

УДК: 536.24:533

ЕНЕРГОКЛІМАТИЧНА БЕЗПЕКА І ЕНЕРГОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЖИТЛОВОГО СЕКТОРУ**Халатов А.А.**, академік НАН України, **Фіалко Н.М.**, член-кореспондент НАН України,
Тимченко М.П., канд. техн. наук*Інститут технічної теплофізики НАН України, вул. Марії Канніст, 2а, м. Київ, 03057, Україна*<https://doi.org/10.31472/tpe.1.2023.3>

Розглянуто питання енергокліматичної безпеки в контексті Зеленої угоди ЄС. Виконано аналіз важливих напрямів і технологій, спрямованих на досягнення енергокліматичної безпеки систем енергозабезпечення житлового сектору України. Розглянуто особливості формування поняття енергокліматичної безпеки в аспекті її пріоритетності щодо інституційних вимог до різних видів безпеки.

The issues of energy and climate security in the context of the EU Green Agreement are considered. An analysis of important directions of building stocks of Ukraine has been carried out. The features of the formation of the concept of energy and climate security in terms of its priority in relation to institutional requirements for different types of security are considered.

Бібл. 16, рис. 2.

Ключові слова: системи енергозабезпечення, житловий сектор, енергокліматична безпека, глобальне потепління, безкарбонова енергетика, енергоефективність. .

AR – Assessment Report (Оціночний звіт МГЕЗК);
 ARs – Assessment Reports (Оціночні звіти МГЕЗК);
 AR1, AR2, AR3, AR4, AR5, AR6 – (ARs 1-го÷6-го циклів впродовж 1988-2022 pp.);
 COP – conferences of parties (конференції країн-підписантів РКЗК ООН; вищий керівний орган РКЗК ООН);
 COP 1 – conference of parties No. 1 (організаційна зустріч, Берлін, 1995);
 COP 3 – conference of parties No. 3 (Київський протокол, Кіото, 1997);
 COP 21 – conference of parties No. 21 (Паризька кліматична угода, Париж, 2015);
 COP 27 – conference of parties No. 27 (Шарм-еш-Шейх, 2022);
 ENSO – El Niño-Southern Oscillation (Фаза Ель-Ніньйо Південного коливання);
 ENSO-E – European Network of Transmission System Operators for Electricity (європейська мережа операторів системи передачі електроенергії);
 nZEB – nearly zero-emission building (будівля з майже нульовими викидами);
 SR15 – Special Report 15 (Спеціальна доповідь 15, МГЕЗК, 2018);
 SSP – Shared Socioeconomic Pathways (спільні соціально-економічні шляхи);

ZEB – будівля з нульовими викидами;
 ВВП – валовий внутрішній продукт;
 ВЕС – вітряна енергетична станція;
 ВССС – Воднева стратегія ЄС;
 ГЕП – глобальний енергетичний перехід;
 ГПК – глобальне потепління клімату;
 ГтС – Гігатон Карбону;
 ЕКБ – енергокліматична безпека;
 Е-паливо – електричне паливо (е-паливо);
 ЄЗУ – Європейська Зелена угода (Green Deal EU);
 ЄКЗ – Європейський кліматичний Закон;
 ЗЗЛГЕС – землекористування, зміна в землекористуванні та лісове господарство;
 КСЗ – кліматична система Землі;
 МГЕЗК – Міжнародна група експертів зі зміни клімату;
 ПГ – парниковий газ;
 ПЕР – первинні енергоресурси;
 ПрГ – природний газ;
 РДВ – рівень двоокису вуглецю;
 РКЗК ООН – Рамкова конвенція про зміну клімату Організації Об'єднаних Націй;
 СЕЗ – система енергозабезпечення;
 СЕС – сонячна енергетична станція;
 ТПВТ – традиційна паливна вуглецевмісна тріада (вугілля, нафтопродукти, ПрГ);
 ТПЕР – традиційні первинні ресурси.

Вступ

Енергопостачання в житловому секторі безпосередньо пов'язане з енергокліматичною безпекою. Це

визначається критичним значенням, яке набуває вплив поточної глобальної зміни клімату на розвиток світової енергетики.

