

Ринкові дослідження потенціалу зменшення впливу ОРР та ФПГ для теплових насосів і торговельного холодильного обладнання в Україні

В рамках проекту «Нарощування потенціалу для інноваційного
застосування енергоефективних та кліматично технологій RASHP в
Україні»

Автори: Дітрам Оппельт, HEAT GmbH
Маньола Баня, HEAT GmbH
Сергій Анашкін, ГС ХАУ Україна
Олег Хоменко, Експерт ГС ХАУ Україна
Рецензенти: Доктор Корнелія Елснер, АБА
Доктор Соня Отто, АБА.

Цей проект було профінансовано в рамках Програми консультативної допомоги (AAP) Федерального міністерства захисту довкілля, охорони природи та безпеки ядерних реакторів Німеччини в галузі охорони довкілля в країнах Центральної і Східної Європи, Кавказу та Середньої Азії, а також в інших країнах, що межують з Європейським Союзом. Його куратором стало Федеральне відомство з охорони навколишнього середовища (UBA). Відповідальність за інформацію, подану в цьому документі, несуть його автори

Зміст

СТИСЛИЙ ОПИС/РЕФЕРАТ	3
Подяки	ОШИБКА! ЗАКЛАДКА НЕ ОПРЕДЕЛЕНА.
1 Вступ.....	4
1.1 КРАЇНА	4
1.2 МЕТА ДОСЛІДЖЕННЯ.....	6
2 ДРАЙВЕРИ ПОПИТУ НА ОПАЛЕННЯ/ОХОЛОДЖЕННЯ ТА ВИКОРИСТАННЯ ГАЗУ В УКРАЇНІ 7	
2.1 ДРАЙВЕРИ ПОПИТУ НА ОПАЛЕННЯ/ОХОЛОДЖЕННЯ.....	7
2.2 ВИКОРИСТАННЯ ГАЗУ	8
3 НОРМАТИВНО-ПРАВОВА БАЗА.....	9
3.1 НОРМАТИВНІ АКТИ ТА СТАН СПРАВ В СЕКТОРІ ОХОРАНИ КЛІМАТУ	9
3.2 НОРМАТИВНІ АКТИ ТА СТАН СПРАВ В СЕКТОРІ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ТА ВІДНОВЛЮВАНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ.....	10
3.3 ПРАВИЛА ТА ПОЛОЖЕННЯ ПРО ФТОРОВАНІ ГАЗИ І ХОЛОДАГЕНТИ	11
4 РИНОК ТЕПЛОВИХ НАСОСІВ - ПОТОЧНИЙ СТАН ТА ПЕРСПЕКТИВИ	13
4.1 РИНОК ТЕПЛОВИХ НАСОСІВ В ЄС - ПОРІВНЮВАЛЬНИЙ АНАЛІЗ ПРОГРЕСУ	13
4.2 РИНОК ТЕПЛОВИХ НАСОСІВ В УКРАЇНІ - ПРОГРЕС ТА ПРОГНОЗИ	14
4.3 КЛІМАТИЧНО ЧИСТІ ТА ЗВИЧАЙНІ ТЕПЛОВІ НАСОСИ ПОРІВНЯНО З ГАЗОВИМИ КОТЛАМИ	16
5 КОМЕРЦІЙНЕ ОХОЛОДЖЕННЯ - ПОТОЧНИЙ СТАН ТА ПРОГНОЗИ	19
5.1 ВПЛИВ ПАРНИКОВИХ ГАЗІВ НА КОМЕРЦІЙНЕ ОХОЛОДЖЕННЯ	19
5.2 ОГЛЯД ТОРГІВЕЛЬНОГО ХОЛОДИЛЬНОГО ОБЛАДНАННЯ ТА ВАРІАНТІВ ХОЛОДАГЕНТІВ	19
5.3 РИНОК КОМЕРЦІЙНОГО ОХОЛОДЖЕННЯ В ЄС.....	21
5.3.1 ОЦІНКА ПРОГРЕСУ.....	21
5.3.2 НОРМИ ЄС, ЩО ОБМЕЖУЮТЬ ВИКИДИ ПАРНИКОВИХ ГАЗІВ ДЛЯ ХОЛОДИЛЬНОГО ОБЛАДНАННЯ.....	21
5.4 КОМЕРЦІЙНЕ ОХОЛОДЖЕННЯ В УКРАЇНІ - ПРОГРЕС І ПРОГНОЗИ	22
6 СЦЕНАРІЇ ПОМ'ЯКШЕННЯ НАСЛІДКІВ	25
6.1 ПОТЕНЦІАЛ ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ З ТЕПЛОВИМИ НАСОСАМИ	25
6.2 ЕКОНОМІЯ ВИКИДІВ ЗА ДОПОМОГОЮ КЛІМАТИЧНО НЕЙТРАЛЬНОГО ТОРГІВЕЛЬНОГО ХОЛОДИЛЬНОГО ОБЛАДНАННЯ	27
7 ВИСНОВКИ.....	31
Посилання	32
Список скорочень	33
ПЕРЕЛІК МАЛЮНКІВ	34
ПЕРЕЛІК ТАБЛИЦЬ	34
Додатки.....	35
A.1 Ринкові дані	35
A.2 Економія викидів при використанні теплових насосів - МЕТОДОЛОГІЯ	36
A.3 Звичайні та кліматично чисті теплові насоси та холодоагенти - ВХІДНІ ДАНІ 39	
A.3.1 Звичайні та кліматично чисті теплові насоси супроти газових котлів.....	39
A.3.2 Коефіцієнти викидів холодоагенту та розміри заряду	40
A.3.3 Коефіцієнти енергоефективності комерційного холодоагентного обладнання. 40	
A.4 КАРТА ЗАЦІКАВЛЕНИХ СТОРІН	42

A.4.1 Холодоагенти.....	42
A.4.2 Енергоефективність.....	43

Стислий опис/реферат

Це дослідження являє собою огляд ситуації на ринку України відносно поточного та майбутнього попиту на теплові насоси та побутову техніку для комерційного холодильного обладнання. Обидва сектори є прикладами, коли значна економія рівня парникових газів може бути досягнута за рахунок переходу на холодоагенти з низьким ППП, натуральні холодоагенти та високоефективне енергозберігаюче обладнання. Успішний перехід на рішення з низьким ППП був впроваджений у ЄС та в рівній мірі можливий в Україні. В рамках цього проекту було розроблено три частини Методичних рекомендацій, заснованих на кращій практиці ЄС в секторі регулювання, безпеки холодоагентів та навчання технічного персоналу, доступ до яких можливо отримати безкоштовно на сайті [Громадської Спілки «Холодильна асоціація України»](http://ref.org.ua/projects)¹.

Подяки

Ми щиро вдячні Громадській Спілці «Холодильна асоціація України» за підтримку в отриманні даних, внесок в аналіз ринку та управління взаємовідносинами зі стейкхолдерами. Також велика подяка усім експертам, які приймали участь у дослідженні та представникам ринку.

¹ <http://ref.org.ua/projects>

1 Вступ

1.1 Країна

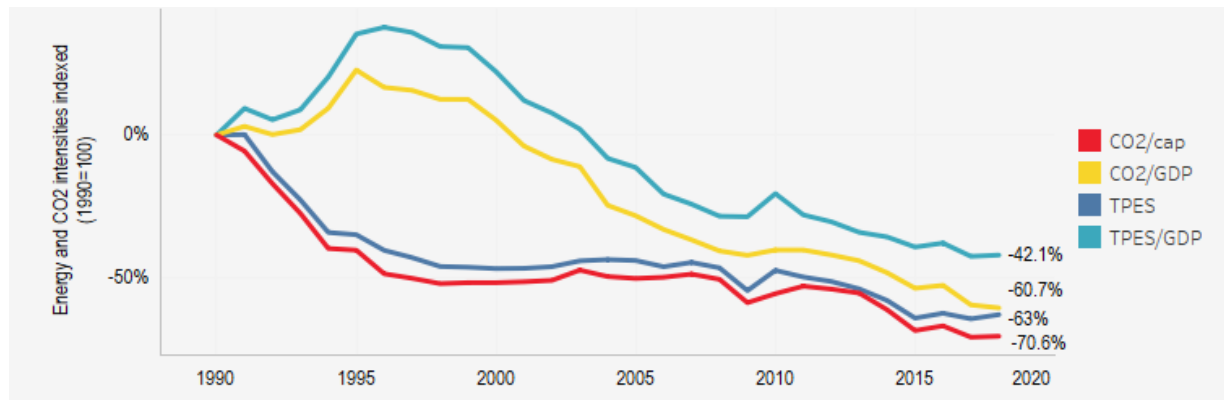
З чисельністю населення близько 42,2 млн.чоловік (2018)² Україна, країна з низьким рівнем доходів на душу населення, розташована в Східній Європі та межує з Росією, Білоруссю, Польщею, Словаччиною, Угорщиною, Румунією, Молдовою та Чорним морем. Валовий внутрішній продукт (ВВП) України у 2018 році становив 131 млрд. дол. У цей час Україна переживає період політичних та економічних змін. Прикордонний конфлікт між Росією та Україною у 2014 році призвів до кризи у багатьох областях, що призвело до економічного спаду та довгострокового розколу в політиці і бізнесі всередині країни та в регіоні. Незважаючи на те, що останнім часом був досягнутий певний прогрес та економіка України знову почала зростати, країна все ще страждає від високого рівня безробіття та інфляції.

Таблиця 1: Основні показники економіки України, 2018 р.

Індикатор	Значення
Населення, млн. чоловік	42.2
Кількість домогосподарств, млн. ³	16.3
ВВП, млрд дол.	131
ВВП на душу населення, в доларах	2,975
Інфляція, %	9
Рівень зайнятості, %	66.3
Викиди CO ₂ ⁴ , метричні тони на душу	4.47

В **Таблиця 1** наведені основні цифри економічних показників України, а тенденції індексованої енергетики та інтенсивності викидів CO₂, починаючи з 1990 року, проілюстровані на **Малюнок 1**. Як показано на графіку, економіка України ефективно використовувала свої первинні енергоресурси при зниженні інтенсивності споживання палива після 2000 року та знову після 2012 року. Однак, незважаючи на зниження енергоємності в останні роки, енергоспоживання України на одиницю ВВП майже у 3 рази перевищує⁵ середнє значення по ОЕСР, у той час як інтенсивність викидів CO₂ на одиницю ВВП у 3,2 рази перевищує середнє значення по ЄС(4).

Малюнок 1. Інтенсивність викидів енергоносіїв та CO₂, 1990-2018 рр.



Джерело: МЕА Статистика, EDGAR

Ратифікувавши Паризьку угоду, Україна взяла на себе зобов'язання щодо досягнення своїх цілей щодо зменшення наслідків змін клімату, окрім того, Україна є учасником Монреальського протоколу.

Торгова економіка, Всесвітній Банк ²

³) Державна служба статистики України, у середньому 2,6 чол. на домогосподарство - дані приблизні, через те, що офіційного перепису населення не проводилося

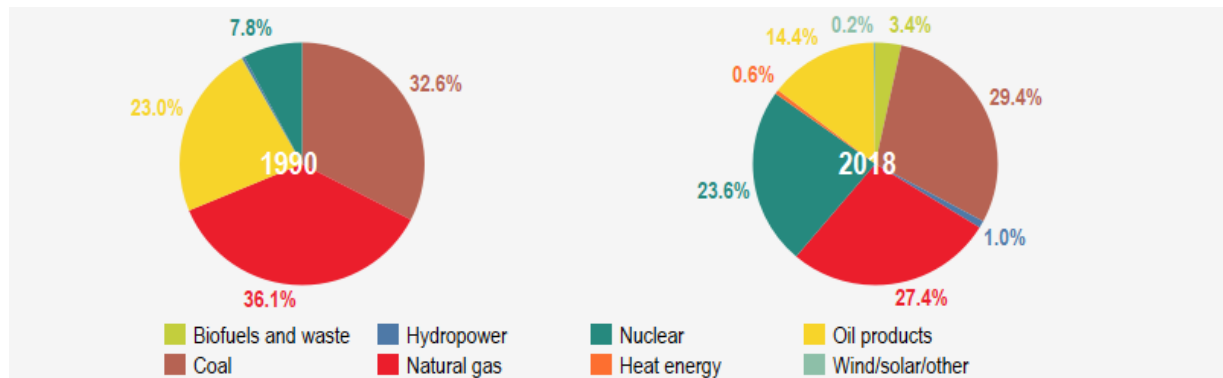
⁴) Об'єднаний дослідницький центр, ЄС, База даних про викиди для глобальних атмосферних досліджень (EDGAR)

⁵) ОЕСР 2019, Знімок енергетичного сектору України, <https://www.oecd.org/eurasia/competitiveness-programme/eastern-partners/Snapshot-of-Ukraines-Energy-Sector-EN.pdf>

З моменту вступу в силу/ратифікації Кігальської поправки¹ у січні 2019 року Україна взяла на себе зобов'язання скоротити до⁶ 2036 року споживання CO₂ ГФВ (ГФВ – гідрофторвуглецеві речовини) на 85% по відношенню до базового рівня. Але Україна поки що не входить до списку країн, що ратифікували Кігальську поправку⁷. Україна подала своє 6-е Національне повідомлення до ООН у 2012 році. У 2019 році Міністерство енергетики та охорони навколишнього середовища України підготувало кадастр викидів ПГ, який дотепер існує тільки у вигляді проекту, та охоплює період 1990-2017 рр.⁸.

