо), запаси яких обмежені і ціни на які невпинно зростають. За таких умов особливої актуальності набувають пошуки шляхів вироблення енергії із альтернативних джерел. В останні роки цей напрям привертає велику увагу в більшості розвинутих країн світу.

Державна політика України з енергоресурсозбереження передбачає суттєве розширення об'єктів використання нетрадиційних джерел енергії. Вже в найближчі роки планується економія традиційних паливно-енергетичних ресурсів на рівні 8–10% від їх загального споживання. Завдяки цьому можуть бути заощаджені значні об'єми традиційних енергоносіїв і засобів із державного бюджету на їх одержання по імпорту.

Відповідно до стратегії розвитку нетрадиційної енергетики в Україні до 2030 р., використання біомаси має покривати близько 74% загального вкладу відновлюваних джерел енергії, що буде складати майже 9% загального споживання первинних енергоносіїв.

Таким чином, перспектива сталого розвитку енергетики України залежить від ефективності механізмів, які стимулюють цей розвиток, і від правильного вибору курсу. Орієнтирами вибору курсу є перспективи світового розвитку енергетики: подальший розвиток енергетики на основі енерго- і ресурсозберігаючих технологій; орієнтація на власні енергоресурси; виконання обмежень щодо викидів в атмосферу парникових газів на рівні 1990 р. згідно з

Кіотським протоколом. Особливе значення в реалізації програми із створення стійкої енергетики має цілеспрямована діяльність з енергозбереження – впровадження вторинних і відновлюваних ресурсів.

Отже, однією з найважливіших особливостей розвитку сучасного світу є підвищена увага світової спільноти до проблем раціональності та ефективності використання енергоресурсів, впровадження технологій енергозбереження та пошуку альтернативних джерел енергії. На сьогоднішній день у світі спостерігаються явища, які порушують усталеність цивілізованого розвитку суспільства: вичерпуються традиційні джерела енергії, зростає вартість їх видобування, інтенсивно забруднюється довкілля, руйнується біосфера, утворюється надмірна кількість органічних відходів промислового, сільськогосподарського та побутового походження.

В сучасних умовах господарювання вирішення завдання підвищення рівня енергетичної безпеки України розглядається через можливість використання потенціалу альтернативних видів палива. Досвід показує, що рівень забезпеченості енергетичними ресурсами виступає як один із основних факторів соціально-економічного розвитку країни. Використання альтернативних джерел енергії має глобальну перспективу для подальшого успішного розвитку суспільства.

1. Булгаков В. М., Драганов Б. Х., Амерджієв Р. А. Математичне та фізичне моделювання завдання енергозбереження у спорудах захищеного ґрунту : посіб. Київ : Надра. 2021. С. 111–114. 2. Волеваха М. М., Гойс Н. І. Енергетичні ресурси клімату України : монографія. Київ : Наук. думка, 1987. 132 с. 3. Гелетуха Г. Г., Железна Т. А., Матвєєв Ю. Б., Жовнір М. М. Використання місцевих видів палива для виробництва енергії : навч. посіб. Київ : Промислова теплотехніка, 2016. С. 85–93. 4. Девіс А., Шуберт Р. Альтернативні природні джерела енергії в будівельному проектуванні : посіб. Київ : Техніка, 1993. 117 с. 5. Зімін Л. Б. Теплонасосна утилізація енергії вихідних вентиляційних потоків вугільних шахт : посіб. Київ : Промислова теплотехніка, 2004. С. 68–76. 6. Ковалко М. П., Денисюк С. П. Енергозбереження – пріоритетний напрямок державної політики України : посіб. Київ : УЕЗ, 2005. 506 с. 7. Корчемний М., Корчемний М., Федорейко В., Щербань В. Енергозбереження в агропромисловому комплексі : посіб. Тернопіль, 2001. 976 с. 8. Кудря С. О., Резцов В. Ф., Суржик Т. В., Яценко Л. В. Атлас енергетичного потенціалу відновлюваних джерел енергії України.