Наявні дослідження свідчать про те, що поточні кліматичні зміни викликані, насамперед, надмірними викидами парникових газів від спалювання викопних палив, з якими пов'язана більшість усіх антропогенних викидів CO_2 . Вказане, зокрема, стосується систем енергопостачання житлового фонду України, де споживаються великі обсяги вуглецевмісних первинних енергоресурсів. З огляду на це актуальним є створення безкарбонової модифікації таких систем в аспекті забезпечення енергокліматичної безпеки. Значний інтерес у даному контексті становить аналіз особливостей поточної глобальної зміни клімату і основних положень концепції енергокліматичної безпеки.

Особливості глобальної зміни клімату

Глобальне потепління вимагає нових підходів до створення СЕЗ житлового фонду як найбільш енергоємного сегмента економіки країни. При цьому поточні зміни клімату набувають наразі критичного значення, що потребує адаптації цих систем до нових умов.

Найбільш повна, детальна і «консенсусна» інформація про особливості поточної глобальної зміни клімату міститься в Оціночних доповідях (Assessment Reports AR) Міжнародної групи експертів зі зміни клімату (МГЕЗК).

Поточна зміна клімату має, як відомо, дві головні особливості. По-перше, вона відбувається в режимі потепління, по-друге, є переважно антропогенним, а не природним явищем (рис. 1).

Потепління викликано «збагаченням» складу атмосфери парниковими газами (рис. 2). До переліку ПГ входять (у порядку спадання фізичного впливу на

парниковий ефект) CO_2 , CH_4 , NO_x , галогеновуглеводні (ХФВ) та інші гази. ПГ мають наступні кількісні оцінки радіаційного форсингу (інтенсивності впливу на парниковий ефект, Вт/м^2): CO_2 – 0,75-1,55; CH_4 – 0,49; O_3 – 0,3; NO_x – 0,15.

Серед ПГ навіть при їх низькій (слідовій $\leq 0,04\%$) концентрації, найвпливовішим фактором парникового ефекту є CO_2 . Він є стійким окисом і утворюється, головним чином, при спалюванні органічного (вуглецевмісного) викопного палива – вугілля, нафтопродуктів, природного газу тощо. Зростання концентрації двоокису вуглецю (КДВ) в атмосфері (рис. 2) відбувається високими темпами: у лютому 2022 р. рівень викидів CO_2 становив 419,2 ppm; у лютому 2021 – 416,1 ppm; у 2014 р. – 397,7 ppm; у 2000 – 370 ppm; у 1960 – 316,6 ppm; 1850 – 286 ± 3 ppm; 1750 – 277 ± 3 ppm. На рис. 2 а, б, с наведена динаміка зростання КДВ (крива Кілінга) з початку налагодження у 1957 році їх безперервних прецензійних вимірювань з похибкою порядку 0,1 %.

Розглянуті особливості зміни клімату спричиняють проблему кліматичної безпеки. Остання, як свідчать наведені дані, безпосередньо пов'язана зі станом світової енергетики та її безпековими характеристиками.

Енергокліматична безпека

Поняття «Безпека», виходячи з профільної і галузевої множинності сучасного світу, взаємопов'язаності, взаємозумовленості і різноманіття людської діяльності, має багатовимірну структуру і широкий спектр тлумачення і використання. Безпеку вивчає міжгалузева нау-

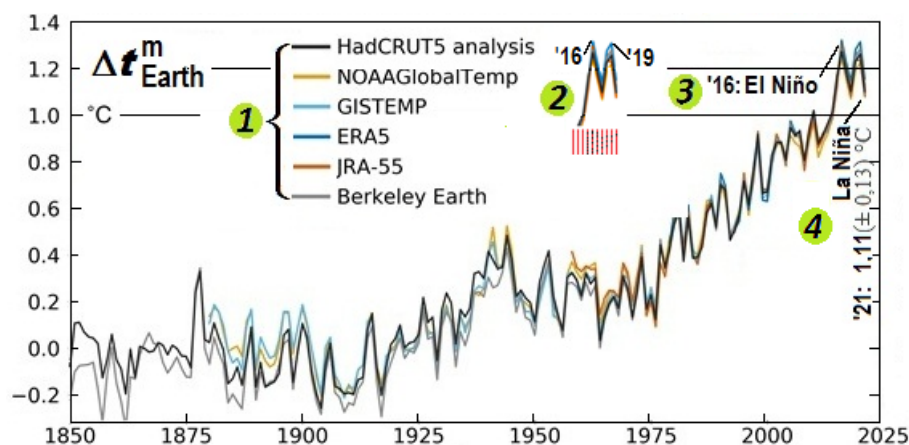


Рис. 1. Середня глобальна різниця температур 1850-1900 рр., Δt^m_{Earth} (°C): 1 – найкомпетентніші в світі центри збору та обробки кліматичних даних; 2 – дані у найспекотніші 7 років поспіль за останні півстоліття; 3 – амплітудна «модуляція» температурної кривої з Ель-Ніньо–південним коливанням (ENSO) за останні 7 років; 4 – початок (листопад 2021) етапу Ла-Нінья ENSO [1-4]

