

## АВТОМАТИЗАЦІЯ, КОМП'ЮТЕРНО-ІНТЕГРОВАНІ ТЕХНОЛОГІЇ ТА РОБОТОТЕХНІКА

УДК 681.5 / 620.9 / 621.311

DOI: [https://doi.org/10.32515/2664-262X.2023.8\(39\).1.48-56](https://doi.org/10.32515/2664-262X.2023.8(39).1.48-56)

**С.В. Кравцов**, магістрант, **Р.В. Жесан**, доц., канд. техн. наук, **О.П. Голик**, доц., канд. техн. наук<sup>©</sup>

*Центральноукраїнський національний технічний університет, Кропивницький, Україна,  
e-mail: [kravtsov\\_sv@ukr.net](mailto:kravtsov_sv@ukr.net)*

### Відновлювані джерела енергії й інші базові компоненти зростання енергоефективності та енергонезалежності

У статті розглянуто сучасний стан державної політики у сфері енергозбереження та енергоефективності, акцентовано на актуальності та доцільності подальшого впровадження енергозберігаючих технологій, з врахуванням національного і світового досвіду. Пропонується розглядати відновлювані джерела енергії у якості базових елементів енергоефективності окремих галузей економіки та енергонезалежності держави в цілому. Окремо акцентується на перспективності енергозбереження шляхом підвищення енергоефективності будівель і споруд. Мета статті полягає у проведенні аналізу обставин і базових елементів, що сприяють вдосконаленню та сучасному розвитку різноманітних технологічних процесів, що сприяють підвищенню енергоефективності будівель і споруд, за рахунок використання відновлюваних джерел енергії та створення і впровадження сучасних систем автоматичного керування. На основі проведеної роботи, зроблено висновки щодо подальших досліджень з висвітленої наукової проблематики.

**відновлювані джерела енергії, енергозберігаючі технології, енергоефективність, енергонезалежність, будівлі і споруди, системи автоматичного керування**

**Постановка проблеми.** Рівень розвитку будь-якого суспільства, досконалість технологій, що в ньому реалізовані, зручність і комфортність умов проживання та виробництва для населення у значній мірі визначаються станом розвитку енергетичних технологій. Постійне зростання потреб людства у енергії, виснаження, у недалекому майбутньому, земних паливно-енергетичних ресурсів (ПЕР), а також відчутне забруднення енергетичною галуззю навколишнього природного середовища примушують концентрувати увагу фахівців на комплексному розв'язанні глобальних енергетичних проблем, з метою забезпечення подальшого сталого розвитку суспільства.

Без перебільшення можна стверджувати, що незалежність нашої держави, як суб'єкта міжнародних відносин, її суверенність, безпека та конкурентоспроможність, в глобальному вимірі, неможливі без належної енергонезалежності. І збройна агресія росії проти України, постійні атаки ворога на вітчизняну енергетичну інфраструктуру лише підтверджує високу значимість надійного та безпечного функціонування енергосистеми країни для мінімізації зовнішнього впливу на функціонування та розвиток держави в цілому. Крім того, відомо, що власними ПЕР Україна на сьогодні забезпечена приблизно на третину, все інше закуповується за кордоном.

На шляху до енергетичної незалежності, постійна модернізація енергообладнання та вдосконалення систем і технологій, зменшення шкідливого

<sup>©</sup> С. В. Кравцов, Р. В. Жесан, О. П. Голик, 2023

антропогенного впливу на екологію є неможливими без впровадження сучасних енергозберігаючих та енергоефективних заходів.

Серед основних напрямків державної політики у сфері енергетичної ефективності є стимулювання споживачів до використання відновлюваних джерел енергії (ВДЕ) та сприяння науковим дослідженням у сфері енергоефективності процесів та технологій.

У схваленій урядом країни Енергетичній стратегії України на період до 2050 року [1] заплановане досягнення Україною вуглецевої нейтральності енергетичного сектору. Місією Енергетичної стратегії заявлене створення умов для сталого розвитку національної економіки через забезпечення доступу до надійних, стійких і сучасних джерел енергії. Зі слів Міністра енергетики України Г. Галущенка, висловлених ним у численних телепрограмах, енергетична стратегія передбачає цілі Європейського зеленого курсу, які, серед іншого, досягатимуться шляхом розвитку сучасної та безпечної атомної генерації, ВДЕ, модернізації та автоматизації систем передачі та розподілу.