У економіці України домінують гірничовидобувна, будівельна, електроенергетична та газова галузі. У 2018 р. Загальний обсяг поставок первинної енергії (ТПЕС) в Україну склав 93,2 млн т. н. е., що на 63% менше, ніж у 1990 р. (див. **Малюнок 1**). У **Таблиця 1** наведені основні дані економічних показників України, а інтенсивність викидів станом на 1990 р. проілюстрована тенденціями індексованої енергетики та викидів CO₂. Як бачимо, економіка України ефективно використовувала свої первинні енергоресурси при зниженні інтенсивності використання палива після 2000 року і знову після 2012 року. Однак, незважаючи на зниження енергоспоживання в останні роки, енергоспоживання України на одиницю ВВП майже в 3 рази перевищує середній показник по ОЕСР, в той час як інтенсивність викидів CO₂ на одиницю ВВП в 3,2 рази перевищує середній показник по ЄС.⁴ Незважаючи на те, що у структурі ТЕС в Україні виникли певні зміни у зв'язку з впровадженням низьковуглецевих технологій, у поставках первинної енергії як і раніше домінують викопні види палива, на частку яких у 2017 році припадало майже 71% від загального обсягу джерел енергії (див. **Малюнок 2**). Сектор теплопостачання значною мірою залежить від використання викопного палива. Вихід на ринок теплових насосів все ще знаходиться на початковій стадії. В 2017 р.⁹на теплові насоси припадало лише близько 1% енергії, яку використовували для потреб опалення.

Малюнок 2 (справа)



Джерело: UKRSTAT

У 2017 році Україна допустила 321 млн. тонн CO₂-екв. викидів парникових газів, та увійшла до переліку найбільших емітентів парникових газів на європейському континенті. Цей загальний обсяг викидів ПГ склав 7,2% від загального обсягу викидів ПГ у тому ж році. На частку енергетичного сектору припадало 68% від загальних викидів ПГ, незважаючи на те, що з 1990 року їх обсяг значно скоротився на 70%. Після занепаду важкої промисловості у пострадянському просторі у 1990-х роках викиди ПГ значно скоротились аж до 2000-х років (див. **Малюнок 3**). В цілому, за період з 1990 по 2017 рр. викиди ПГ в Україні скоротились на 65,8%. У той же час після скорочення викидів ПГ у 1996 р., викиди від промислового виробництва поступово збільшувались до 2007 р. і потім знову мала місце тенденція їх скорочення у кризовий період з 2008-2009 рр. Після збільшення показників у 2011 році ці викиди продовжували скорочуватися. У 2017 році ці викиди були на 56% нижче рівня

(⁶) Базова лінія визначається як середнє виробництво та споживання ГФВ за період 2011-2013 рр. до 15% від базової лінії ГХФВ. Україна є розвиненою країною відповідно до Статті 2 Групи 1 Кігальської поправки.

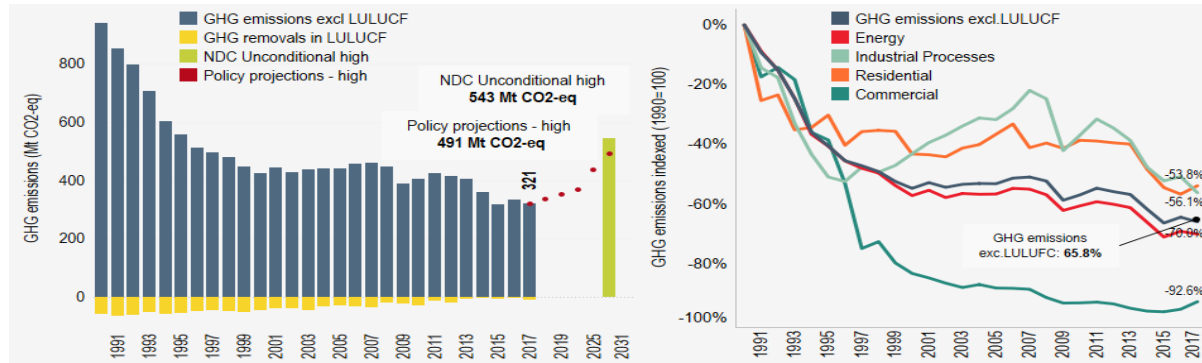
(⁷) https://treaties.un.org/Pages/ViewDetails.aspx?src=IND&mtdsq_no=XXVII-2-f&chapter=27&clang=en#3

(⁸) Кадастр викидів парникових газів України (1990-2017 роки), https://menr.gov.ua/files/docs/Zmina_klimaty/kadastr2017/Ukraine_NIR_2019_draft.pdf.

(⁹) Україна³. Довідь про хід роботи у галузі відновлюваних джерел енергії, <https://www.energy-community.org/implementation/Ukraine/reporting.html>.

1990 року. Викиди від побутового сектору, а також від споживання природного газу (див. прим.10) за ці роки скоротились більш ніж на 53 % проти 1990 року.

Малюнок 3 - Прогноз політики (високий) та безумовний прогноз НДЦ (високий) до 2030 року



Джерело: Данні кадастру ООН, Відстежування кліматичного впливу¹¹

1.2 Мета дослідження

У запропонованому дослідженні буде надана оцінка нормативним рамкам, що необхідні для переходу до енергоефективного та кліматично безпечного (екологічно безпечного) обладнання у двох основних секторах - комерційного холодильного обладнання та теплових насосів. У ньому також буде дана оцінка поточного стану і прогнозованого обсягу ринку для кількісної оцінки потенціалу пом'якшення наслідків, енергозбереження та ринкового потенціалу кліматично нешкідливих і енергоефективних приладів в цих підсекторах. Охолоджуючі прилади впливають на клімат за рахунок споживання електроенергії та використання холодоагенту. Проте, старе та не енергоефективне обладнання все ще є звичним явищем, а в комерційному холодильному обладнанні часто як і раніше використовуються озоруючі та кліматично небезпечні ГХФВ, що завдають шкоди клімату. Незалежно від власного видобутку природного газу, Україна сильно залежить від імпорту для забезпечення потреб країни. Впровадження сучасних **енергоефективних** технологій охолодження і теплових насосів у поєднанні з екологічно чистими холодоагентами з низьким потенціалом глобального потепління (ПГП), відновлюваними джерелами енергії, а також необхідна технічна підготовка для роботи з цими кліматично чистими технологіями будуть потрібні Україні для виконання її міжнародних зобов'язань, наближення до вуглецевого нейтралітету і отримання енергетичної незалежності.

У процесі переходу Україна може отримати велику користь з досвіду ЄС і створеної структури для трансформації сектора HVACR в низьковуглецеві технології. Це регулюється Положенням ЄС про F-гази (фторовані гази) (Регламент ЄС № 517/2014) для використання низьковуглецевих холодоагентів та вимогами до енергетичних характеристик теплових насосів з відповідним Екодизайном та енергетичним маркуванням (Регламент ЄС №517/2014). № 814/2013 та Регламент ЄС. №. 812/2013 з вимогами еко-маркування 2007/742 / ЕС, з поправками 2011 & 2013) і для комерційного холодильного обладнання з Регламентом еко-дизайну (Регламент ЄС № 2015/1095) і Регламентом маркування (Регламент ЄС № 2015/1094). Подальша стабілізація країни та економічне відновлення можуть бути значною мірою підтримані за допомогою міжнародного фінансування та співпраці. Співпраця між європейськими країнами та ринковими суб'єктами в галузі кліматичної політики та технологій буде економічно вигідною та рентабельною для необхідного переходу на низьковуглецевий шлях.

¹⁰⁾ Враховуючи викиди під час розвідки, видобутку, переробки, передачі, розподілу, зберігання та ін.

¹¹⁾ Climate Action Tracker, <https://climateactiontracker.org/countries/ukraine/>.

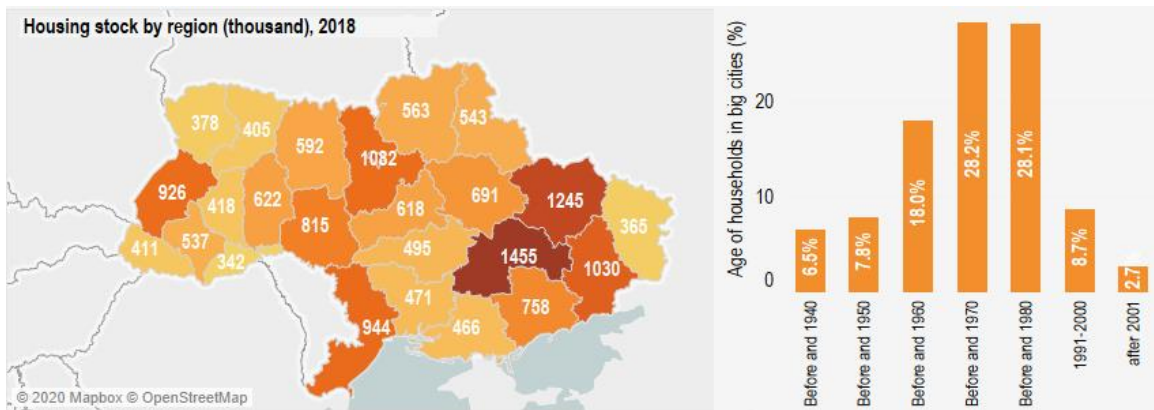
2 Драйвери попиту на опалення/охолодження та використання газу в Україні

2.1 Драйвери попиту на опалення/охолодження

Клімат України можна охарактеризувати як континентальний, з холодною зимою і спекотним літом. Середня температура взимку коливається від $-8\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $-12\text{ }^{\circ}\text{C}$, а в південних регіонах вона становить близько $0\text{ }^{\circ}\text{C}$. Середня температура влітку коливається від $+18\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $25\text{ }^{\circ}\text{C}$, а вдень може досягати більше $+35\text{ }^{\circ}\text{C}$ ¹². Середня температура влітку коливається від $+18\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $25\text{ }^{\circ}\text{C}$, а вдень може досягати більше $+35\text{ }^{\circ}\text{C}$. Прогнозують, що в майбутньому температура в Україні підвищуватиметься. За прогнозами, до 2050 року середньорічна температура підвищиться на $2,6\text{ }^{\circ}\text{C}$, а кількість щорічних жарких днів з температурою вище $35\text{ }^{\circ}\text{C}$ може збільшитися на 12,8 (днів) (РКП 8.5, високий рівень викидів)².

В Україні домінує міське населення з часткою 65%¹⁴, найбільшими містами є Київ (столиця), Харків, Одеса, Дніпропетровськ, Донецьк і Львів. У 2018 році житловий фонд України становив 17,1 млн. осіб, причому найбільший показник 1970-х і 80-х років (див. **Малюнок 4**)¹³. В опалювальному секторі України домінує, головним чином, опалення житлових, торгових, промислових і громадських будівель і водяне опалення. Однак він також включає в себе промислове теплопостачання, необхідне для виробничих процесів. У 2018 році кінцеве споживання теплової енергії в Україні досягло 7,5 млн. тон¹⁴.

Малюнок 4. Житловий фонд України по регіонах (у тис.) у великих містах (%) (2018 р.)



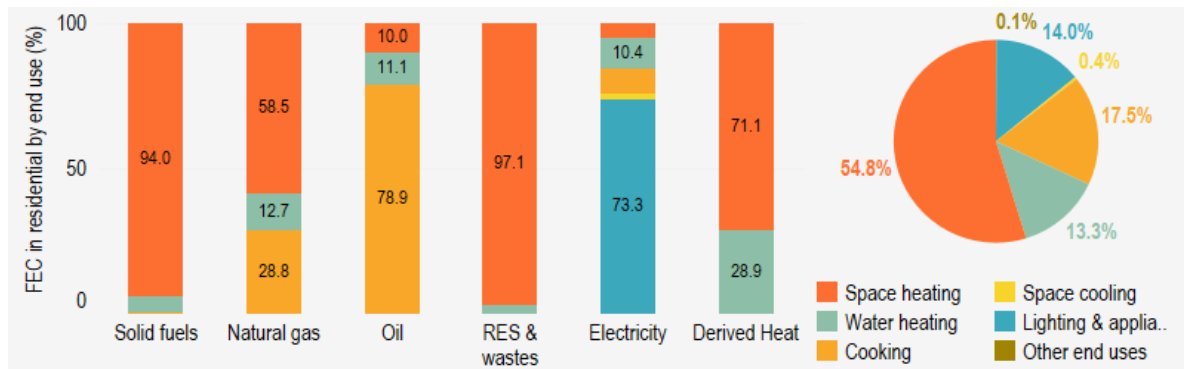
Джерело: UKRSTAT

Близько 40% українських домогосподарств опираються на підприємства централізованого теплопостачання (ЦТ) для забезпечення гарячою водою і теплом. Близько 55% кінцевого споживання енергії в житловому секторі використовується для опалення приміщень. Майже 60% природного газу в Україні та 97% ВДЕ (Відновлювані джерела енергії) та відходів тепла витрачається на опалення приміщень (див. **Малюнок 5**). Крім того, система ЦТ в Україні була побудована за радянських часів, тому близько 70% опалювальних мереж застаріли, а часті виходи із ладу призводять до проривів і перебоїв в подачі електроенергії в холодні місяці. Таким чином, ця система має низьку енергоефективність, високі втрати, підвищені викиди CO₂ і підвищені витрати на енергію, які впливають на жителів і бізнес в цілому. Це означає, що старі системи повинні бути замінені в найближчому майбутньому.