кова дисципліна «Безпекознавство» (Science of Security), або «Безпека життєдіяльності» [9]. В офіційних (у тому числі нормативно-правових актах) матеріалах та наукових публікаціях часто зустрічається дефініція «безпеки», яка заснована на узагальненому універсальному понятті «захищеності» (safety). Є визначення безпеки стосовно

населення і навколишнього середовища. Системоутворюючим чином «Безпека», як сап'єнтний тип безпеки, визначена у статті 2 Монреальської декларації від 15.05.2002 р. «Право людини на безпеку» [10]:

Безпека – це стан, в якому небезпека і умови, які ведуть до фізичного, психологічного або матеріального

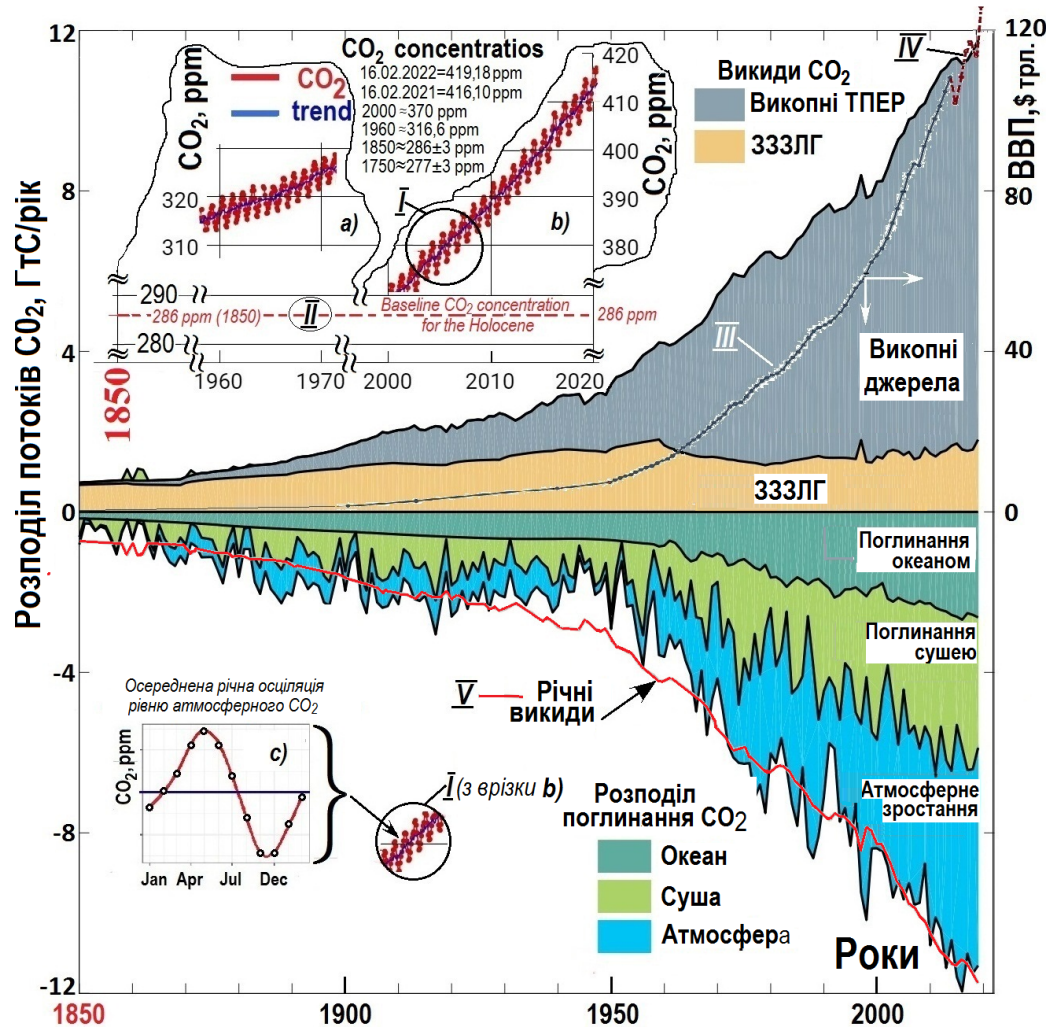


Рис. 2. Головні компоненти глобального вуглецевого циклу у вигляді часового ряду щорічних бюджетів {емісії [верхня половина графіка, позитивні значення]}/{поглинання [нижня половина графіка, негативні величини]} парникових газів в еквіваленті двоокису вуглецю (в одиницях ГтС) впродовж промислової ери (індустріального та початку постіндустріального періодів) розвитку світової економіки; врізки – фрагменти у рівновеликих масштабах кривої Кілінга: а) – період 1960-1970 рр.; б) – останні 20 років, с) – типова річна мінливість концентрації атмосферного діоксиду вуглецю (КДВ), яка зумовлена вегетативним циклом царства рослин. Виноски: I – виноска, що деталізує річну глобальну осциляцію КДВ; II – базовий рівень глобальної концентрації CO₂ в атмосфері в контрольний 1850 рік; зростання світового ВВП (права шкала): III - у 1850-2015 рр. (в цінах 2011 р. IV - у 2016-2021 рр. (поточні ціни приведені до цін 2011 р., V – загальні глобальні щорічні викиди CO₂ [1, 5-8]

збитку, контролюються для того, щоб зберегти здоров'я і добробут індивідів і суспільства. Безпека є результатом комплексного процесу, коли людина взаємодіє з навколишнім середовищем, включаючи фізичні, соціальні, культурні, технологічні, політичні, економічні і організаційні середовища. Безпека, проте, не визначається, як повна відсутність небезпеки.

У даній статті підтримується і використовується узагальнений науковий (теоретичний, точніше «логіко-детермінантний») підхід до розуміння поняття «безпеки» та його визначення, запропоноване В. Заплатинським [11]. Головною його відмінністю є те, що безпека розглядається відносно складної системи:

Безпека – це такі умови, в яких перебуває *складна система* (підкреслено авт.), коли дія зовнішніх і внутрішніх чинників не призводить до процесів, що вважаються негативними по відношенню до даної *складної системи* у відповідності до існуючих, на даному етапі, потреб, знань та уявлень.

Розгляд енергокліматичної безпеки (ЕКБ) має відбуватися на тлі як екологічної безпеки, так і економічної безпеки. Усі три (енергокліматичний, екологічний та економічний) види безпеки на перший погляд рівноважні. Але, виходячи з кліматологічних даних, у будівельній галузі, зокрема, у житловому секторі (ЖС), щодо формування інституціональних вимог до безпеки, енергокліматичному її аспекту слід надавати пріоритет. Природно, що основні принципи ЕКБ визначаються поняттям «кліматична система Землі», яка є одним з яскравих прикладів складної геофізичної та біогеохімічної системи.

Відповідно зі спеціальною доповіддю SR15 [12], КСЗ визначається як вельми складна еволюційна саморегульована система, що складається з п'яти основних взаємодіючих компонентів: атмосфери, гідросфери, кріосфери, літосфери та біосфери. На сталість теплової поведінки КСЗ впливають зовнішні фактори (зокрема, циклічні коливання сонячної радіації, виверження вулканів тощо), а в останні два століття ще і антропогенні зміни складу атмосфери та зміни у землекористуванні. Критичність викидів парникових газів (головним чином CO_2) антропогенного походження, які викликали глобальне потепління клімату, стала зрозумілою з 1970-х років. Прогнози щодо глобального потепління базуються на великій кількості кліматологічних досліджень. Результати їх фізичного вивчення і узагальнення представлені в звітах МГЕЗК AR1-AR6, SR15, а енергополітичні рішення закріплені у міжнародних угодах, зокрема РКЗК ООН, Кіотському

протоколі, Паризькій угоді, численних СОР з СОР 27 включно. Практично в кожній країні діє Національний план скорочення викидів ПГ. На сьогодні основним достовірним інструментом вивчення сценарію майбутнього розвитку ГПК є кліматичне моделювання. Розроблення і експлуатація кліматичних моделей зосереджені в десятку провідних центрів, які забезпечені достатнім для цієї роботи інтелектуальним потенціалом, досвідом, матеріальною базою (зокрема, суперкомп'ютерами). Прикладом продукції деяких цих центрів є узагальнені дані щодо динаміки наземної температури, які наведені на рис. 1. Вказана температура вважається одним із основних індикаторів ГПК.