Київ : Інститут відновлюваної енергетики НАН України, 2010. 71 с. **9.** Мацевітий Ю. М., Ценципер А. І. Використання теплової енергії териконів : навч. посіб. Кривий Ріг : Енергопостачання, 2018. С. 20–23. **10.** Міжвідомча аналітично-консультативна рада з питань розвитку продуктивних сил та виробничих відносин. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2248-99-%D0%BF#Text> (дата звернення: 13.03.2024). **11.** *Офіційний сайт Європейської Асоціації теплових насосів.* URL: <http://www.ehpa.org/heat-pump-statistics/2010/> (дата звернення: 14.03.2024). **12.** Півняк Г. Г., Бешта О. С., Табаченко М. М. Традиційні та нетрадиційні системи енергозабезпечення урбанізованих і промислових територій України : монографія. Дніпро : Національний гірничий університет, 2013. 333 с. **13.** Разумний Ю. Т., Заїка В. Т., Степаненко Ю. В. Енергозбереження : навч. посіб. Дніпропетровськ : Національний гірничий університет, 2005. 166 с. **14.** Ріхтер Л. А. Вторинні енергетичні ресурси чорної металургії та їх використання : монографія. Київ : Вища школа, 2018. 328 с. **15.** Твайделл У. А. Відновлювані джерела енергії : монографія. Чернівці : Видавництво Чайка, 2020. 392 с. **16.** Фальштинський В. С., Дичковський Р. О., Табаченко М. М. Новітня технологія розробки вугільних пластів на базі свердловинної газифікації : монографія. Київ : Надра, 2020. С. 10–14. **17.** Alp. Partnun, St. Antonien. Hassler Erwin. *Elektrotechnik.* Schweiz, 1985. Vol. 36, 12. P. 49–51.

## REFERENCES:

**1.** Bulhakov V. M., Drahanov B. Kh., Amerdzhiiev R. A. Matematychnе ta fizychnе modeliuвання завдання enerhozberezhennia u sporudakh zakhyshchenoho gruntu : posib. Kyiv : Nadra. 2021. S. 111–114. **2.** Volevakha M. M., Hois N. I. Enerhetychni resursy klimatu Ukrainy : monohrafiia. Kyiv : Nauk. dumka, 1987. 132 s. **3.** Heletukha H. H., Zheliezna T. A., Matvieiev Yu. B., Zhovnir M. M. Vykorystannia mistsevykh vydiv palyva dlia vyrobnytstva enerhii : navch. posib. Kyiv : Promyslova teplotekhnika, 2016. S. 85–93. **4.** Devis A., Shubert R. Alternatyvni pryrodni dzherela enerhii v budivelnomu proektuvanni : posib. Kyiv : Tekhnika, 1993. 117 s. **5.** Zimin L. B. Teplonasosna utylizatsiia enerhii vykhidnykh ventyliatsiinykh potokiv vuhilnykh shakht : posib. Kyiv : Promyslova teplotekhnika, 2004. S. 68–76. **6.** Kovalko M. P., Denysiuk S. P. Enerhozberezhennia – priorytetnyi napriamok derzhavnoi polityky Ukrainy : posib. Kyiv : UEZ, 2005. 506 s. **7.** Korchemnyi M., Korchemnyi M., Fedoreiko V., Shcherban V. Enerhozberezhennia v ahropromyslovomu kompleksi : posib. Ternopil, 2001. 976 s. **8.** Kudria S. O., Rieztsov V. F., Surzhyk T. V., Yatsenko L. V. Atlas enerhetychnoho potentsialu vidnovliuvanykh dzherel enerhii Ukrainy. Kyiv : Instytut vidnovliuvanoi enerhetyky NAN Ukrainy, 2010. 71 s. **9.** Matsevityi Yu. M., Tsentsyper A. I. Vykorystannia teplovoi enerhii terykoniv : navch. posib. Kryvyi Rih : Enerhopostachannia, 2018. S. 20–23. **10.** Mizhvidomcha