Отже, враховуючи глобальні екологічні та економічні виклики, які пов'язані з використанням традиційних ПЕР, всебічну державну підтримку сфери енергозбереження, сьогодні актуальним є впровадження національного і світового досвіду ефективних технологій у промисловості, містобудуванні та архітектурі, зокрема з точки зору впливу автоматизованого керування будівлями та спорудами, їх інженерними системами, на загальні показники енергоефективності, а також пошук шляхів підвищення цих показників до рівня, не нижчого від сучасних мінімальних вимог до енергетичної ефективності будівель і споруд. При цьому важливою складовою виступають ВДЕ, що мають в подальшому розглядатись, як базовий елемент енергоефективності окремих галузей економіки та енергонезалежності держави в цілому.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Дослідженням різних аспектів у сфері енергозбереження та енергоефективності, зокрема з використанням ВДЕ присвячено чимало робіт зарубіжних та вітчизняних науковців.

Серед закордонних публікацій можна, перш за все, виділити фундаментальну працю [2] Твайделла Дж. та Уейра А., у якій досліджено можливості застосування всіх різновидів відновлюваної енергії. Перспективні форми ВДЕ досліджувались Соренсеном Б. Е., який вивчав інженерні аспекти перетворення, передачі та акумулювання енергії [3]. Альтернативні стійкі енергетичні системи були предметом дослідження Геворкяна П. [4].

Вагомий внесок у науково обґрунтовану енергоефективність із застосуванням ВДЕ належить вітчизняним вченим: акад. НАН України, д. т. н, проф. Шидловському А. К.; чл.-кор. НАН України, д. т. н, проф. Денисенку Г. І.; чл.-кор. НАН України, д. т. н, проф. Мхітаряну Н. М.; д. т. н, проф. Денисюку С. П.; д. т. н, проф. Драганову Б. Х.; д. т. н, проф. Каплуно В. В.; д. т. н, проф. Кудрі С. О. та ін.

Слід відзначити і науковий доробок вчених Центральноукраїнського національного технічного університету (ЦНТУ), де на кафедрі автоматизації виробничих процесів вже понад 30 років ведуться дослідження, пов'язані з використанням ВДЕ у системах енергопостачання та автоматики. Над цими питаннями у різний час на даній кафедрі працювали (або працюють): д. т. н., проф. Кондратець В. О.; к. т. н., проф. Пашенко В. Ф.; к. т. н., доц. Джума А.; к. т. н., доц. Березюк І. А.; к. т. н., доц. Зубенко В. О.; к. т. н., доц. Мірошніченко М. С.; к. т. н., доц. Плешков С. П.; Волков І. В. та ін., в т. ч. автори цієї статті. Останнім часом дослідження у сфері енергозбереження та застосування ВДЕ проводили співробітники

кафедри електротехнічних систем та енергетичного менеджменту ЦНТУ: д. т. н., проф. Клименко В. В.; к. т. н., проф. Плешков П. Г.; к. т. н., доц. Кубкін М. В.; к. т. н., доц. Солдатенко В. П.; к. т. н., доц. Петрова К. Г. та ін.

Проте, незважаючи на чималий обсяг попередніх наукових досліджень щодо різних аспектів застосування ВДЕ, враховуючи стрімкий розвиток науки і техніки та постійно зростаючі вимоги сучасного суспільства до підвищення власних умов комфортного життя, що неможливо забезпечити без належного рівня забезпечення енергією, питання енергозбереження та енергоефективності, із застосуванням ВДЕ, потребують подальшого вивчення. Серед іншого, існує потреба у більш глибоких дослідженнях щодо комбінованого використання різних видів ВДЕ, їх поєднання з традиційними джерелами енергії, а також осучаснення методів та систем керування ними, для підвищення енергоефективності окремих об'єктів.

**Постановка завдання.** Необхідно провести аналіз обставин і базових елементів, що сприяють вдосконаленню та сучасному розвитку різноманітних технологічних процесів, з точки зору енергозбереження. Особливий упор слід зробити на підвищенні енергоефективності будівель і споруд, за рахунок використання ВДЕ та створення і впровадження сучасних систем автоматичного керування (САК).

**Виклад основного матеріалу.** Коли мова заходить про енергозбереження, енергоощадність або енергоощадження, то мається на увазі зменшення споживання енергії шляхом використання меншої кількості енергетичних послуг. Енергоощадність відрізняється від енергоефективності, яка стосується використання меншої кількості енергії за ту саму послугу [2, 5]. Звідси ж з'явилося поняття енергозберігаючої технології – методу виробництва продукції з раціональним використанням енергії, який дає можливість одночасно зменшувати енергетичне навантаження на навколишнє середовище і кількість енергетичних відходів, отриманих при виробництві та експлуатації виробленого продукту [2].