¹²) 6-е Національне повідомлення України про зміну клімату, 2013 рік

¹³) Державна статистична служба України, http://www.ukrstat.gov.ua/druk/publicat/kat_u/2018/zb/07/zb_sdhdu2018pdf.pdf.

Малюнок 5. Розподіл кінцевого споживання енергії в житловому секторі України за кінцевим споживанням у 2018 р.



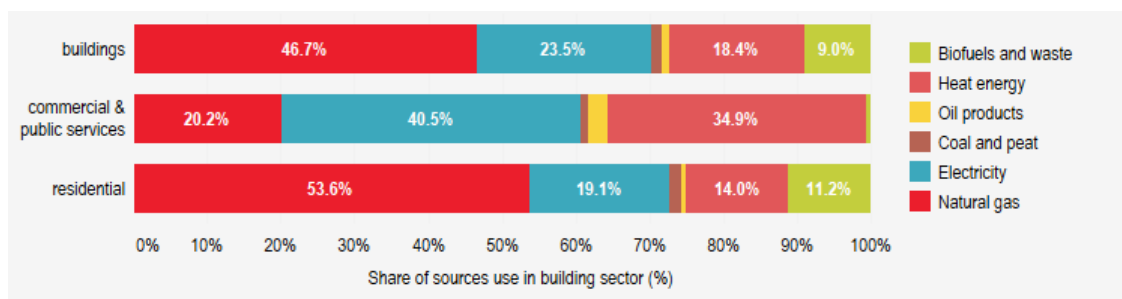
Джерело: UKRSTAT

2.2 Використання газу

Житловий сектор становить 35% від загального кінцевого споживання енергії в Україні. У житловому секторі близько 40% від загального обсягу кінцевої енергії споживається в централізованому теплопостачанні, а решта - в окремих будинках. Близько 54% енергії в житлових будинках виробляється з природного газу (див.

Малюнок 6). У житловому секторі 80% енергії, яка використовується для централізованого теплопостачання, надходить з природного газу (18 млрд.м³ або 620 PJ в 2010 р.). На противагу цьому, комерційний і громадський підсектори отримують переважну частину своєї енергії, тобто 41%, за рахунок електрики. 80% житлового фонду в містах оснащено засобами газопостачання, а понад 78% підключено до централізованого теплопостачання¹⁴.

Малюнок 6. Розподіл енергії за видами



Джерело: UKRSTAT

З 2015 року Україна покриває свої потреби в імпорті природного газу за рахунок поставок з європейського ринку. У 2017 році Україна імпортувала 13,7 млрд. куб. м природного газу, що понад 60% нижче рівня імпорту 2009 року¹⁴. У 2018 році загальний обсяг поставок природного газу склав 32,3 млрд. куб. м, при цьому видобуток склав 20,9 млрд. куб. м, а імпорт - 10,6 млрд. куб. м¹⁵. Ціни на газ як і на товар для населення зросли в 5 разів проти 2014 року¹⁵. Залежність України від імпорту газу була майже вдвічі вищою, ніж в ЄС у 1990 році, і становила 80%. Імпортна залежність України від газу з роками зменшилася, досягнувши рівня, зазначеного в ЄС у 1990 році, і становила 45%.¹⁴

«Нафтогаз» - найбільший імпортер природного газу в Україні і найбільший постачальник для споживачів. Група компаній «Нафтогаз» на сьогоднішній день є найбільшим корпоративним гравцем в Україні¹⁶. Термін дії контракту на транзит між «Нафтогазом» і «Газпром» мав закінчитися в грудні 2019 року, після чого Україна могла перестати бути головною транзитною країною

¹⁴) Євростат

¹⁵)Річний звіт Групи компаній "Нафтогаз" за 2018 рік, <http://www.naftogaz.com/files/Zvity/Annual-Report-2018-engl.pdf>. Див. <https://annualreport2015.naftogaz.com/en/strategija-ta-reformi/operacijna-efektivnist/> last accessed 05.01.2020.¹⁶

російського газу в Євросоюз. Для зменшення залежності від російського газу український уряд прагне стимулювати заміщення теплопостачання альтернативними джерелами, окрім природного газу. Сценарій IRENA mitigation REMAP 2030 (International Renewable Energy Agency – Міжнародне агентство відновлюваної енергетики)¹⁷ рекомендує утримати споживання природного газу в Україні на рівні 2012 р.і 43 млрд. м3 до 2030 р. і тим самим на 7,6 млрд. м3 або на 16% нижче референтного сценарію. Сценарій передбачає зниження споживання газу для централізованого теплопостачання і прямого використання газу в будівлях на 50% з 16,8 млрд.м3 в 2015 р. до 8,4 млрд. м3 в 2030 р. Такі цілі можуть бути досягнуті тільки за рахунок підвищення енергоефективності та заміни газу в якості джерела тепла на основі вичерпаного палива.

3 Нормативно-правова база

3.1 Нормативні акти та стан справ в секторі охорони клімату

Україна взяла на себе зобов'язання за кількома міжнародними угодами, пов'язаних з кліматом. З 1997 року Україна є Стороною Додатка I до **РКЗК ООН** (Рамкова конвенція ООН про зміну клімату), що робить її активним учасником переговорних процесів. З 2004 року вона також є стороною додатка до Кіотського протоколу. Завдяки використанню таких механізмів, як Ринок спільного здійснення та «Зелена інвестиційна схема» **Кіотського протоколу**, протягом 2008-2012 рр. було випущено близько 47 мільйонів одиниць призначеної кількості (ЕУ) в рамках промислових проектів з пом'якшення наслідків зміни клімату. Ці інвестиції дозволили уряду продати свої права на викиди і використовувати отримані доходи для інвестицій в «зелені» проекти. У 2014 році Україна в рамках Угоди про асоціацію ЄС-Україна (2014 р.) домовилася про подальше нарощування зусиль щодо пом'якшення наслідків зміни клімату. Україна ратифікувала **Паризьку угоду** у вересні 2016 року. У своєму першому **Національно-визначеному внеску** (НПК), представленому в 2015 році, Україна заявила про свій намір скоротити викиди ПГ щонайменше на 40% проти рівня 1990 року (включаючи землекористування, зміни в землекористуванні та лісове господарство) до 2030 року. З урахуванням того, що після 1990 року пострадянська важка промисловість занепала, обсяги викидів вуглецю зменшувалися паралельно. З огляду на це, мета скорочення викидів на 40% до 2030 року проти 2005 року не вважається досить амбітною. НДЦ України (Науково-дослідний центр) охоплює енергетику, промислові процеси і використання продукції, сільське господарство, ЗИЗЛХ і сектор відходів, але не уточнює внесок кожного сектора у запобігання зміни клімату.

У грудні 2017 року Україна прийняла концепцію реалізації державної політики у сфері зміни клімату до 2030 року. В результаті цих зусиль Україна створила деякі обмеження і необхідні інституційні механізми для розробки і реалізації проектів з пом'якшення наслідків викидів ПГ. Концепція визначає основні засади державної політики у сфері зміни клімату, а саме 49 заходів, як розробку двох національних стратегічних документів: Стратегії розвитку з низьким рівнем викидів та Національної стратегії адаптації. Відповідно до Стратегії розвитку з низьким рівнем викидів, прийнятої в липні 2018 року, орієнтовна мета щодо зменшення викидів ПГ на 31 - 34% до 2050 року проти 1990 року.

Україна ввела податок на викиди вуглекислого газу на стаціонарні джерела в промисловості, енергетиці та будівництві, який був збільшений в 2018 р. (0.02 до 0.36 дол. США/тCO₂). Він набув чинності в січні 2019 року, і планується його подальше зростання. Це як і раніше найнижчий у світі рівень цін на вуглець¹⁸.

У 2018 році Україна опублікувала **«Стратегію розвитку низьковуглецевих технологій(СРНВ) до 2050 року»**, спрямовану на скорочення викидів на 65% порівняно з рівнем 1990 року. Ця стратегія встановлює температурний цільовий показник 2°C в якості референтного значення для своїх певних цілей. Три цілі, вказані в СРНВ, є такими:

- Енергетичний перехід до низьковуглецевих джерел енергії та підвищення енергоефективності та екологічно чистого транспорту;

(¹⁷) IRENA REMAP 2030 Відновлювана енергія перспективи для України

(¹⁸) Див. <https://climateactiontracker.org/countries/ukraine/current-policy-projections/>.

- збільшення поглинання вуглецю сільськогосподарськими методами і лісовим господарством; та
- Скорочення викидів метану і оксидів азоту.

У СРНВ (<https://mepr.gov.ua/news/31815.html>) були визначені політика і заходи щодо забезпечення вуглецевої нейтральності в таких секторах, як енергоефективність, відновлювані джерела енергії, модернізація та інновації (промисловість), ринкові механізми, процес видобутку, переробки, транспортування і зберігання викопних видів палива, переробка відходів і сільське господарство. Однак кількісний розподіл і внесок кожного сектора в досягнення цих цілей досі залишається туманним.

3.2 Нормативні акти та стан справ в секторі енергоефективності та відновлюваних джерел енергії

В цілому, політика в галузі енергоефективності та відновлюваних джерел енергії розробляється окремо і поки ще не інтегрована в Україні. Найбільш конкретні і новітні плани по обох напрямках були сформульовані в Стратегії розвитку низьковуглецевої енергетики (СРНВ) до 2050 року. У лютому 2011 року Україна приєдналася до Енергетичного Співтовариства - міжнародної організації, метою якої є створення інтегрованого загальноєвропейського енергетичного ринку. Україна, яка є договірною стороною Енергетичного співтовариства, зобов'язана виконувати положення енергетичного та екологічного законодавства ЄС.

Енергоефективність

Як договірна сторона Енергетичного співтовариства, Україна рухається в напрямку транспозиції нормативно-правових актів ЄС у сфері енергоефективності. В даний час впровадження нормативно-правових актів ЄС у сфері енергоефективності знаходиться на просунутому етапі. У **Національному плані дій з енергоефективності до 2020 року (NEEAP)** кількісні цільові показники енергозбереження на 2017 і 2020 роки визначені як 5% і 11% від середнього загального обсягу кінцевого споживання енергії порівняно з періодом 2005-2009 років. У 2017 році кінцеве споживання енергії в Україні досягло 50,7 млн т. н. е., що на 4,2% менше порівняно з попереднім роком і на 8,6% нижче цільового показника на 2020 рік¹⁹. Стратегія розвитку з низьким рівнем викидів націлена на наступні сфери використання для підвищення енергоефективності: **електро - теплоенергетика; будівлі; агропромисловий комплекс; промисловість.**

Для сприяння щодо підвищення енергоефективності в житловому секторі України відповідно до європейських стандартів енергоефективності, програма «iQ energy» була розроблена Європейським банком реконструкції та розвитку (ЄБРР) в рамках ініціативи «EU4Energy» і підтримується донорами щодо надання технічної допомоги та стимулів. Проекти, які підтримують енергоефективність, складаються з інвестицій у високоєфективні енергоефективні технології та заходи, які мають, принаймні, на 20% більш високі енергетичні показники, ніж в середньому на ринку. Існує дві взаємопов'язані бази даних-перелік відповідних матеріалів і обладнання (вибір технології) і перелік постачальників і монтажників (вибір постачальника), які відповідають більш високим стандартам, заснованим на перевірених методології, яка використовується в багатьох країнах. Допустимі технології, а саме вікна, ізоляцію, теплові насоси, опалювальні системи, бойлери, сонячні батареї, лічильники, вхідні двері та установки для рекуперації тепла, перераховані на спеціалізованому веб-сайті²⁰.

Таблиця 2. Цільові показники України з енергоефективності до 2030 року при різних сценаріях²¹

Сценарії	SoE35 (в ТЕК)	EnC 2030 (в ТЕК)	Національна EE (в ТЕК)
2030 рік Ціль у сфері EE	-46%	-32.5%	-31% до -34%

¹⁹) Енергетичне співтовариство

²⁰) www.iqenergy.org.ua/technologies

²¹) Інвестиційний форум Україна-ЄС з відновлюваних джерел енергії, 2018 рік, https://ec.europa.eu/info/sites/info/files/presentations_res_forum_speakers.pdf.

Міжнародні фінансові інститути, такі як ЄБРР, Світовий банк, НЕФКО та ЄІБ, підтримують Україну в реалізації проектів з підвищення енергоефективності. Україна отримує міжнародне фінансування на цілі підвищення енергоефективності систем централізованого теплопостачання, зокрема, від Швеції та Світового банку. У 2019 році Україна підготувала проект нової НПДЕЕЕР на 2019-2030 роки, який очікує прийняття Кабінетом Міністрів. В **Україні прийняті практично всі правила маркування енергоресурсів, за винятком правил маркування нагрівальних приладів**¹⁶.