В AR1- AR5 (1990-2015) представлені результати дослідження із застосуванням кліматичних моделей все більшої фізичної складності, в AR6 (2018-2022) – вже соціально-економічні сценарії щодо наслідків ГПК. До даних цих досліджень надається відносно відкритий доступ. Зокрема, вони використовуються вітчизняними кліматологами. Наприклад, на базі 10 регіональних кліматичних моделей Європейського проєкту ENSEMBLES були адаптовані кліматичні показники (температури, градусо-днів тощо) опалювального періоду на території України до середини ХХІ ст. [13].

Безкарбонові СЕЗ житлового фонду як засіб досягнення енергокліматичної безпеки

Енергетична політика ЄС у житловому секторі та енергокліматична безпека. Інституційною платформою сучасної Європейської енергетичної політики є **Європейська зелена угода (ЄЗУ)**. Ядром ЄЗУ вважається діючий з 2021 року Європейський кліматичний закон (ЕКЗ) у вигляді Регламенту (ЄС) 2021/1119. Він законодавчим чином закріплює генеральну мету ЄС – досягнути до 2050 року стратегічної цілі – кліматичної нейтральності. ЕКЗ разом з низкою наступних «зелених» регуляторних ініціатив та розпоряджень ЄС створює «Пакет 55» («Fit for 55»). Серед іншого він спрямований на досягнення оновленої, помітно більш амбітної, проміжної цілі ЕКЗ: скоротити чисті викиди парникових газів як мінімум на 55% до 2030 року у порівнянні з базовим рівнем у 1990 р. «Fit for 55» є органічною частиною європейського нормативного поля (*acquis communautaire*) ЄС, тобто сукупності спільних прав і зобов'язань, обов'язкових до виконання в усіх країнах-членах ЄС у цілому.

У відношеннях з Європейським Союзом, Україна має статус кандидата на членство ЄС. Згідно з цим Україна зобов'язана прагнути до імплементації *acquis communautaire*. Зокрема, дотримуватися якомога повної

імплементції екологічної та кліматичної політики Євросоюзу. Ця політика базується на висновках роботи МГЕЗК, викладених у звітах AR1-AR6, SR15 і має глибокий і системний характер. Крім того, еколого-кліматична політика ЄС наразі є законодавче врегульованою численними директивами та пакетами регуляторних актів ЄС.

Критичними факторами, які ускладнюють, а в деяких випадках унеможливають вирішення питання кліматичної безпеки (за умови виконання нормативних вимог щодо енергозабезпеченості домогосподарств) є обмеженість існуючих природних стоків (наземних або морських резервуарів) CO_2 , недостатні потужності секвестрації CO_2 безпосередньо з атмосфери або на місці його утворення, дострокове (тобто до часу повномасштабного розгортання потужностей безкарбонової енергетики) вичерпання родовищ викопних ПЕР, феномен зростання населення планети з темпом, випереджальним можливості безкарбонової енергетики задовольнити його відповідні потреби.

Важливі напрями та технології щодо досягнення енергокліматичної безпеки СЕЗ житлового сектору. Більшість фізичних, соціально-економічних та організаційних положень енергокліматичної безпеки засновані на платформі глобального енергетичного переходу. Останній перебуває на порядку денному вже кілька десятиріч (з часів РКЗК ООН, Кіотського протоколу, Паризької угоди, численних СОР з СОР 27 включно). Однак особливої актуальності ГЕП набув останнім часом на тлі загострення загальносвітових енергетичних та екологічних загроз. Спільним знаменником цих загроз є критична вимога у короткі строки завершити енергетичний перехід. Дана вимога потребує повної декарбонізації до 2050 року енергозабезпечення всього житлового фонду. При цьому має відбутися відщеплення (decoupling) лінії зростання світової низьковуглецевої енергетики від траєкторії сталого розвитку. Основні положення сучасної енергетичної політики ЄС, шляхи і засоби обмеження та пом'якшення наслідків негативної зміни клімату викладені у пакеті «Fit for 55». Зокрема, згідно з оновленою директивою Directive 2010/31/EU of the European Parliament and of the Council of 19 May 2010 on the energy performance of buildings (recast) [14] у країнах-членах ЄС усі нові будівлі з початку 2021 року, а будівлі громадського призначення – навіть з початку 2020 р., повинні відповідати вимозі майже нульового енергоспоживання. Нещодавно в ЄС розпочато процедуру приведення вказаної Директиви Directive 2010/31/EU у відповідність з Європейською зеленою угодою.