Головним показником, що характеризує рівень ПЕР на одиницю виробленого валового внутрішнього продукту (ВВП) є енергоємність. Ще з радянських часів Україна має суттєво більшу енергоємність ВВП, порівняно з багатьма розвиненими країнами. Користуючись відкритими даними мережі Інтернет, можемо зробити висновок, що нині енергоємність вітчизняного ВВП приблизно у 3 рази більше, ніж у Польщі, у 3,8 разів більше, ніж у Туреччини та у 4,8 разів більше, ніж у Великобританії. Оскільки ПЕР є дорогими, вартість товарів чи послуг, для вироблення яких використовується багато енергії, виходить більшою за вартість аналогічних, на виробництво яких пішло менше енергоресурсів. А дорогим товарам та послугам на ринку важко конкурувати з більш дешевими.

Саме тому, одним з визначальних завдань перспективного розвитку України є на сьогодні зменшення енергоспоживання традиційних ПЕР, енерговитрат на одиницю продукції та впровадження дієвих заходів з енергозбереження й енергоефективних технологій, із залученням ВДЕ. Загалом, потенціал енергоощадності в Україні оцінюється фахівцями близько 45 % від обсягу спожитих ПЕР [5].

Слідуючи кращим європейським традиціям, в процесі інтеграції до Європейського Союзу та на виконання міжнародних зобов'язань, Україна послідовно адаптує національне законодавство до глобальних викликів у сфері енергетичної безпеки. Ще 01.07.1994 р. Верховною Радою України був прийнятий Закон України «Про енергозбереження», який заклав підвалини правових, економічних, соціальних і екологічних основ енергоощадності для всіх підприємств, об'єднань та організацій, розташованих на території України, а також для громадян [6]. Закон витримав понад 10 редакцій і 21.10.2021 р. був замінений на Закон України «Про енергетичну

ефективність» [7]. В ньому зокрема йдеться про забезпечення енергетичної ефективності під час виробництва, транспортування, передачі, розподілу, постачання та споживання енергії, а його прийняття здійснено з метою виконання зобов'язань із сприяння енергоефективності та енергозбереженню на нормативно-правовому та політичному рівнях, відповідно до стандартів ЄС, за Договором про заснування Енергетичного Співтовариства та Угодою про асоціацію з Європейським Союзом та Європейським співтовариством з атомної енергії. Важливими проміжними ланками можна вважати Закони України «Про альтернативні джерела енергії» [8], від 20.02.2003 р., «Про енергетичну ефективність будівель» [9], від 02.06.2017 р. та «Про внесення змін до деяких законів України щодо розвитку виробництва біометану» [10].

18.05.2022 р. Європейська комісія презентувала план «REPowerEU», який виник, як відповідь на труднощі та порушення глобального енергетичного ринку, спричинені вторгненням Росії в Україну і термінова необхідність трансформувати енергетичну систему Європи [11]. План «RepowerEU» базується, серед іншого, на напрямках, які також розвиває Україна:

- підвищення рівня енергоефективності та використання ВДЕ (йдеться не лише про великі потужності, а й про малу розподілену генерацію);
- стимулювання розвитку біоенергетики (виробництва твердого палива та біометану);
- розвиток водневої економіки.

Крім того, Кабінет Міністрів України вніс енергонезалежність та енергоефективність до переліку зусиль, на яких концентруватимуться у межах програми ЄС «Ukraine Facility», що передбачає фінансування в розмірі €50 млрд. протягом 4 років, повідомив прем'єр-міністр України Д. Шмигаль [12]. Всі заходи з енергоощадності, енергоефективності й екологічності за галузями та сферами мають головну мету – підсилення енергонезалежності, обороноздатності та безпеки нашої держави. «Ці параметри стануть обов'язковими при відновленні України та при реалізації всіх майбутніх проєктів. Усі ці зміни рухають нас уперед та наближають до стратегічних цілей: перемоги України, вступу до Європейського Союзу і НАТО», – зазначив очільник українського уряду [12].

Перераховані вище юридичні акти дозволили, у кінцевому рахунку, сформувати вже згадувану раніше Енергетичну стратегію України на період до 2050 року [1].