Відновлювана енергія

Ключовими відновлюваними джерелами енергії в Україні поки є **біопаливо, енергія з відходів і гідроенергія**. Поточна частка відновлюваних джерел енергії становить 6,6% від валового кінцевого споживання енергії (GFEC)²⁴, що нижче запланованої на цей рік частки в 8,9%, встановленої в **Національному плані дій з використання відновлюваних джерел енергії в Україні (NREAP)**. Прогрес країни в транспонуванні і впровадженні законодавства ЄС, що стосується відновлюваної енергії, відстає від прогресу, досягнутого в секторі енергоефективності. У своєму національному плані дій з відновлюваної **енергетики (NREAP)** (представленому в жовтні 2014 року) Україна планує збільшити частку відновлюваних джерел енергії до 11% в 2020 році. Україна підготувала новий NREAP (до червня 2018 року), метою якого є зниження частки відновлюваної енергії до 2020 року. Однак документ ще не прийнятий¹⁶. Досі Україна не досягла поставлених цілей щодо відновлюваних джерел енергії. Основним бар'єром є високодотаційні ціни на газ, за якими відновлювані джерела енергії навряд чи можуть бути конкурентоспроможними. У СДНВЕ визначено наступні заходи у сфері **відновлюваних джерел енергії**:

- Збільшення виробництва та споживання електроенергії, виробленої з відновлюваних джерел;
- Екологічно стійке виробництво та розширення використання біомаси (біопалива);
- виробництво біогазу та розширення його використання для виробництва теплової енергії та електроенергії; і
- Розвиток секторів міжнародної інтеграції України у сфері відновлюваної енергетики.

В рамках проекту UA MAP надається карта поточних проектів щодо відновлюваних інвестицій, а також інформація про ресурсний потенціал²². Електроенергія, отримана з відновлюваних джерел енергії і яка використовується для живлення теплових насосів, дозволить Україні виробляти опалення при досягненні вуглецевої нейтральності. Для того щоб в кінцевому підсумку досягти глобальних кліматичних цілей, електропостачання повинно бути повністю зведено до відновлюваних джерел енергії. З урахуванням того, що 100% електроенергії постачатиметься з відновлюваних джерел, електричні теплові насоси будуть забезпечувати найбільш безпечно для клімату теплопостачання, маючи при цьому більш низький рівень вуглецевого сліду і системи, які перевершать централізоване теплопостачання, які працюють на ископному паливі.

Прогноз частки ВДЕ (відновлювані джерела енергії) в Україні в 2030 році і в наступний період був предметом кількох досліджень. У **Таблиці 3** видно, що теплові насоси в якості специфічних відновлюваних технологій значно відстають від того, що планувалося в українській НРЕАП.

Таблиця 3. Цільові показники України по ВДЕ 2030 року при різних сценаріях²⁶.

Сценарій	SoE35 (в GFEC)	Таймс-Україна (в ГФЕК)	EnC 2030 (в ГФЕК)	Сценарій революції (в ФІК)
ціль 2030 року у галузі ВДЕ	27% - 32%	19%	17% – 23%	30%

⁽²²⁾ <https://uamap.org.ua/en/>

3.3 Правила та положення про фторовані гази і холодагенти

Охолоджуючі прилади і теплові насоси живляться від електрики і використовують холодагенти. Як описано вище, електроенергія в Україні досі в основному живиться від джерел енергії, що працюють на вихисному паливі. Крім того, холодагентами, які використовуються в холодильному циклі холодильних приладів і теплових насосів, в основному є гідрохлорфторвуглеці (ГХФВ) або гідрофторвуглеці (ГФВ) з високим потенціалом парникового газу. Вуглецевий слід цих приладів може бути знижений за рахунок використання високоефективних приладів з низьким споживанням холодагентів GWP. У наступному підрозділі описана діюча в Україні система використання холодагентів.

Вихід із ГХФВ

Як сторона Монреальського протоколу відповідно до статті 2, Україна зобов'язана відмовитися від 100% ГХФВ на 1 січня 2020 року. У 2012 році Україна була визнана невідповідною Монреальському протоколу (рішення XXIV/18), так як не виконала своєчасний вихід з обігу ГХФВ. Дотримуючись цього рішення, Україна підтвердила своє зобов'язання виконати наступний графік виконання зобов'язань за поетапним висновком ГХФУ²³:

- 86,90 тон ODP в 2013 році,
- 51,30 тон ODP в 2014 році,
- 16,42 тон ОРС в 2015, 2016, 2017, 2018 и 2019 роках,
- Нуль до 1 січня 2020 року, за винятком споживання, обмеженого обслуговуванням холодильного і кондиціонуєчого обладнання в період між 2020 і 2030 роками, як це передбачено Протоколом.

Відповідно, Україна повинна **довести свою відповідність повного висновку з експлуатації ГХФВ після 01 січня 2020 року**. Міністерство екології та природних ресурсів України видало наказ «Про затвердження Порядку ввезення та вивезення озоноруйнівних речовин та обладнання» у 2016 році (<https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0197-16#Text>), яким визначена взаємодія Міністерства екології та природних ресурсів України і Міністерства економічного розвитку і торгівлі України під час надання погодження на ввезення або вивезення озоноруйнівних речовин або товарів, що їх містять. Закон «Про охорону атмосферного повітря», вперше опублікований в 1992 році і останній раз оновлений в 2016 році, встановлює загальну вимогу до лімітів і норм викидів, але конкретно не згадує ОРР або ГФВ.

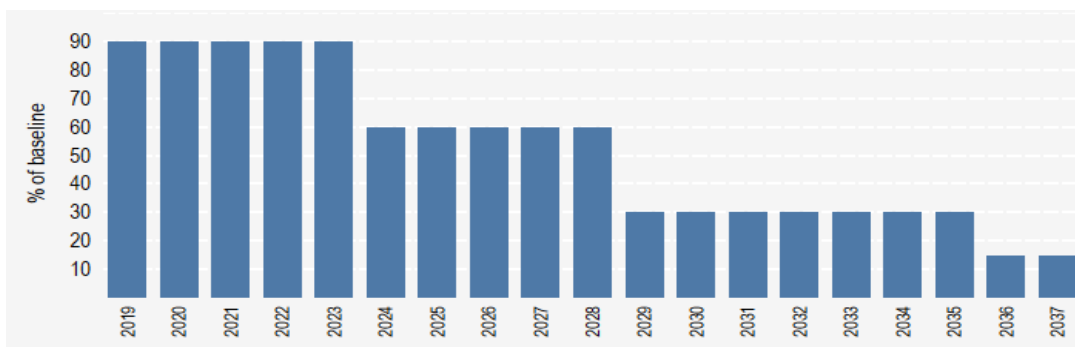
Виведення з ужитку ГФВ

Крім доведення своєї відповідності Монреальському протоколу з виведення з експлуатації ГХФВ, перед Україною стоять **амбітні завдання** з виведення з експлуатації ГФВ як **країни, що входить до групи 1 за статтею 2 Кігальської Поправки**, показана **фаза ГФВ вниз по** Україні. Згідно за цим графіком, перший значний етап зниження повинен бути досягнутий до 2024 р. порівняно з базовим рівнем (середнє споживання ГФВ в 2011-2013 рр. плюс 15% від історичного базового рівня ГФВ).

⁽²³⁾ [https://ozone.unep.org/treaties/montreal-protocol/meetings/twenty-fourth-meeting-parties/decisions/decision-xxiv18-non?source=decisions by article topic relation&args%5B0%5D=137&parent=2261&nextParent=2262](https://ozone.unep.org/treaties/montreal-protocol/meetings/twenty-fourth-meeting-parties/decisions/decision-xxiv18-non?source=decisions%20by%20article%20topic%20relation&args%5B0%5D=137&parent=2261&nextParent=2262)

Малюнок 7 показана фаза ГФВ вниз по Україні. Згідно за цим графіком, перший значний етап зниження повинен бути досягнутий до 2024 р. порівняно з базовим рівнем (середнє споживання ГФВ в 2011-2013 рр. плюс 15% від історичного базового рівня ГФВ).

Малюнок 7 Графік поетапного скорочення для України відповідно до Кігальської поправки



Джерело: Інформаційний бюлетень ЮНЕП «Озонська акція» Поправка Кігалі <http://bit.ly/2UitCuR>.

З внесенням до Верховної Ради України 14 Вересня 2018 року проекту постанови «Закону про озоноруйнівні речовини та фторовані парникові гази», Україна розпочала підготовку до поетапного скорочення ГФВ. Законопроект був доопрацьований та потім прийнятий Верховною Радою України і підписаний Президентом України 12 грудня 2019 як Закон №376- IX «Про регулювання господарської діяльності з озоноруйнівними речовинами та фторованими парниковими газами» (<https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/376-20#Text>). Основні елементи, внесені до закону, включають в себе:

- Регулювання операцій з контрольованими речовинами.
- Навчання та підтвердження кваліфікації.
- Маркування товарів та обладнання що містять контрольовані речовини.
- Управління утилізацією, відновленням і повторним використанням холодоагентів.

Оперативний вступ закону в силу і постійний моніторинг, огляд і перевірка його здійснення мають велике значення для забезпечення дотримання Кігальської поправки. Хоча вона станом на 01.06.2020 року була ще не ратифікована ВРУ. Для реалізації фази ГФВ Україна може спиратися на досвід, правила і норми, передбачені Директивою ЄС щодо F-газів або транспозицією F-газової директиви ЄС, або її ключових елементів, в сусідніх країнах, таких як Туреччина. Аналогічним чином, промисловість України може отримати вигоду з співпраці з європейськими виробниками побутової техніки у сфері впровадження енергоефективних і кліматично нешкідливих F-газових приладів. Зокрема, швидка заміна обладнання ГХФВ на обладнання, що працює з низьким GWP, натуральними холодоагентами дозволила б Україні здійснити стрімкий перехід від озоноруйнівних речовин до кліматично нешкідливих.

4 Ринок теплових насосів - поточний стан та перспективи

З урахуванням необхідності дотримання вуглецевого нейтралітету до середини століття або раніше відповідно до статті 2 Паризької угоди (РКІКООН, 2017 рік) і Спеціальною доповіддю МГЕЗК (Міжурядова група експертів зі зміни клімату) 1,5°C (МГЕЗК, 2019 рік) можна очікувати, що ціни на викопне паливо будуть все більше інтерналізувати витрати на вуглець і тим самим стануть

дорожчими. У зв'язку з цим витрати на опалення для кінцевих споживачів, особливо в промисловому і житловому секторах, будуть швидко зростати.

Теплові насоси, що працюють на електриці з відновлюваних джерел енергії, можуть забезпечити необхідне опалення будівель з практично нульовим вуглецевим слідом і тому є основною альтернативою традиційним опалювальним системам, що працюють на викопному паливі. Теплові насоси-це пристрої, які виробляють теплову енергію навколишнього середовища з повітря, ґрунтових і ґрунтових вод для опалення приміщень або води в будівлі. Тепловий насос направляє тепло з різних джерел, таких як зовнішнє повітря або ґрунт, в будівлю. Залежно від джерела теплові насоси поділяються на наступні типи: ґрунтові води, вода-вода, повітря-вода і повітря-повітря. У промислових процесах надлишкове тепло від виробничих процесів може бути використано через теплові насоси для підігріву води і для опалювальних цілей.

Енергоефективність теплового насоса вимірюється коефіцієнтом корисної дії (ККД), співвідношенням виробленої теплової енергії до використаної електричної енергії (чим він вище, тим краще). Різні варіанти теплових насосів залежать від їх застосування і джерела енергії, який вони використовують. Теплові насоси можуть бути класифіковані в цьому звіті щодо їх теплової потужності для **малих житлових приміщень** (до 10 кВт теплової потужності), **великих житлових приміщень** (до 10-20 кВт) і **комерційного використання** (більше 20 кВт), а також за їх джерелом тепла, в **теплові насоси наземного джерела і повітряні джерела**.

4.1 Ринок теплових насосів в ЄС - порівнювальний аналіз прогресу

Половина енергії в ЄС витрачається в секторі опалення/охолодження, причому з 2004 року споживання скоротилося на 13%. У той же час використання відновлюваних джерел тепла збільшилося на 65%, досягнувши частки 19,7% у валовому кінцевому споживанні енергії (GFEC) в 2018 році. Окрім ролі, яку відіграють теплові насоси, що працюють на біомасі та сонячній енергії, теплові насоси все частіше стають основним джерелом відновлюваного опалення. Завдяки інвестиційним грантам і схемам звільнення від податків цей внесок збільшився з 2,8% від відновлюваної теплової енергії в 2004 році до 6,5% в 2010 році і 11,6% в 2018 році. Найбільший внесок у 2018 р. внесли Італія і Франція, за якими йдуть Швеція (12%), Німеччина (9,6%) та Іспанія (6,2%).

Таблиця 4. Частка теплової енергії від теплових насосів в країнах ЄС кінцеве відновлюване тепло/холод, 2018 р.²⁴

Участь в остаточному RES-НС	Менш ніж 5%	5% – 10%	вище 10%
Країни	BE, LT HR, PL, HU	EE, DE, AT, BG, LU, DK, CZ, FI	MT, PT, CY, IT, EL, FR, SE, UK, ES, IE, NL

Джерело: Інструмент Євростат ШАРЕС²⁵

²⁴) в межах кожного діапазону країни ранжуються в порядку спадання відносного внеску
²⁵) Інструмент "Євростат ШАРЕС", <https://ec.europa.eu/eurostat/web/energy/data/shares>.