analytychno-konsultatyvna rada z pytan rozvytku produktyvnykh syl ta vyrobnychykh vidnosyn. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2248-99-%D0%BF#Text> (data zvernennia: 13.03.2024). **11.** Ofitsiinyi sait Yevropeiskoi Asotsiatsii teplovykh nasosiv. URL: <http://www.ehpa.org/heat-pump-statistics/2010/> (data zvernennia: 14.03.2024). **12.** Pivniak H. H., Beshta O. S., Tabachenko M. M. Tradytiini ta netradytiini systemy enerhozabezpechennia urbanizovanykh i promyslovykh terytorii Ukrainy : monohrafiia. Dnipro : Natsionalnyi hirnychi universytet, 2013. 333 s. **13.** Razumnyi Yu. T., Zaika V. T., Stepanenko Yu. V. Enerhozberezhennia : navch. posib. Dnipropetrovsk : Natsionalnyi hirnychi universytet, 2005. 166 s. **14.** Rikhter L. A. Vtorynni enerhetychni resursy chornoj metalurhii ta yikh vykorystannia : monohrafiia. Kyiv : Vyshcha shkola, 2018. 328 s. **15.** Tvidell U. A. Vidnovliuvani dzherela enerhii : monohrafiia. Chernivtsi : Vydavnytstvo Chaika, 2020. 392 s. **16.** Falshtynskiy V. S., Dychkovskiy R. O., Tabachenko M. M. Novitnia tekhnolohiia rozrobky vuhilnykh plastiv na bazi sverdlovyynnoi hazyifikatsii : monohrafiia. Kyiv : Nadra, 2020. S. 10–14. **17.** Alp. Partnun, St. Antonien. Hassler Erwin. *Elektrotechnik*. Schweiz, 1985. Vol. 36, 12. P. 49–51.

---

**Borovy V. O., Doctor of Engineering, Professor** (Pavlo Tychyna Uman State Pedagogical University, Uman, Cherkasy region), **Maksiutov A. O., Candidate of Pedagogic Sciences (Ph.D.), Associate Professor** (Pavlo Tychyna Uman State Pedagogical University, Uman, Cherkasy region), **Brezhytska L. A., Candidate of Agricultural Sciences (Ph.D.), Associate Professor** (National University of Water and Environmental Engineering, Rivne)

## USE OF ALTERNATIVE TECHNOLOGIES FOR ENERGY SUPPLY OF URBANIZED AREAS OF UKRAINE

In the article, there are reviews about the possibilities of using alternative electric energy to meet the needs of urbanized territories of Ukraine. It is characterized by the resource and raw material base of Ukraine and the direct development of the energy potential created by the possibility of energy supply based on the main alternative technologies in the urbanized territories of our state. It is characterized by scientific principles and technologies of transformation of alternative, natural and man-made energy sources. The creation of technologies for the use of underground water for heating and water supply is characterized. The principles of using



geothermal energy carriers are given. The energy efficiency of the functioning system of solar and wind power supply has been proven.

It has been established that one of the most important features of the development of the modern world is the increased attention of the world community to the problems of rationality and efficiency of the use of energy resources, the introduction of energy saving technologies and the search for alternative sources of energy. Today, the world is witnessing phenomena that disrupt the stability of civilized development of society: traditional sources of energy are being exhausted, the cost of their extraction is increasing, the environment is being intensively polluted, the biosphere is being destroyed, and an excessive amount of organic waste of industrial, agricultural, and household origin is being generated.

It has been proven that in modern economic conditions, the solution to the problem of increasing the level of energy security of Ukraine is considered through the possibility of using the potential of alternative types of fuel. Experience shows that the level of supply of energy resources is one of the main factors of the socio-economic development of the country. The use of alternative energy sources has a global perspective for further successful development of society.

As a result of the study, it was established that a special place in the energy supply system of urban areas of Ukraine is given to alternative electricity, which are characterized by a rather high cost and the use of modern progressive technologies. In this connection, a number of unresolved issues arise regarding the use of alternative energy sources in the urbanized territories of Ukraine.

*Keywords:* electricity production technologies; energy carriers; energy potential; energy efficiency; alternative electricity; urban areas.