Досить перспективною, на нашу думку, сферою енергозбереження ввижаються заходи, пов'язані з підвищенням енергоефективності будівель і споруд. Коли мова йде про енергетичну ефективність будівлі, то під цим розуміють властивість будівлі, яка характеризується кількістю енергії, необхідної для створення належних умов проживання та/або життєдіяльності людей у такій будівлі [9]. Близьким є поняття «енергоекономічна споруда» – це споруда, яка спроектована таким чином, щоб її енергетичне споживання, з метою опалення, кондиціонування повітря, освітлення і гарячого водопостачання, задовольнялося при мінімальному використанні покупної енергії, тобто при мінімальних витратах на енергоносії [13]. Законодавчо вводяться поняття: «клас енергетичної ефективності будівлі» – позначення (маркування) властивості будівлі, що відповідає розрахунковому рівню енергоефективності будівлі, визначене за інтервалом значень загального показника енергетичної ефективності, що встановлюється відповідно до вимог законодавства у сфері енергетичної ефективності будівель та «мінімальні вимоги до енергетичної ефективності будівель» – вимоги до показників енергоефективності будівель, інженерних систем та їх елементів, теплотехнічних характеристик огорожувальних конструкцій [9].

Методологія проєктування енергоефективного будинку повинна ґрунтуватись на

системному аналізі споруди, як енергетичної системи. Проектування енергоефективних будинків має виконуватись на основі достовірної інформації щодо теплотехнічних характеристик енергозберігаючих зовнішніх огорожувальних конструкцій і систем тепло-, водо-, електропостачання та вентиляції. Проте, подальші розробки мають бути спрямовані на визначення ідентифікаторів енергоефективності будівель з урахуванням не лише теплоспоживання, а й електроспоживання, вентиляції та кондиціонування, регіональних параметрів клімату для умов України і особливостей функціонального призначення споруди [14].

У реалізованих в світі проектах енергоефективних будівель [2, 4, 5, 13] існуючі системи електропостачання будівель, на основі ВДЕ, інженерні системи будівель та САК ними нині не інтегровані в єдиний взаємоузгоджений технологічний процес, який має бути спрямований на злагоджене підвищення енергоефективності будівель. Загальна економічна ефективність, зручність експлуатації та керування всім технологічним обладнанням будівель може бути підвищена, завдяки комплексному вирішенню завдань автоматизації, як на рівні локальних систем, так і на рівні систем диспетчеризації та САК [4, 13, 14]. Цей шлях повинен підсилити енергоефективність цілих громад і територій, підвищити їх незалежність від диктату енергокомпаній-постачальників та енергонезалежність у цілому.

Очевидним фактом є те, що на сучасному етапі розвитку науки і технологій, енергонезалежність, енергоефективність та енергозбереження неможливі без подальшого вивчення й впровадження ВДЕ та комплексного їх використання з енергоощадними інженерними підсистемами в загальних системах життєзабезпечення. Виникає необхідність проаналізувати можливості практичного застосування ВДЕ та наявний потенціал відновлюваної енергетики.

Окремі розрахунки щодо оцінки енергопотенціалів ВДЕ та створення відповідних карт, проведені у ЦНТУ [15, 16], були підтверджені більш розлогими академічними дослідженнями – Відділенням комплексних енергетичних систем на основі ВДЕ Інституту електродинаміки НАН України складено атлас енергетичного потенціалу відновлюваних та нетрадиційних джерел енергії України [17]. Базуючись на інформації даних джерел, власному життєвому досвіді та загальнодоступній інформації мережі Інтернет, можна зробити декілька тверджень, щодо перспективних напрямків освоєння відновлюваного енергетичного потенціалу України.

1) Сонячна енергія є доступною за всією територією України (потенціал сонячної енергії досліджений у [15-17]). Використання сонячної енергії можливе за двома напрямками:

– перетворення сонячного випромінювання у теплову енергію, за допомогою різноманітних геліоколекторів;

– перетворення сонячного випромінювання безпосередньо у електричну енергію, за допомогою фотоелектричних перетворювачів (сонячних панелей або сонячних батарей).

Існує потреба в подальшому дослідженні технічного і доцільно-економічного енергопотенціалу, а також технічних нюансів застосування геліообладнання.

2) Вітрова енергія є доступною за всією територією України (вітровий енергопотенціал також досліджений у [15-17]). У прив'язці до енергозбереження та підвищення енергоефективності будівель і споруд, можуть бути застосовані вітроустановки двох типів:

– перетворення енергії вітру у механічну роботу (класичні вітряки, водопідйомні вітроустановки тощо);

– перетворення енергії вітрового потоку в електричну енергію – вітроелектричні

установки – ВЕУ (при цьому, електроенергія може видаватись на різних напругах, на постійному або змінному струмі, з акумулюванням і без).