Продажі теплових насосів в ЄС зросли більш ніж на 55% з 2010 року, досягнувши 1,26 млн одиниць в 2018 році, в результаті чого загальний обсяг продажів склав майже 12 млн. Ринок теплових насосів досі широко відсутній в Латвії, Румунії, Словенії та Словаччині.

У загальній картині кінцевого енергоспоживання ЄС цей внесок все ще залишається низьким і становить лише 1%, в той час як в секторі опалення/охолодження він досягає 2,3%. Ринок теплових насосів ЄС у період з 2009 по 2018 рік зростав у середньому на 10% на рік.

4.2 Ринок теплових насосів в Україні - прогрес та прогнози

Незважаючи на їх значний потенціал, використання теплових насосів в Україні поки не набуло широкого поширення. Україна малф занадто багато амбіцій, запланувавши в 2020 році внесок у розмірі 600 кТЕ від теплових насосів у своєму NREAP, що відображає встановлену потужність в 1732 кВт. Незважаючи на ці плани, впровадження ринку теплових насосів в Україні характеризується повільним прогресом. У 2017 році в секторі опалення / охолодження було тільки 25,5 кВт ТЕ від теплових насосів замість очікуваних 350 кВт ТЕ. Аеротермічні теплові насоси є основним типом, які покривають понад 70% українського ринку в 2017 році. Геотермальні теплові насоси покривали 18%, в той час як гідротермальні тільки 11%. У період з 2016 по 2017 рік частка відновлюваних джерел тепла від аеротермальних теплових насосів в Україні збільшилася на 15,3%; від геотермальних теплових насосів - на 27,8%; від гідротермальних теплових насосів - на 33,3%.

За дворічний період з 2015 року гідротермальні теплові насоси пережили найбільший щорічний приріст на 33%. Аеротермічні та геотермальні теплові насоси за той же період зросли відповідно на 15,3% і 27,8%. В даний час **теплова енергія, що виробляється тепловими насосами в Україні, покриває тільки 0.05% від загального обсягу GFEC, 1% від кінцевого обсягу відновлюваної теплової енергії і 0.8% від кінцевого споживання відновлюваних джерел енергії.**

З січня 2019 року площа забудови в Україні склала 991,8 млн. м², при цьому майже 61% житлової площі припадає на міську зону¹⁴. Житлова площа становить 624,4 млн. м². Середня житлова площа на одну людину становить 24 м². Частка однокімнатних квартир у всіх квартирах склала 19,5%; двокімнатних - 36,6%; трикімнатних - 32,6% і чотирикімнатних і більших - 11,3%.

Оцінка запасів теплових насосів в Україні до 2050 року наведена в розділі

Таблиця 5, зокрема, досі не реалізується в рамках амбітної мети досягнення до 2050 року вуглецевого нейтралітету в масштабах всієї економіки. Як еталонний сценарій використовується нинішнє проникнення на ринок теплових насосів для побутових потреб в Україні, а також змін на ринку теплової енергії ЄС. Припущення, включені в ці прогнози, пов'язані з ними:

- Низький вплив поточної і запланованої політики;
- Передбачається, що зміна числа домогосподарств-числа домогосподарств буде підпорядковуватися тенденції демографічного зростання зі зниженням на 0,6% щорічно, згідно з оцінками, наведеними в доповіді ООН «Перспективи зростання чисельності населення в світі в 2019 році»;
- Проникнення ринку теплових насосів в житловий сектор-частка ринку теплових насосів в парку домашніх господарств України дуже низька, менше 1%;
- Річні темпи зростання ринку теплових насосів-за останніми тенденціями на ринку теплових насосів в ЄС, при розгортанні ринку теплових насосів в Україні до 2050 року застосовуються середньорічні темпи зростання в 10%.

Таблиця 5 Розрахунковий показник проникнення теплових насосів у житловий фонд України

	2018	2020	2030	2040	2050
Кількість домогосподарств	16,000,000	16,000,000	15,760,000	15,523,600	15,290,746

% проникнення HPs -high	1%	2%	4%	8%	16%
% проникнення HPs -low	0.5%	1%	2%	4%	8%
Кількість HPs - high	150,000	300,000	564,957	1,063,920	2,003,562
Кількість HPs - low	75,000	150,000	282,478	531,960	1,001,781

Запаси теплових насосів, які оцінювалися даним дослідженням, складають від 1 до 2 мільйонів на побутовому ринку України до 2050 року. У цьому секторі впроваджуються проекти, які підтримуються на міжнародному рівні, і очевидно, що субсидії та гранти будуть необхідні для подальшого поширення технології теплових насосів з одночасним оподаткуванням викопних видів палива. Ця оцінка відповідає аналізу, проведеному UNHRA на потенційному ринку теплових насосів в Україні, який може включати в себе:

- Громадські будівлі-38 000 (школи, лікарні, громадські комерційні будівлі);
- Житлові багатоповерхові будівлі - 200 000 установок.
- Комерційні будівлі - 250 000 теплових насосів.
- Житлові/комерційні малоповерхові будинки - 1 млн. теплових насосів.

Деяку інформацію про енергоефективні теплові насоси, доступні в даний час в Україні, можна знайти в базі даних проекту ЄБРР. В даний час в базі даних зареєстровано/внесено до списку 1193 одиниці техніки, які можуть бути профінансовані в рамках проекту. Основні виробники теплових насосів, які входять до списку, включають Daikin, Viessmann, Hitachi, Thermia, Kronoterm, Ochsner, Dimplex, Vaillant, IDM, Waterkotte та Climaveneta.

4.3 Кліматично чисті та звичайні теплові насоси порівняно з газовими котлами

ККД теплової генерації котлів, що працюють в основному на викопному паливі, в Україні досягає в середньому 89%. Однак 40% котлів, які використовуються, потребують модернізації або заміни²⁶. Оскільки теплові насоси працюють за рахунок поглинання тепла, що виникає природним чином поза домом і переміщення його всередину приміщень, ККД теплових насосів може досягати 300 - 500% (ККД може коливатися в діапазоні 3-5). Високопродуктивні теплові насоси можуть виробляти більше 4-5 кВт / год корисного тепла на кожні 1 кВт / год споживаної електроенергії²⁷.

Порівнюючи теплові насоси, що використовуються в якості джерела разом з природним газом і електроенергією, можна помітити, що основним результатом значної різниці між ККД цих приладів є скорочення викидів CO₂. Враховуючи величину емісії **0,202 т CO₂-екв / МВтч, пов'язаної зі спалюванням природного газу** для виробництва теплової енергії та електроенергії, і порівнюючи її з емісією від споживання електроенергії в Україні (**0,663 т CO₂-екв / МВтч**)^{Ошибка! Закадка не определена.}, можна відзначити, що економія емісій ПГ становить 30,4%. Ця економія ПГ в майбутньому буде збільшуватися при необхідному переході на виробництво електроенергії з використанням відновлюваних джерел енергії.

²⁶) ООО "КТ-Енергія", "Поліпшення роботи систем централізованого тепlopостачання в Центральній та Східній Європі-централізоване тепlopостачання в Україні" (42 млн. МВт-год)

²⁷) IRENA 2019, Renewable Power-to-Heat, Innovation Landscape Brief, https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2019/Sep/IRENA_Power-to-heat_2019.pdf?la=en&hash=524C1BFD59EC03FD44508F8D7CFB84CEC317A299.

Таблиця 6. Ціни на електроенергію та природний газ (ПГ) (з урахуванням податків) для населення в Україні, перше півріччя 2019 р. (€/кВт-год)

Електрика	Газ	Співвідношення електричество/газ
0.0442	0.0267	1.66

Річне споживання енергії на опалення будівель в Україні досягає 265 кВт-год/м²/год⁴⁶. Для розрахунку витрат на виробництво енергії за технологією теплових насосів необхідно щорічне споживання енергії на опалення в будинках разом із середньою ціною на кінцеву енергію, опираючись на вид палива.

Посібник з розрахунку відновлюваних джерел енергії теплових насосів міститься в Додатку VII до RED і в COM (2013) 1082, в якому визначені значення за замовчуванням для годин роботи і сезонних коефіцієнтів ефективності (СКЕ) як для теплових насосів з електричним, так і тепловим приводом в різних кліматичних умовах. У **Таблиці 7** наведені значення за замовчуванням для теплових насосів, що працюють в холодних кліматичних умовах.

Таблиця 7 Значення за замовчуванням для годин повного навантаження і сезонних факторів продуктивності в холодних кліматичних умовах²⁸

Тип теплового насоса	Час завантаження (ННР)	SPF (SCOPnet)
Аеротермічний (з електричним приводом)	600 - 1970	2.5
Геотермічний (з електричним приводом)	2470	3.2 – 3.5
Гідротермальний (з електричним приводом)	2470	3.2 – 3.5
Аеротермічний (з термічним приводом)	600 - 1970	1.15
Геотермальний (з термічним приводом)	2470	1.4 – 1.6
Гідротермальний (з тепловим приводом)	2470	1.4 – 1.6

Мінімальна продуктивність електричних теплових насосів визначається (SPF) вище 1,15* (1/η), де ККД енергосистеми (η) встановлений на рівні 45,5%. Мінімальна SPF для теплових насосів з електричним приводом становить 2.5, в той час як для теплових насосів з тепловим приводом - 1.15. У разі, якщо тепловий насос використовується як для опалення, так і для охолодження, співвідношення між коефіцієнтом енергоефективності (EER) і ККД встановлюється за такою формулою:

$$EER = COP * 3.412$$

Нижче представлено порівняння економії викидів, досягнутої при використанні звичайних і кліматично нешкідливих теплових насосів. Основні фактори, що враховуються при наступному порівнянні, полягають в (i) інвестиційних витратах і (ii) екологічних вигодах. Холодоагент (пропан R290), що використовується в кліматично нешкідливих теплових насосах, має дуже низький показник GWP, всього 3, і є кліматично нешкідливим, відносно недорогим, доступним у всьому світі і призводить до високих коефіцієнтів ефективності. Згідно з дослідженням Fraunhofer ISE²⁹ «потенціал парникових газів (у теплових насосів EE) приблизно в 500 разів менше, ніж у звичайних холодоагентів, і, таким чином, надзвичайно низький». Ще однією перевагою є те, що новий прототип «соляний розчин-вода»

COM(2013) 1082 ²⁸<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32013D0114&from=EN>

²⁹ Fraunhofer ISE, прес-реліз жовтень 2019 року.

https://www.energie.fraunhofer.de/content/dam/energie/en/documents/01_PDF_PR/Dokumente_PR_2019/191021_ise_2719_ISE_e_PR_Heat%20Pumps_wit_h_Climate_Friendly_Refrigerant.pdf

вимагає всього одну чверть холодоагенту в порівнянні зі звичайними тепловими насосами, доступними на ринку при тій же потужності».

Порівняння проводиться між звичайним геотермальним електропривідним тепловим насосом тепловою потужністю **15 кВт**, який використовують для побутового або офісного застосування, що продається на ринку в Україні, і геотермальним енергозберігаючим тепловим насосом на пропані аналогічної потужності. Також аналізується продуктивність газового котла, щоб отримати більше інформації про використання сучасного обладнання для виробництва тепла. Вартість життєвого циклу була розрахована з урахуванням поточної ціни на електроенергію в розмірі 0,05 долара США/кВт-год. Для розрахунків прийнятий середній **термін служби** теплового насоса **15 років**.

Коефіцієнт корисної дії для кліматично нешкідливого теплового насоса встановлений на рівні 5,7, що означає, що система буде забезпечувати річне опалювальне навантаження 5,7 кВт на кожен 1 кВт спожитої енергії. Фактична економія розраховується шляхом порівняння кінцевого / первинного споживання енергії від використання цих двох пристроїв. Для теплового насоса значення SPF і години роботи для холодного клімату представлені в Таблиця 7, в той час як для газового котла ККД встановлений на рівні 88 % (верхня теплотворна здатність). Як зазначалося вище, викиди теплових насосів протягом терміну їх служби будуть і далі знижуватися. Таким чином, при необхідній більш високій частці або більш високій частці відновлюваних джерел енергії в структурі виробництва електроенергії, як традиційні, так і кліматично сприятливі ГЕС матимуть більш низькі показники викидів протягом усього терміну служби.