Остання передбачає повну декарбонізацію житлового фонду ЄС до 2050 року, тобто перехід від теперішнього стандарту будівель nZEB з майже нульовим енергоспоживанням до стандарту будівель з нульовим рівнем емісії (ZEB) [15].

Україна як кандидат на членство в ЄС також повинна виконувати свої кліматичні зобов'язання. Відповідна українська концепція зеленого енергетичного переходу та декарбонізації СЕЗ житлового сектору [16] у цілому має корелювати не тільки з енергокліматичним порядком денним ЄС, але і інших розвинутих регіонів, зокрема, в Південно-Східній Азії (особливо, в КНР), Північній Америці (головним чином, в США).

Згідно з вищевикладеним перспективи розвитку СЕЗ житлового сектору України пов'язані насамперед з застосуванням замість викопних ПЕР переважно відновлюваних джерел енергії. При цьому важливою є реалізація так званого, міжгалузевого сполучення (coupling) стратегії, яка передбачає інтегровану цілісність кількох різних систем: енергоспоживання/енергопостачання, електроенергетика/теплоенергетика, централізована/децентралізована генерація тощо.

Вказане інтегрування в межах СЕЗ житлового сектору централізованої і децентралізованої генерації, як наслідок, зумовлює потребу в акумулюванні різних видів енергії (механічної, теплової, електричної, хімічної, електрохімічної, термохімічної, кінетичної, потенційної тощо) та в деяких випадках в її «ітераційній», трансформації. З огляду на це виникає необхідність у формуванні окремого сегмента енергетичної галузі – високоефективних накопичувачів енергії.

Крім того перспективні СЕЗ житлового сектору пов'язані з застосуванням сучасних інформаційно-комутаційних технологій, за допомогою яких здійснюється управління взаємодією між окремими елементами системи, багаторівнева диспетчеризація тощо.

На особливу увагу заслуговують можливості застосування водню у СЕЗ житлового фонду України на тлі інших альтернативних палив. При цьому «зелений водень» має розглядатися як складний біфункціональний енергетичний продукт. Його першою функцією є функція мультиваріантного електричного палива (е-палива) замітника ТПВТ. Друга функція – це функція універсального накопичувача енергії у газоподібному або скрапленому стані (при криогенних температурах). Зауважимо стосовно більшості кольорових незелених видів водню («сірого», «блакитного», «бурого» та ін.) певна частина експертів вважає, що вони не повинні

використовуватися допоки не пройдуть певний еколого-енергетичний контроль. Згідно з п.п. 5, 6 «Ключових дій» та наступними відповідними заходами щодо реалізації цих дій у програмі «Водневої стратегії ЄС» запроваджуються «загальний поріг/стандарт з низьким рівнем викидів вуглецю для просування установок для виробництва водню на основі показників повного життєвого циклу парникових газів». Зараз запропоноване обмеження для низьковуглецевого водню вже включено до Директиви про внутрішній ринок водню.

Щодо систем теплопостачання житлового сектору, то низьковуглецевий шлях їх розвитку передбачає забезпечення високого ступеня «електрифікації» теплопостачання за умови інтеграції електричних і теплових мереж у багаторівневу систему енергопостачання, розширення масштабів джоулевого обігріву за рахунок «зеленої» електроенергії тощо.

При використанні води в системах теплопостачання як найбільш поширеного теплоносія мають застосовуватися переважно низькотемпературні системи опалення та оптимізоване кількісно-якісне керування режимами мереж з врахуванням раціонального рівня температури на зворотному кінці контуру циркуляції теплоносія.