Необхідні подальші дослідження щодо вдосконалення методів перетворення енергії та можливостей впровадження сучасного віротехнічного устаткування.

3) Гідроенергія може бути застосована за кількома напрямками:

– гідроенергія великих рік (доступна за течіями Дніпра та Дністра; енергопотенціал величезний, давно досліджений [5, 15-17] і використовується для потреб крупних промислових та сільськогосподарських підприємств й великих населених пунктів – навряд чи може бути запроваджений для підвищення енергоефективності окремих будівель і споруд);

– гідроенергія малих річок (доступна за всією територією України [5, 17] – існує потреба в подальшому дослідженні технічного і доцільно-економічного енергопотенціалу малих річок, а також інженерних нюансів обладнання для малих ГЕС, міні-ГЕС та мікро-ГЕС);

– енергія морських хвиль (доступна уздовж узбережжя Чорного та Азовського морів – мало досліджена, потребує глибоких наукових досліджень та інженерно-технічних розрахунків);

– енергія припливів і відпливів (може бути доступна на окремих ділянках узбережжя та на островах – практично не досліджена, потребує глибоких наукових досліджень та інженерно-технічних розрахунків).

4) Енергія тепла земних надр (геотермальна енергія) є доступною в окремих місцевостях Карпат [5, 17]. Може бути досить просто інтегрована у системи гарячого водопостачання, опалення і кондиціонування, шляхом відбору тепла від гарячих гірських порід у глибинах землі або від гарячих водяних джерел, що виходять на земну поверхню (гейзерів) [2-5]. Необхідні подальші наукові дослідження, для уточнення теплових потенціалів глибинних гірських порід та термальних вод, а також розробка високоефективного сучасного обладнання для ГеоТЕС.

5) Біоенергетика, тобто виробництво твердого, рідкого і газоподібного палив при анаеробному зброджуванні відходів сільськогосподарського виробництва, окремих галузей промисловості та життєдіяльності людей, доступна в більшості регіонів України. Енергетичний потенціал сировини (біомаси) часто розділяють за походженням: окремо для тваринницької сільськогосподарської біомаси, рослинної сільськогосподарської біомаси, відходів лісу і лісотехнічної промисловості тощо [2, 17]. Паливо, одержуване з біологічної сировини, може використовуватись як промисловими підприємствами (приклади – США, країни Скандинавії), так і у масштабах окремих домогосподарств (приклад – КНР). Є потреба в осучасненні відомостей про вітчизняний потенціал біоенергетики, а також розробка високоефективного сучасного біоенергетичного обладнання.

#### **Висновки:**

1. Питання енергозбереження, енергоефективності, енергонезалежності є на часі й мають чітку тенденцію до поширення світом. В багатьох країнах, в т. ч. в Україні, існують сприятливі світоглядні, законодавчі та технічні умови для розвитку даних напрямків національних економік.

2. Для досягнення максимального економічного ефекту від впровадження енергоефективних технологій перетворення будь якої енергії, у види, необхідні кінцевому споживачеві, всі методики повинні базуватись на науково обґрунтованих підходах.

3. Досить перспективним напрямком впровадження енергозберігаючих технологій є підвищення енергоефективності будівель і споруд. Методологія

проекування енергоефективного будинку повинна ґрунтуватись на системному аналізі споруди, як єдиної енергетичної системи, яка об'єднує в собі системи життєзабезпечення (тепло-, водо-, електропостачання, вентиляції та кондиціонування тощо) і різноманітні системи керування.

4. У напрямку розробки САК, доцільним є поглиблене вивчення питання переходу від програмованих логічних контролерів, що базуються переважно на простих алгоритмах керування, до більш сучасних – на основі технологій нечіткої логіки, штучного інтелекту, Інтернет речей та ін.

5. Одним з дієвих шляхів підвищення енергоефективності будівель і споруд в умовах України є використання потенціалу ВДЕ (з урахуванням географічних і кліматичних особливостей місцевості). Існує потреба у більш глибоких дослідженнях щодо комбінованого використання різних видів ВДЕ, а також їх поєднання з традиційними джерелами енергії.