Таблиця 8. Кліматичні та енергетичні показники газової котельні, звичайного і кліматично сприятливого теплового насоса

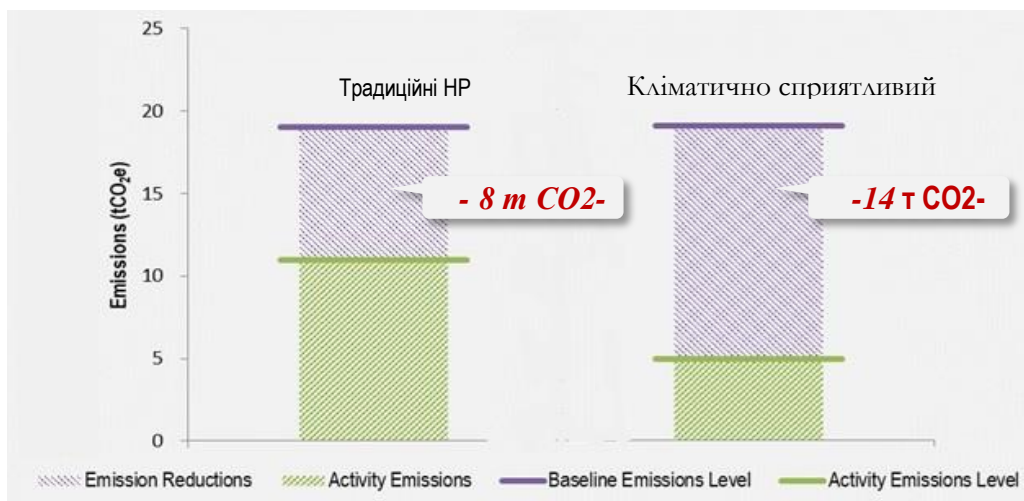
	Традиційні НР (R134A)	Кліматично сприятливий НР (R290)	Газовий водонагрівач
Потужність нагріву (кВт)	15	15	15
Опалювальне навантаження за рік (кВт/ч)	37,000	37,000	37,000
Час роботи	2,470	2,470	2,470
COP	2.5	5.7	-
КПД газового котла (%)			88
Споживання електроенергії газовим котлом (кВт-ч)			200
Споживання енергії (кВтч/год)	14,800	6,500	32,604
Джерело енергії	Електрична мережа	Електрична мережа	Електрична мережа / спалювання на майданчику
Термін служби-15 років (т CO ₂ -екв.)	148	65	131
Загальний обсяг інвестицій (USD)	7,220	8,320	2,800
Щорічні викиди (т CO ₂ -екв.)	10.8	4.7	8.7

У зв'язку з різким підвищенням вимог енергоефективності, вартість установки R290 в кінці життєвого циклу, скоригована на ставку дисконтування в Україні, але вона все ще нижче, ніж для існуючої традиційної установки теплових насосів. Дисконтна ставка центрального банку України в

даний час напрочуд висока, що наближає різницю у вартості життєвого циклу. З дослідження по тепловим насосам, комерційно доступним на українському ринку, ми виявили, що ціна на тепловий насос потужністю 12 кВт і 4 кВт для геотермального теплового насоса для ґрунтових вод потужністю 12 кВт і 3 кВт для теплового насоса потужністю 15 кВт і COP 3.9 підвищується приблизно до 4 400 доларів США.

За нашими розрахунками використання звичайних теплових насосів сприятиме скороченню викидів ПГ на 42% порівняно з базовими викидами, в той час як в разі використання кліматично нейтральних теплових насосів зниження може досягати 74%. При порівнянні ефекту від переходу від традиційних теплових насосів до кліматично безпечних теплових насосів, вплив на зниження викидів ПГ може бути оцінено в кількісному вираженні до 56%.

Малюнок 8. Скорочення викидів парникових газів за рахунок використання звичайних і кліматично нейтральних теплових насосів

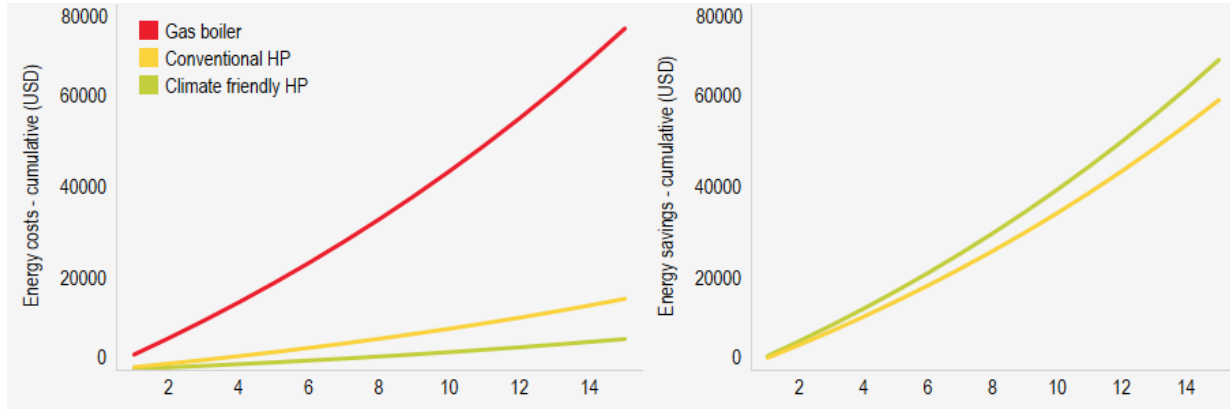


Власні розрахунки³⁰

Витрати на енергію (сукупні) при використанні газового котла, традиційного і кліматично нейтрального теплового насоса, а також економія енергії (сукупна) при порівнянні обох теплових насосів з газовим котлом показані на Малюнок 9. Навіть якщо початкові витрати на звичайні і кліматично безпечні теплові насоси вище в 2,6-3 рази порівняно з початковими витратами на газовий котел, економія енергії може варіюватися від 60% до 82%. З урахуванням перерахованих вище факторів термін окупності установки такого кліматично нешкідливого теплового насоса складе 2,5 року при внутрішній нормі окупності (IRR) 17% і нормі окупності інвестицій (ROI) 39%.

Малюнок 9 Продуктивність газового котла, традиційного і кліматично нешкідливого теплового насоса для кумулятивних витрат на енергію та енергозбереження

³⁰) прийнята методологія ЮСАІД щодо потенціалу геотермальних теплових насосів щодо пом'якшення наслідків зміни клімату <https://www.cleertool.org/Home/Index>.



Власні розрахунки

5 Комерційне охолодження - поточний стан та прогнози

5.1 Вплив парникових газів на комерційне охолодження

Роздрібні магазини відносяться до типу будівель з найвищою ємністю вуглецю в системах охолодження. В рамках роздрібних магазинів найбільшою ємністю такого вуглецю є продовольчі магазини. На частку холодильного обладнання припадає понад 50 відсотків енергоспоживання і викидів вуглецю (Ferreira і ін., 2020) в магазинах роздрібної торгівлі продуктами харчування. Вуглецеві викиди холодильного обладнання пов'язані з: а) прямими викидами в результаті витoku холодоагенту під час виробництва, обслуговування і закінчення терміну служби приладу б) непрямими викидами в результаті використання електроенергії, яка в основному виробляється з джерел викопного палива в Україні. Значне скорочення викидів може бути досягнуто щодо холодильного обладнання в супермаркетах з переходом на енергоефективні прилади і використанням низьковуглецевих холодоагентів. З заміною високовуглецевих холодоагентів на низьковуглецеві природні холодоагенти можна домогтися відносно швидкого і економічно ефективного переходу на низьковуглецеві холодоагенти GWP. Заміна старого обладнання буде економічно ефективною, якщо перехід на енергоефективні прилади буде поєднуватися з установкою нового і енергозберігаючого обладнання.

5.2 Огляд торговельного холодильного обладнання та варіантів холодоагентів

Відповідно до загальних класифікацій для комерційних холодильних установок, типи обладнання були класифіковані на автономне обладнання, конденсаторні агрегати і централізовані системи холодильного обладнання. Різні типи і варіації обладнання пояснюються наступним чином:

Автономне обладнання. Це вбудовані холодильники і морозильники, а також автономні торгові одиниці (Таблиця 9). Типовий продукт містить холодильну систему заводської збірки і містить від 50 до 250 г холодоагенту для малих і до 1 кг для невеликих торгових апаратів. У ЄС природні холодоагенти швидко стають нормою для автономного обладнання. В Україні обладнання для ГФВ в основному як і раніше продається. Однак більшість місцевих виробників починають перехід на натуральні холодоагенти відповідно до тенденції ЄС. Для України немає жодних серйозних перешкод для переходу на енергоефективне автономне обладнання з високою енергоефективністю відповідно до тенденції ЄС.

Основними варіантами заміни домінуючого наразі в Україні холодоагенту HFC-134a є:

- **HC-600a** продовжує залишатися основною альтернативою HFC-134a. Стурбованості у зв'язку з високою займистістю холодоагенту, введеного в 1994 році в Європі, більше не існує, особливо в зв'язку з тим, що заряди, необхідні для побутового холодильного обладнання, значно нижче допустимих розмірів зарядів для горючих холодоагентів. Хоча сам холодоагент дешевше HFC-134a, додаткові інвестиційні витрати на застосування HC-600a можуть виникнути у зв'язку з вимогами безпеки, наприклад, у зв'язку з безіскровими електричними компонентами.
- **HFO-1234yf** спочатку був розроблений для заміни HFC-134a в автомобільних кондиціонерах. Ці ненасичені фторвуглеці були достатньо оцінені і для побутових холодильних установок, але

вони не є високопріоритетними в цьому секторі, який є більш вимогливим, ніж автомобільні установки. Більше того, ціни на ГФВ³¹ значно вищі, ніж на ГФВ³².

- **CO2-R744** є хорошим варіантом для легкого комерційного обладнання. Досвід використання CO2-R744 можна отримати у великій кількості кулерів і торгових автоматів, які використовуються з 2004 року. Додаткові витрати оцінюються в межах від 5 до 15 відсотків залежно від розміру обладнання. Однак дотепер CO2-R744 не виявився таким же комерційно конкурентоспроможним варіантом для домашнього охолодження в порівнянні з HC-600a.

Таблиця 9: Автономне холодильне обладнання

Обладнання	Додаток	Поточні холодоагенти ГФВ	Варіанти альтернатив	Температурний діапазон	Потужність охолодження в W	Заправка холодоагентом ГФВ (гр)
Кулери, морозильники, торгові автомати	Комерційний сайт	HFC-404A, HFC-134a	HC-290, HC-600a, CO2	от -20°C до +10°C	50 – 500	50 – 500

Конденсаторні системи в комерційних холодильних установках, як правило, являють собою системи прямого розширення з компресорами і конденсаторами, розташованими зовні торгового залу. Холодоагенти, які використовуються сьогодні в Україні, в основному це HFC-404A, HFC-507 і HFC-134a, а системи з CO2 і HFO мають заряд від 4 кг до 8 кг. Найбільш технічно можливими варіантами боротьби із забрудненням навколишнього середовища для конденсаторних агрегатів є конденсаторні установки:

- Прямого використання HC - 290 або HC-1270, які є альтернативною конденсаторним агрегатом з батареєю більших автономних агрегатів і водяним контуром. З поправкою до міжнародного стандарту безпеки ІЕС 60335-89 тепер можливі заряди до 500 г з вуглеводнями, класифікованими в класі горючого ризику А3, для кожного окремого приладу. Завдяки вигідним тепловим властивостям вуглеводнів, енергоспоживання вуглеводневого обладнання може бути до 10 відсотків нижче, ніж у звичайного обладнання HFC. Інвестиційні витрати на прямі вуглеводневі системи можуть бути до 25 % вище через вимоги безпеки, але компенсуються більш високою ефективністю холодоагенту.
- Транскритичні з застосуванням CO2 мають більш високі інвестиційні витрати і більш низьке енергоспоживання.
- Непрямі системи з HC або HFO з рідкими вторинними холодоагентами. Системи непрямої дії з горючими холодоагентами в первинному контурі в незайнятому машинному відділенні, на відкритому повітрі або в спеціальному вентилярованому корпусі можуть працювати в набагато ширшому діапазоні холодильних потужностей порівняно з системами прямої дії. Ця технологія була б настільки ж енергоефективною, як і з'єднані системи ГФВ.

Централізовані системи. Теплообмін зазвичай в таких системах здійснюється через гліколево-водяні контури. Централізовані системи-це типове холодильне обладнання крупних супермаркетів. Сьогодні в Україні застосовуються холодоагенти:

- ГХФВ-22 (який знаходиться в процесі поетапного виведення з експлуатації в Україні, а нові системи не встановлюються),
- HFC-404A використовується як в середньотемпературних (MT), так і в низькотемпературних (LT) системах,

³¹ <https://prom.ua/p1173732551-freon-r1234yf-5kg.html>

³² Див. тут, наприклад, ціну на HFC-134a <https://prom.ua/p555893808-freon-r134a-hladagent.html>.

- HFC-134a, який використовується для додатків МТ,
- Аміак-R717 з системою вторинних контурів.

Потужність охолодження варіюється від 20 кВт до понад 1 МВт, а заряд холодоагенту - від 40 до 3000 кг. Нижче наведено докладну інформацію про переважно технічно здійсненні варіанти боротьби із забрудненням навколишнього середовища для централізованого обладнання:

- Транскритична система CO₂-R744. Двоступенева (бустерна) система, що використовує CO₂ в якості єдиного холодоагенту у всьому супермаркеті. У даний час системи спроектовані таким чином, що максимальний робочий тиск всередині магазину підтримується на рівні нижче 40 бар. Лінії та компоненти високого тиску обмежені машинним відділенням і зовнішнім конденсатором. Системи з R744 вважаються стандартними рішеннями декількох європейських виробників. Багато європейських мереж супермаркетів зробили свій вибір на користь такого типу систем для всіх своїх нових установок. Інвестиційні витрати оцінюються на 20 відсотків вище, ніж прямі системи HFC-404A. у помірному кліматі енергоспоживання системи CO₂ до 10 відсотків нижче. Тим не менш, транскритична система CO₂ споживає більше енергії в більш теплому кліматі.
- НСs або НFO, і циркуляція CO₂ насоса для МТ і CO₂-каскаду для ЛТ. Каскадні холодильні системи з CO₂ показують кращі кліматичні та енергетичні характеристики. При цьому CO₂ підтримується при відносно низькому тиску, що дозволяє використовувати стандартні компоненти охолодження. Первинний холодильний контур можна розмістити в окремому приміщенні або на відкритому повітрі, щоб в зайнятих приміщеннях не було горючих холодоагентів, таких як НС-290 або НFO-1234YF.