Потребує також модернізації об'єктна основа систем теплопостачання України – наявний житловий фонд, що складається значною мірою з будівель масової забудови. Згідно з вказаною модернізацією житловий фонд має відповідати класу ефективності *B* і *A* із забезпеченням високого рівня комфортності, екологічності, цифровізації процесів енергоспоживання/енергопостачання.

Насамперед зазначимо, що зважаючи на наявність в Україні потужної ядерної енергетики, актуальною залишається проблема розвитку АЕС нового покоління. При цьому йдеться про доцільність розвитку екологічно вдосконалених технологій.

Висновки

Розглянуто поточні і прогнозні дані стосовно глобальної зміни клімату, які свідчать про актуальність проблеми кліматичної безпеки, що безпосередньо пов'язана зі станом енергетики, зокрема, з енергозабезпеченням житлового сектору та його безпековими характеристиками. Проаналізовано основні тренди щодо досягнення енергокліматичної безпеки систем енергозабезпечення житлового сектору України. При цьому акцентується увага на необхідності переходу до сучасних декарбонізованих централізованих і

децентралізованих систем енергопостачання, реалізації стратегії міжгалузевого сполучення, розвитку напряму накопичення різних видів енергії та її «ітераційної» трансформації, перспективності застосування низьковуглецевого відновлюваного водню тощо.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Handbook of Transitions to Energy and Climate Security*. Edited by Robert E. Looney Routledge, Ltd. (2017). P. 526. <https://doi.org/10.4324/9781315723617>
2. *NASA Homepage*, <https://climate.nasa.gov/scientific-consensus/>, last accessed 2022/04/22.
3. *WMO Homepage*, <https://news.un.org/en/story/2022/01/1110022>, last accessed 2023/02/17.
4. *NASA Homepage*, <https://www.nasa.gov/press-release/2021-tied-for-6th-warmest-year-in-continued-trend-nasa-analysis-shows>, last accessed 2022/04/22, last accessed 2022/04/22.
5. *World in data Homepage*, <https://ourworldindata.org/grapher/world-gdp-over-the-last-two-millennia?time=1.latest>, last accessed 2022/04/22.
6. Friedlingstein, P., O'Sullivan, M., Jones, M. W. and al., and Zaehle, S.: Global Carbon Budget 2020, *Earth Syst. Sci. Data*, 12. P. 3269–3340. <https://doi.org/10.5194/essd-12-3269-2020>.
7. *World in data Homepage*, Economic growth <https://ourworldindata.org/economic-growth>, last accessed 2022/04/22.
8. <https://www.statista.com/statistics/268750/global-gross-domestic-product-gdp/>
9. Clifton L Smith, David Jonathan Brooks. *Security Science: The Theory and Practice of Security*. Elsevier, Lnd (2013). <https://doi.org/10.1016/C2011-0-06978-8>
10. *Montreal-Declaration*, 15.05.2002. Health and human rights. Vol. 6 No. 2.P.185-192. <https://cdn1.sph.harvard.edu/wp-content/uploads/sites/2469/2014/04/11-Montreal-Declaration.pdf>
11. Заплатинський В. Логіко-детермінантні підходи до розуміння поняття «безпека». Вісник Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка. Фізичне виховання, спорт і здоров'я людини. Випуск 5, 2012. С. 90-98. <https://doi.org/10.32626/2309-8082.2012-0.%p>
12. IPCC: *Global warming of 1.5 °C*. (2018). Retrieved from [ipcc.ch/report/sr15/](https://www.ipcc.ch/report/sr15/)

13. *Krakovska, S. V., Palamarchuk, L. V., Shpytal, T. M.* Climatic projections of heating season in Ukraine up to the middle of the 21st century. *Geofizicheskiy Zhurnal*. Vol. 41(6). 2019. P.144–164. <https://doi.org/10.24028/gzh.0203-3100.v41i6.2019.190072>

14. *European Union*: Directive 2010/31/EU of the European Parliament and of the Council of 19 May 2010 on the energy performance of buildings (recast) <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?qid=1583922805643&uri=CELEX:02010L0031-20181224> <http://data.europa.eu/eli/dir/2010/31/oj>

15. *European Green Deal*: Commission proposes to boost renovation and decarbonisation of buildings. https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/ip_21_6683, last accessed 2023/02/17.