6. Глобально, метою подальших наукових досліджень, серед іншого, має бути розробка підходів та методів для створення «розумних» будинків і «розумних» міст – цифровізація сфери будівель. Наслідком таких розробок має бути інтеграція ВДЕ, разом з комплексом інженерних систем будівлі та власними локальними САК, в єдину систему інтелектуального керування всіма параметрами мікроклімату та безпеки будівель для комфортного життєзабезпечення, з обов'язковим акцентом на європейські та вітчизняні стандарти з енергоефективності.

## Список літератури

1. Про схвалення Енергетичної стратегії України на період до 2050 року : розпорядження Кабінету Міністрів України від 21 квіт. 2023 року. № 373-р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/373-2023-%D1%80#n6> (дата звернення: 20.07.2023).
2. Twidell J., Weir T. Renewable Energy Resources. 2<sup>nd</sup> ed. London and New York : Routledge Taylor & Francis Group, 2006. 601 с. ISBN 0-419-25320-3.
3. Sorensen B. Renewable Energy Conversion Transmission and Storage. Cambridge, Massachusetts : Academic, 2007. 323 p. ISBN 978-0-12-374262-9.
4. Gevorkian P. Alternative Energy Systems in Building Design, 1<sup>st</sup> ed. New York : McGraw-Hill Companies, Inc., 2009. 512 с. ISBN 978-0-07-162524-1.
5. Вікіпедія. Вільна енциклопедія : веб-сайт. URL: <https://uk.wikipedia.org/wiki/> (дата звернення: 02.08.2023).
6. Про енергозбереження : Закон України від 01 лип. 1994 р. № 74/94-ВР. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/74/94-вр#Text> (дата звернення: 21.07.2023).
7. Про енергетичну ефективність : Закон України від 21 жов. 2021 р. № 1818-ІХ. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1818-20#n436> (дата звернення: 21.07.2023).
8. Про альтернативні джерела енергії : Закон України від 20 лют. 2003 р. № 555. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/555-15#Text> (дата звернення: 21.07.2023).
9. Про енергетичну ефективність будівель : Закон України від 02 черв. 2017 р. № 2118. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2118-19> (дата звернення: 24.07.2023).
10. Про внесення змін до деяких законів України щодо розвитку виробництва біометану : Закон України від 21 жов. 2021 р. № 1820-ІХ. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1820-20#Text> (дата звернення: 24.07.2023).
11. Україна та Європа мають спільну мету – енергобезпека та енергонезалежність. *Урядовий портал. Державне агентство з енергоефективності та енергозбереження України*, 02 червня 2022 р. . URL: <https://www.kmu.gov.ua/news/ukrayina-ta-yevropa-mayut-spilnu-metu-energobezpeka-ta-energonezalezhnist> (дата звернення: 16.09.2023).
12. Ткачук Я. Енергонезалежність та енергоефективність увійшли до програми на €50 млрд. – Шмигаль. *Kosatka.Media : Новини енергетики*, 20 липня 2023 р. URL: <https://kosatka.media/category/elektroenergiya/news/energonezalezhnist-ta-energoefektivnist-uyishli-do-programi-na-50-mlrd> (дата звернення: 16.09.2023).
13. Мхитарян Н. М. Человек и жилище. [Нац. акад. наук Украины, Ин-т возобновляемой энергетики]. Киев : Наук. думка, 2012. 309 с. ISBN 978-966-00-1181-6.

14. Басок Б. І. Фундаментальна теплофізична інженерія будівель у контексті відновлення України. За матеріалами доповіді на засіданні Президії НАН України 5 квітня 2023 року. *Visn. Nac. Acad. Nauk Ukr.* 2023. № 6. С. 62-72. DOI: <https://doi.org/10.15407/visn2023.06.062> ISSN 1027-3239.
15. Пащенко В. Ф., Жесан Р. В. Карти енергетичних потенціалів відновлюваних джерел енергії як джерело інформації для проектування автономних систем енергопостачання із САК. *Сборник научных трудов Национальной горной академии Украины.* № 11. Т. 2. Днепропетровск : РИК НГА Украины, 2001. С. 86-89.
16. Дослідження енергетичного потенціалу регіональних альтернативних джерел для оптимізації паливно-енергетичних балансів / Плешков П. Г. та ін. *Вісник ХНТУСГ ім. П. Василенка. Техн. науки.* Вип. 141: Проблеми енергозабезпечення та енергозбереження в АПК України. Харків : ХНТУСГ, 2013. С. 54-57. URI: <http://dspace.kntu.kr.ua/jspui/handle/123456789/5926> (дата звернення: 05.06.2023).
17. Кудря С. О., Яценко Л. В., Душина Г. П., Шинкаренко Л. Я., Довга В. Т., Васько П. Ф., Бриль А. О., Шурчков А. В., Забарний Г. М., Жовмір М. М., Віхарев Ю. А. Атлас енергетичного потенціалу відновлюваних та нетрадиційних джерел енергії України. Київ : Інст-т електродинаміки НАНУ, 2001. 40 с.