5.3 Ринок комерційного охолодження в ЄС

5.3.1 Оцінка прогресу

1-2% світових викидів парникових газів припадає на сектор роздрібною торгівлі продуктами харчування; 3-4% споживання електроенергії в Німеччині, Франції або Швеції пов'язано з цим сектором. В магазинах, що продають продукти харчування, споживання енергії зазвичай на 50% вище, ніж в інших комерційних будівлях. Охолодження становить 30-50% від загального обсягу енергії, споживаної магазином, і, таким чином, є найбільшим фактором, що відчутно позначається на навколишньому середовищі. Комерційне охолодження відповідає приблизно за 1/3 попиту на ГФВ в ЄС, при цьому на холодоагенти з високим GWP припадає 18-30% загальних викидів вуглецю в магазинах ЄС. Згідно з отриманою інформацією, прямі викиди в Україні також становлять 20-30% викидів від супермаркетів. Менші магазини, в яких встановлено лише автономне обладнання, мають нижчу частку прямих викидів.

5.3.2 Норми ЄС, що обмежують викиди парникових газів для холодильного обладнання

Для того, щоб обмежити прямі і непрямі викиди комерційних холодильних установок в ЄС, основними нормативними документами є Директива ЄС щодо регулювання F-газу 517/204, Директива з екодизайну (EU, 2009) і Регламент щодо маркування енергоносіїв (EU, 2017).

Контроль прямих викидів при використанні холодоагентів: Згідно з Положенням F-Gas 517/2014 для комерційних холодильних установок, з 2022 року в комерційних холодильних установках буде заборонена вся автономна і багатоконпонентна система з холодоагентами > 150, а централізоване обладнання буде регулюватися через ліцензійну систему регулювання і не буде дозволено використовувати холодоагенти з GWP понад 2500.

Контроль непрямих викидів від використання електроенергії: ЄС регулює використання енергії за допомогою директиви 2018/2002 з поправками (ЄС, 2018) в рамках пакету «Чиста енергія для всіх європейців», яка зобов'язує країни ЄС економити в середньому 4,4% від річного споживання енергії в період до 2030 року. У цих умовах енергоефективність пов'язаних з енергоспоживанням продуктів на ринку ЄС регулюється Директивою про екодизайн (EU, 2009), яка контролює мінімальні енергетичні характеристики продуктів і постановою про Енергетичне маркування (EU, 2017), а також регулюючої системи оцінки енергетичних характеристик продуктів. Професійні холодильні вітрини для зберігання регулюються Директивою про екодизайн і Регламентом щодо енергетичного маркування.

5.4 Комерційне охолодження в Україні - прогрес і прогнози

Відповідно до загальноприйнятих ринкових структур продовольчі магазини в цій доповіді були розділені на три категорії: невеликі магазини, супермаркети та гіпермаркети відповідно до площ, як показано в **Таблиці 10**

Таблиця 10 Огляд комерційного холодильного обладнання

	Невеликі магазини	Супермаркети	Гіпермаркети
Розмірна категорія	Нище 1000 м2	1000 -3000 м2	Вище 3000 м2
Кількість магазинів	12,000	1,500	160
Типи	Кіоски, хлібопекарні, кутові магазини, невеликі продовольчі магазини	Великі торговельні групи, такі як Fozzy Group, АТВ Market, Metro	
Змішане обладнання (типове)	Автономні і конденсаторні агрегати	Автономні і конденсаторні агрегати	Автономні, конденсаторні та централізовані блоки

З огляду на кількість магазинів і типового обладнання на кожен магазин, було оцінено встановлену кількість торгового холодильного обладнання в Україні, як показано в **Таблиці 11**.

Таблиця 11 Огляд встановленого торговельного холодильного обладнання

	Автономні	Конденсаторні	Централізоване обладнання
Кількість обладнання	30,456	15,920	160

Вищевказана оцінка заснована на типовій установці автономних блоків і малих конденсаторів в **невеликих магазинах**, установці декількох автономних приладів, комерційних вмонтованих систем холодильників і морозильників, малих і великих конденсаторних систем довжиною до 27 м в **супермаркетах** і установці автономних, конденсаторних блоків і централізованого обладнання (чилерів) в **гіпермаркетах**. Таблиця **12** наведено встановлену холодопродуктивність з типовим розподілом обладнання в продовольчих магазинах.

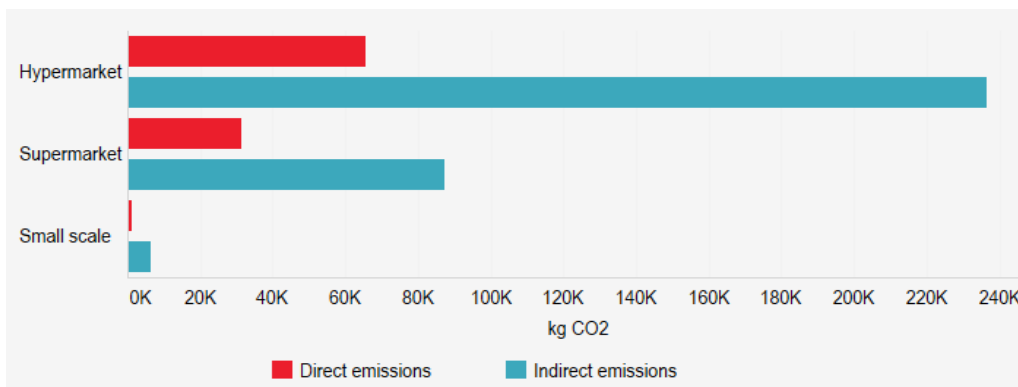
Таблиця 12 Типова встановлена потужність охолодження (в кВт) в продовольчих магазинах

	Невеликі магазини	Супермаркети	Гіпермаркети
Автономний агрегат			
300-літрова морозильна камера	0,4	4	4
морозильна камера об'ємом 1,8 м3		2,5	2,5
морозильна камера об'ємом 3,6 м3		5,1	5,1
Конденсаторний агрегат			
2,5-метрова холодильна полиця	5		
8-метрова холодильна полиця		20,4	20,4
27- метрова холодильна полиця		39,5	39,5
Централізована система			150

На основі середнього комплекту обладнання кожного типу продовольчих магазинів були розраховані поточні викиди ПГ за кожним типом продовольчих магазинів (див. **Малюнок 10**). Докладне припущення, що лежить в основі розрахунку прямих і непрямих викидів, наведено в додатку А.4.1 (холодоагенти) і Додатку А.4.2 (енергоефективність). У невеликих магазинах розміщується в основному автономне обладнання з відносно низьким рівнем прямих викидів. В

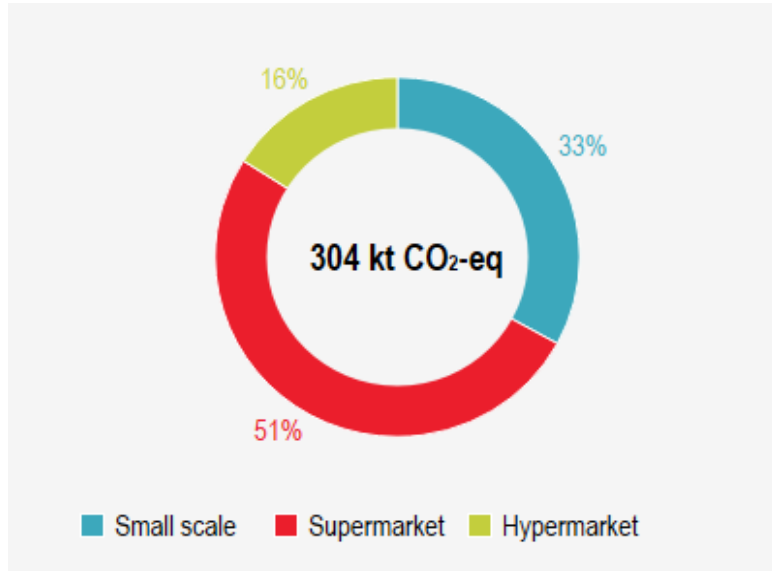
автономних системах використовуються герметично закриті компресори з низьким рівнем експлуатаційних викидів протягом усього терміну служби приладів. В Україні відсутні ефективні механізми утилізації з належним витяганням і знищенням холодоагентів. Відповідно, 100% викидів в кінці терміну служби були прийняті для всіх типів обладнання. У супермаркетах найвища частка прямих, холодоагентових, супутніх викидів у порівнянні з іншими типами магазинів - 27% від загального обсягу викидів магазинів. Зазвичай в супермаркетах встановлюються конденсаторні установки прямого розширення з високими показниками витоків і експлуатаційних викидів. Гіпермаркети встановлюють конденсаторні установки і централізоване обладнання і, як правило, краще обслуговують своє обладнання.

Малюнок 10. Типові викиди на прикладі продовольчих магазинів



На **Малюнок 11** наведені поточні (2020 р.) викиди ПГ холодильними приладами в продовольчих магазинах, а саме в невеликих магазинах, супермаркетах та гіпермаркетах. Частка супермаркетів у викидах ПГ від торгового холодильного обладнання в продовольчих магазинах України становить понад 50%. На другому місці знаходиться частка малих магазинів - 33% і гіпермаркетів - 16%. Дві третини всіх викидів пов'язані з непрямим споживанням енергії, а одна третина - непрямими викидами холодоагентів. Прямі викиди пов'язані з використанням в основному холодоагентів на основі ГФВ з високим потенціалом викидів парникових газів.

Малюнок 11. Поточна (2020 р.) емісія ПГ в продовольчих магазинах в Україні



6 Сценарії пом'якшення наслідків

Ґрунтуючись на оцінці поточних тенденцій ринку, поточних і альтернативних технологічних альтернатив з низьким ППП, цей розділ оцінює майбутній потенціал щодо пом'якшення наслідків в підсекторах теплових насосів і комерційного холодильного обладнання.

6.1 Потенціал енергозбереження з тепловими насосами

Аналіз передбачуваних варіантів, які прискорюють впровадження відновлюваних джерел енергії в Україні економічно ефективним чином, представлений в декількох дослідженнях/сценаріях. Однак лише деякі дослідження або сценарії включають в себе прогнози або потенційні оцінки розгортання теплових насосів в Україні. Прогноз розгортання теплових насосів до 2020 р. встановлений в документі NREAP, де внесок у секторі опалення/охолодження може скласти понад 10%, в кінцевому споживанні відновлюваних джерел енергії - майже 7% і 1.3% в GFEC. Ніяких прогнозів щодо розгортання теплових насосів до 2030 або 2050 року в серії сценаріїв, таких як «Таймс-Україна» або «Енергетична стратегія України до 2035 року» (ESU2035), не знайдено. Прогнози IRENA REMAP 2030(20) для України в рамках сценарію базового сценарію передбачають значне зростання електрифікації для опалення за допомогою теплових насосів, а також частково за рахунок інших технологій, таких як електричні котли і резистивне опалення. Оцінений потенціал теплових насосів за базовим сценарієм IRENA і REMAP2030 до 2030 року становить 1195 кт/рік (50 PJ/рік).

Внесок 4,4% в 2030 році, енергії, що постачається з відновлюваних джерел в секторі опалення/охолодження, окрім біомаси (а саме сонячних теплових і теплових насосів), оцінюється в дослідженні, яке було проведено Енергетичним Співтовариством за цільовими показниками³³ до 2030 року. Відповідно до базисного сценарію III, розробленого в цьому дослідженні, обсяг ПЕК в Україні в 2030 році оцінюється в 81,7 млн. т. н. е., в той час як верхня межа ПЕК відповідно до базисного сценарію 32,5 становить 55,2 млн. т. н. е. Деякі оцінки запасів теплових насосів в Південно-Східній Європі (ПСС) можна знайти в документі «Вуглецевий калькулятор ПСС 2050», згідно з яким **теплові насоси в ПСС 2050 року будуть покривати 24% встановлених пристроїв для опалення в парку.**

Для України проектом оцінки прогнозується впровадження теплових насосів у відсотках **від встановлених приладів для опалення у складовій кількості** від 1-2% до 8% (низький) і 16% (високий) до 2050 р. (див. **Таблицю 5**). У зв'язку з нинішніми повільними темпами розгортання теплових насосів в Україні необхідно подолати кілька бар'єрів для досягнення більш високого рівня впровадження теплових насосів:

- **Політика, яка переважає**, як і раніше підтримує централізоване опалення, не приділяючи при цьому уваги ефективності опалювальних і енергетичних систем. Бажаючи підтримати виробництво теплової енергії з відновлюваних джерел, Україна прийняла Закон № 1959-VIII від 2017 року «Про внесення змін до Закону «Про теплопостачання», який запроваджує спрощену процедуру встановлення стимулюючого тарифу на теплову енергію з альтернативних джерел. Даний тариф встановлено на рівні 90% діючого тарифу на теплову енергію з газу (1400 грн/Гкал)⁹.
- **Недостатня обізнаність про переваги теплових насосних систем**, відсутність демонстраційного майданчика для різних типів теплових насосів або дослідних лабораторій, а також відсутність державної підтримки досліджень, розробок і впровадження таких технологій. Домашні господарства і бізнес повинні проявляти ініціативу в прийнятті заходів з модернізації і відійти від уявлення про те, що все робиться і дотується тільки державою;
- **Відсутність доступних технологій**. Відсутність систем теплових насосів, особливо з натуральними холодоагентами;

³³) TU Wien, EEG, REKK, 2019, Study on 2030 overall targets for the Energy Community, https://www.energy-community.org/dam/jcr:b9a77a36-ed7d-4f1c-9228-8bf687b50b99/MC_Annex16a_122017.pdf.