16. <https://www.kmu.gov.ua/news/prezentovano-proekt-koncepciyi-zelenogo-energetichnogo-perchodu-ukrayini-do-2050-roku>

ENERGY AND CLIMATE SECURITY AND ENERGY SUPPLY OF THE BUILDING STOCKS

Khalatov A., Fialko N., Tymchenko M.

Institute of Engineering Thermophysics, National Academy of Sciences of Ukraine, 2a, Marii Kapnist str., Kyiv, 03680, Ukraine

<https://doi.org/10.31472/tpe.1.2023.3>

The issues of energy and climate security in the context of the EU Green Agreement are considered. An analysis of important areas and technologies aimed at achieving energy and climate security of energy supply systems in the building stocks of Ukraine has been carried out. It is noted, in particular, that among the relevant trends, the following deserve special attention: the transition to modern decarbonized centralized and decentralized energy supply systems, the implementation of a cross-industry communication strategy, the development of the direction of accumulation of various types of energy and its “iterative” transformation, the prospects for the use of low-carbon renewable hydrogen, etc. The features of the formation of the concept of energy and climate security in terms of its priority in relation to institutional requirements for different types of security are considered.

Key words: energy supply systems, building stocks, energy and climate security, global warming, carbon-free energy, energy efficiency.

References 16, figure 2.

1. *Handbook of Transitions to Energy and Climate Security*. Edited by Robert E. Looney Routledge, Lnd. (2017). P. 526. <https://doi.org/10.4324/9781315723617>

2. *NASA Homepage*, <https://climate.nasa.gov/scientific-consensus/>, last accessed 2022/04/22.

3. *WMO Homepage*, <https://news.un.org/en/story/2022/01/1110022>, last accessed 2023/02/17.

4. *NASA Homepage*, <https://www.nasa.gov/press-release/2021-tied-for-6th-warmest-year-in-continued-trend-nasa-analysis-shows>, last accessed 2022/04/22, last accessed 2022/04/22.

5. *World in data Homepage*, <https://ourworldindata.org/grapher/world-gdp-over-the-last-two-millennia?time=1.latest>, last accessed 2022/04/22.

6. Friedlingstein, P., O'Sullivan, M., Jones, M. W. and al., and Zaehle, S.: Global Carbon Budget 2020, *Earth Syst. Sci. Data*, 12. P. 3269–3340. <https://doi.org/10.5194/essd-12-3269-2020>.

7. *World in data Homepage*, Economic growth <https://ourworldindata.org/economic-growth>, last accessed 2022/04/22.

8. <https://www.statista.com/statistics/268750/global-gross-domestic-product-gdp/>

9. Clifton L Smith, David Jonathan Brooks. *Security Science: The Theory and Practice of Security*. Elsevier, Lnd (2013). <https://doi.org/10.1016/C2011-0-06978-8>

10. *Montreal-Declaration*, 15.05.2002. Health and human rights. Vol. 6 No. 2.P.185-192. <https://cdn1.sph.harvard.edu/wp-content/uploads/sites/2469/2014/04/11-Montreal-Declaration.pdf>

11. Zaplatinsky V. Logical-determinant approaches to understanding the concept of "security". *Bulletin of the Kamyanets-Podilsky National University named after Ivan Ohienko. Physical education, sports and human health*. Issue 5, 2012. P. 90-98. <https://doi.org/10.32626/2309-8082.2012-0.%p>

12. *IPCC: Global warming of 1.5 °C*. (2018). Retrieved from ipcc.ch/report/sr15/

13. Krakovska, S. V., Palamarchuk, L. V., Shpytal, T. M. Climatic projections of heating season in Ukraine up to the middle of the 21st century. *Geofizicheskii Zhurnal*. Vol. 41(6). 2019. P.144–164. <https://doi.org/10.24028/gzh.0203-3100.v41i6.2019.190072>

14. *European Union*: Directive 2010/31/EU of the European Parliament and of the Council of 19 May 2010 on the energy performance of buildings (recast) <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?qid=1583922805643&uri=CELEX:02010L0031-20181224> <http://data.europa.eu/eli/dir/2010/31/oj>

15. *European Green Deal*: Commission proposes to boost renovation and decarbonisation of buildings. https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/ip_21_6683, last accessed 2023/02/17.

16. <https://www.kmu.gov.ua/news/prezentovano-proekt-koncepciyi-zelenogo-energetichnogo-perehodu-ukrayini-do-2050-roku>

Отримано 17.02.2023

Received 17.02.2023