## References

1. Rozporiadzhennia Kabinetu Ministriv Ukrainy vid 21 kvitnia 2023h. № 373-р «Pro skhvalennia Enerhetychnoi stratehii Ukrainy na period do 2050 roku [On approval of the Energy Strategy of Ukraine for the period up to 2050: Order of the Cabinet of Ministers of Ukraine of April 21, 2023. № 373-р]. *zakon.rada.gov.ua*. Retrieved from <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/373-2023-%D1%80#n6> [in Ukrainian].
2. Twidell, J. ? Weir, T. (2006). *Renewable Energy Resources. 2<sup>nd</sup> ed.* London and New York : Routledge Taylor & Francis Group [in English].
3. Sorensen, B. (2007). *Renewable Energy Conversion Transmission and Storage.* Cambridge, Massachusetts: Academic [in English].
4. Gevorkian, P. (2009). *Alternative Energy Systems in Building Design, 1<sup>st</sup> ed.* New York : McGraw-Hill Companies [in English].
5. Vikipediia. Vilna entsiklopediia [Wikipedia, the free encyclopedia]. *uk.wikipedia.org*. Retrieved from <https://uk.wikipedia.org/wiki/> [in Ukrainian].
6. Zakon Ukrainy «Pro enerhozberezhennia» vid 01 lypnia 1994h. № 74/94-VR [The Law of Ukraine "On Energy Saving" of July 1, 1994 № 74/94-VR]. *zakon.rada.gov.ua*. Retrieved from <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/74/94-вр#Text> [in Ukrainian].
7. Zakon Ukrainy «Pro enerhetychnu efektyvnist» vid 21 zhovtnia 2021h. № № 1818-IX [The Law of Ukraine "On Energy Efficiency" of July 1, 1994 № 74/94-VR]. *zakon.rada.gov.ua*. Retrieved from <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1818-20#n436> [in Ukrainian].
8. Zakon Ukrainy «Pro alternativni dzherela energii» vid 20 liutoho 2003h. № 555 [The Law of Ukraine "On Alternative Energy Sources" of February 20, 2003 № 555]. *zakon.rada.gov.ua*. Retrieved from <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/555-15#Text> [in Ukrainian].
9. Zakon Ukrainy «Pro enerhetychnu efektyvnist budivel» vid 02 chervnia 2017h. № 2118 [The Law of Ukraine "On Energy Efficiency of Buildings" of June 02, 2017 № 2118]. *zakon.rada.gov.ua*. Retrieved from <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2118-19> [in Ukrainian].
10. Zakon Ukrainy «Pro vnesennia zmin do deiakykh zakoniv Ukrainy shchodo rozvytku vyrobnytstva biometanu» vid 21 zhovtnia 2021h. № 1820-IX [The Law of Ukraine "On Amendments to Certain Laws of Ukraine on the Development of Biomethane Production" of October 21, 2021 № 1820-IX]. *zakon.rada.gov.ua*. Retrieved from <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1820-20#Text> [in Ukrainian].
11. Uriadovi portal. Derzhavne ahentstvo z enerhoefektyvnosti ta eneghozberezhennia Ukrainy (2022) Ukraina ta Yevropa maiut spilnu metu – enerhobezpeka ta enerhonezalezhnist [Government portal. State Agency on Energy Efficiency and Energy Saving of Ukraine. Ukraine and Europe have a common goal – energy security and energy independence]. *kmu.gov.ua* Retrieved from <https://www.kmu.gov.ua/news/ukrayina-ta-yevropa-mayut-spilnu-metu-energobezpeka-ta-energonezalezhnist> [in Ukrainian].
12. Tkachuk, Ya. (2023). Enerhonezalezhnist ta enerhoefektivnist uviishly do programy na €50 mlrd. – Shmyhal. [Energy independence and energy efficiency are included in the €50 billion program – Shmyhal]. *kosatka.media*. Retrieved from <https://kosatka.media/category/elektroenergiya/news/energonezalezhnist-ta-energoefektivnist-uviyshli-do-programi-na-50-mlrd> [in Ukrainian].
13. Mkhitarian, N. M. (2012). Chelovek i zhelishche [Man and dwelling]. *Naukova dumka – Scientific*



- thought, 309 [in Ukrainian].
14. Basok, B. I. (2023). Fundamentalna teplofizychna inzheneriia budivel u konteksti vidnovlennia Ukrainy. Za materialamy dopovidi na zasidanni Prezydii NAN Ukrainy 5 kvitnia 2023h. [Fundamental thermal and physical engineering of buildings in the context of Ukraine's recovery. Based on the report at the meeting of the Presidium of the National Academy of Sciences of Ukraine on April 5, 2023]. *Visn. Nac. Acad. Nauk Ukr.* doi.org. Retrieved from <https://doi.org/10.15407/visn2023.06.062> [in Ukrainian].
  15. Pashchenko, V. F., Zhesan, R. V. (2001). Karty enerhetychnykh potentsialiv vidnovliuvalnykh dzherel enerhii yak dzherelo informatsii dlia proektuvannia avtonomnykh system enerhopostachannia iz SAK [Maps of energy potentials of renewable energy sources as a source of information for the design of autonomous energy supply systems with ACS]. *Sbornik nauchnykh trudov natsionalnoi Hornoi akademii Ukrainy. – Collection of scientific papers of the National Mining Academy of Ukraine, 11, Vol. 2, 86-89.* [in Ukrainian].
  16. Plieshkov, P. H., Kubkin, M. V., Petrova, K. H., Serebrennikov, S. V., Soldatenko, V. P., Stets, P. H. (2013). Doslidzhennia enerhetychnoho potentsialu rehionalnykh alternatyvnykh dzherel dlia optymizatsii palyvno-energetychnykh balansiv [Study of energy potential of regional alternative sources for optimization of fuel and energy balances]. *Visnyk KhNTUSH im. P. Vasylenka. Tekhn. Nauky. – Bulletin of KhNTUSH im. P. Vasylenka. Technical Sciences, Issue 141, 54-57.* Retrieved from <http://dspace.kntu.kr.ua/jspui/handle/123456789/5926> [in Ukrainian].
  17. Kudria, S. O., Yatsenko, L. V., Dushyna, H. P., Shynkarenko, L. Ya., Dovha, V. T., Vasko, P. F. et al. (2021). Atlas enerhetychnoho potentsialu vidnovliuvanykh ta netradytsiinykh dzherel enerhii Ukrainy [Atlas of energy potential of renewable and non-traditional energy sources of Ukraine]. *Kyiv : Instytut elektrodynamiky NANU* [in Ukrainian].

**Serhii Kravtsov**, master student, **Roman Zhesan**, Assoc. Prof., PhD tech. sci., **Olena Holyk**, Assoc. Prof., PhD tech. sci.

*Central Ukrainian National Technical University, Kropyvnytskyi, Ukraine*

### **Renewable Energy Sources and Other Basic Components of Increasing Energy Efficiency and Energy Independence**

The article examines the current state of state policy in the field of energy saving and energy efficiency, prospects for further implementation of energy-saving technologies, taking into account national and world experience. Attention is focused on the fact that renewable energy sources can be considered as basic elements of energy efficiency of separate sectors of the economy and energy independence of the state as a whole. This is facilitated by the constant growth of humanity's energy needs, the lack of fossil fuel and energy resources, their depletion, as well as the introduction of modern trends in the development of industries. The state policy of Ukraine for the coming years, enshrined in a number of legislative and regulatory acts, envisages comprehensive support and development of the sphere of energy conservation, reduction of harmful anthropogenic impact on ecology, reduction of energy intensity of products.

Ukraine has significant potential for energy saving and is gradually increasing efforts to improve the energy efficiency of separate industry of the economy and the energy independence of the state as a whole. In particular, in the field of architecture and urban planning, measures to increase the energy efficiency of buildings and constructions, through the use of renewable energy sources and the creation and implementation of modern automatic control systems for engineering subsystems in general life support systems, seem quite promising.

In order to inherit the considerable previous scientific experience, the latest research and publications on this topic were analyzed. Prospective renewable energy sources, methods for determining their energy potential, regions and methods of practical use in the field of increasing the energy efficiency of buildings and constructions, as well as options for improving existing and creating new modern automatic control systems have been identified. Ways of further scientific research are planned.

**renewable energy sources, energy-saving technologies, energy efficiency, energy independence, buildings and constructions, automatic control systems**

*Одержано (Received) 02.10.2023*

*Прорецензовано (Reviewed) 21.10.2023*

*Прийнято до друку (Approved) 30.10.2023*