- **Недостатнє фінансування** – в даний час програма житлово-комунальних субсидій не має достатніх стимулів для підвищення енергоефективності та переходу до більш екологічних і кліматично сприятливих варіантів;
- **Субсидовані кошти на енергію, на викопні види палива та на електроенергію, які виробляються з викопних видів палива.**

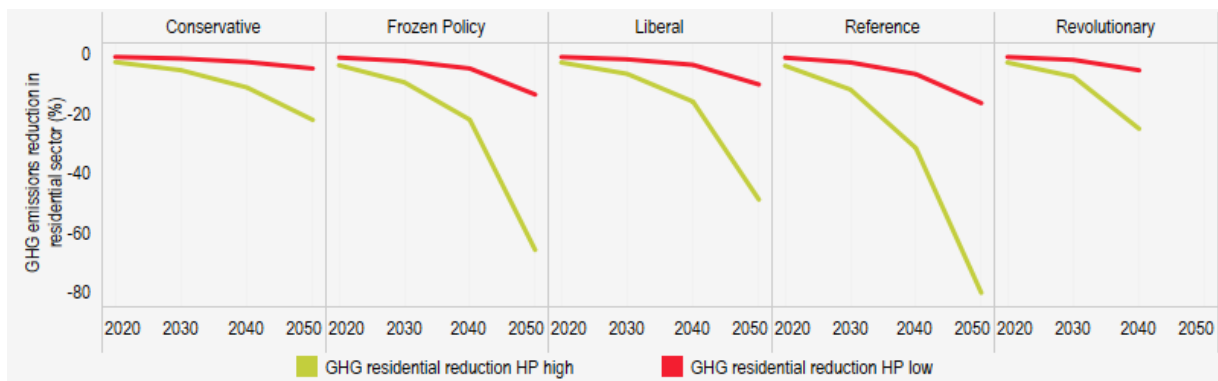
Наступна оцінка потенціалу енергозбереження³⁴ за допомогою теплових насосів в Україні заснована **на принципі витіснення викопного палива** в рамках кінцевого споживання енергії (ОПЕ) протягом певного року і з фокусом на житловому секторі. Ретельно відбираються прогнози по ПЕК, викидам ПГ і природному газу. Короткий опис обраних сценаріїв можна знайти в Таблиці 15 (Додаток - А2, розділ). Основні параметри обраних сценаріїв проілюстровані в **Таблиці 13**.

Таблиця 13 Деякі параметри обраних сценаріїв на 2030 рік(35,36)

Консервативний (S1)	Політика заморожування	Референтний (S3)	Ліберальний (S4)	Революційний (S5)
ВДЕ 4,2% в ТЕК	ВДЕ 6% в ТРЕС	ВДЕ -21% в ТРЕС	ВДЕ 9,9% в ТЕК	ВДЕ 30% в ПЕК
ПЕК +35,8% до 2030 року	ПЕК +6,2% до 2030 року	ПЕК +8,1% до 2030 року	ПЕК +6,6% до 2030 року	ПЕК -3,4% до 2030 року

За прогнозами, природний газ буде основним паливом у житловому секторі України у всіх сценаріях, крім сценарію S5, при якому до 2050 року частка споживання природного газу знижується, яка практично повністю замінюється відновлюваною електроенергією та відновлюваною теплоенергією. У сценарії S4 частка природного газу дещо зменшується, в той час як в сценарії S1 вона збільшується.

Малюнок 12 Оціночне скорочення викидів ПГ в житловому секторі України в 2020, 2030 і 2050 роках за рахунок впровадження теплових насосів



Власні розрахунки на основі обраних сценаріїв

Малюнок 12 проілюстровано потенціал пом'якшення наслідків впровадження теплових насосів в Україні при різних встановлених сценаріях. Як і очікувалося, основне зниження може бути досягнуто в рамках референтного сценарію, який відображає основні цілі політики в галузі енергоефективності, відновлюваних джерел енергії та викидів ПГ.

З огляду на припущення про високе проникнення теплових насосів в ПЕК, скорочення у викидах ПГ може бути досягнуто до 80% в житловому секторі в 2050 році. В прогнозах щодо низького рівня впровадження, це скорочення може досягти до 16%. Частка теплових насосів в кінцевих відновлюваних джерелах енергії відповідно до базового сценарію становить від 11.6% (низький рівень впровадження) до 58% (високий рівень впровадження).

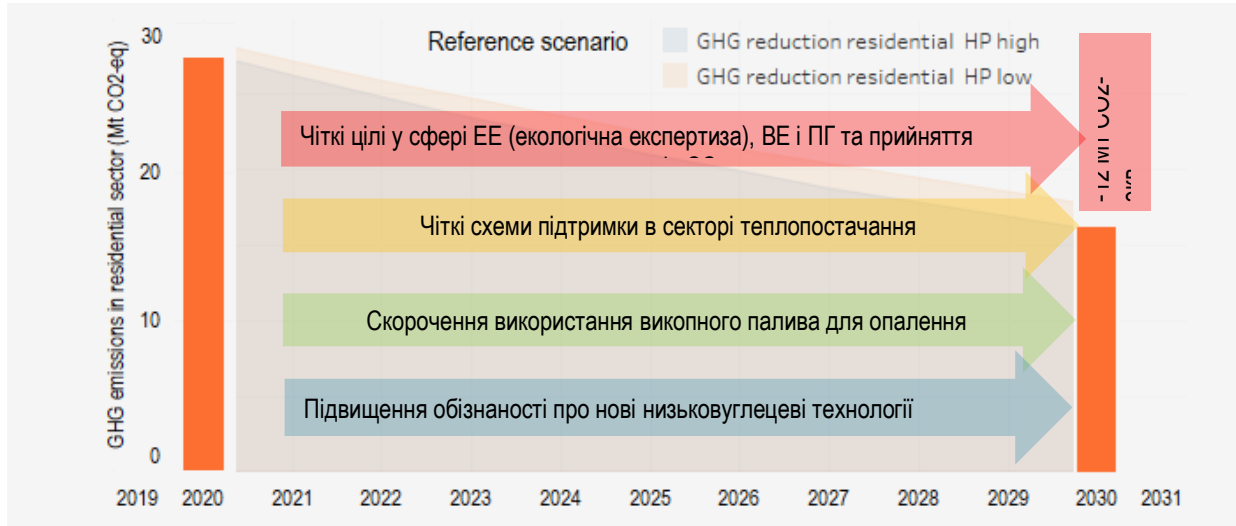
³⁴) застосовану методологію і наведені припущення можна знайти в розділі А.3 Додатки.

³⁵) Дячук, О., Подолец, Р., Юхимец, Р., Пеккоєв, В., Балык, О., и Симонсен, М. Б. (2019 г.). Долгосрочное энергетическое моделирование и прогнозирование в Украине: Сценарии к Плану действий Энергетической стратегии Украины до 2035 года.

³⁶) Дячук, О., Чепельев, М., Подолец, Р., Трипольская, Г., Венгер, В., Сапрыкина, Т., Юхимец, Р. (2018). Переход Украины к возобновляемой энергетике к 2050 году. Переход Украины к возобновляемой энергетике к 2050 году.

За референтним сценарієм частка виробництва теплової енергії з газових котлів знизиться з 21% в 2020 році до 13,8% в 2030 році і тільки на 1% в 2050 році. У цьому сценарії прогнозується зниження виробництва теплової енергії з газових котельень на 39,5% в 2020-2030 рр. проти 2020 р. на 96,5%.

Малюнок 13. Кліматичний вплив впровадження технології теплових насосів в референтному сценарії України



Впровадження теплових насосів пов'язане з енергетичною політикою, нормативами і стимулами, які існують для використання відновлюваних джерел енергії в секторі тепло- і холодопостачання в Україні. В даний час основна підтримка відновлюваних джерел енергії в цьому секторі в Україні приділяється використанню біомаси, оскільки країна володіє величезним внутрішнім потенціалом. Однак, незважаючи на цю підтримку, використання біомаси в 2017 р. відставало від очікувань понад 30%. Тарифи на теплову енергію в Україні розриваються між необхідністю покриття усіх витрат на централізоване тепlopостачання та здатністю споживачів, зокрема окремих домогосподарств, підтримувати ціни(35).

6.2 Економія викидів за допомогою кліматично чистого торгівельного холодильного обладнання

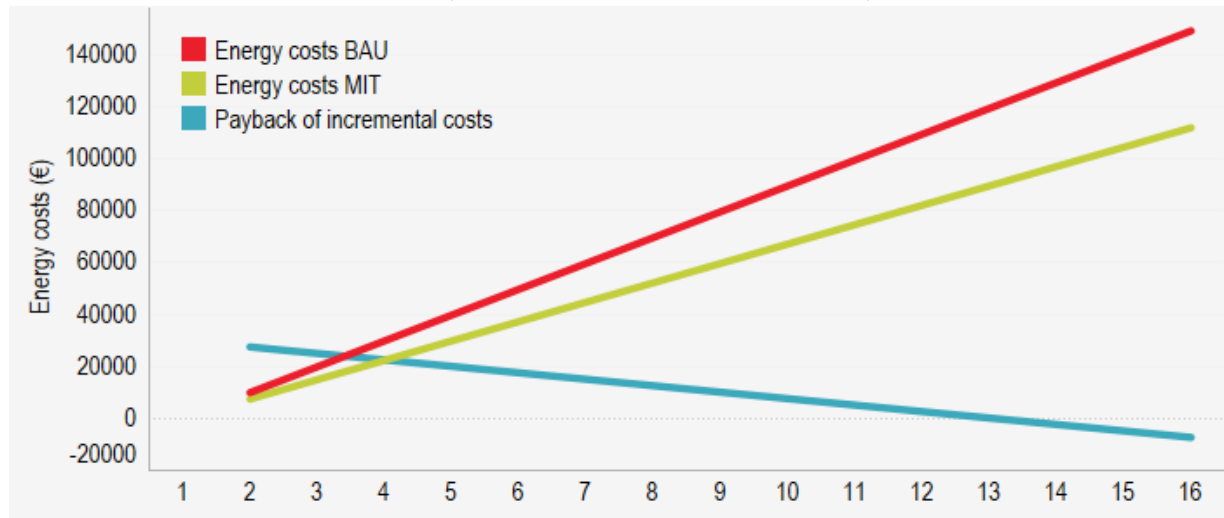
Наразі Україна перебуває в процесі глибокої реструктуризації в секторі охолодження. У зв'язку з тим, що в даний час все ще не ратифікована Кігальська поправка і її подальша реалізація, Україна стикається з серйозною проблемою зміни своєї холодильної інфраструктури, яка в даний час все ще базується на холодоагентах ГХФВ і ГФВ, на холодоагенти з низьким ГВП, з метою зниження ГФВ на 85% порівняно з базовим рівнем до 2036 року. Також, як країна-учасниця Статті 2 Монреальського протоколу, Україна повинна практично припинити використання ГХФВ до 2020 року. Холодильний сектор являє собою значну можливість поєднати зміну системи з холодоагентами з високим GWP на холодоагенти з низьким GWP з переходом на більш високу енергоефективність. ЄС розробив ефективний набір політичних інструментів для вирішення проблем, пов'язаних як з переходом на холодоагенти з низьким GWP, так і з підвищенням енергоефективності. Ці інструменти включають в себе Постанову про F-газ (Регламент ЄС № 517/2014) для використання холодоагентів з низьким ППП і, з метою підвищення енергоефективності, відповідну Постанову про екодизайн (Регламент ЄС № 2015/1095) і Постанову про маркування (Регламент ЄС № 2015/1094).

Для переходу на рішення з низьким ППП для комерційного охолодження Україна може прийняти важливі елементи регламенту:

- Заборона на використання холодоагентів з високим GWP - як детально описано в розділі 5, рішення з низьким GWP існують для всіх комерційних холодильних установок;
- Ухвалення та впровадження мінімальних стандартів енергоефективності та енергетичного маркування, спочатку для автономних приладів і конденсаторних агрегатів.

Енергоефективні побутові прилади підлягають амортизації протягом терміну їх корисної експлуатації навіть за поточними високодотацийними цінами на електроенергію. При більш високих цінах на електроенергію амортизація енергозберігаючих пристроїв і терміни їх окупності скорочуються. Поточні ціни на електроенергію в Україні значно нижчі за середньоевропейські, і можна очікувати, що з часом ціни на електроенергію зростатимуть. **Малюнок 14** ілюструє окупність сучасної централізованої холодильної системи, заснованої на транскритичній системі CO₂ (зелена лінія) в порівнянні зі звичайною системою R134a. Передбачається, що початкові витрати на систему CO₂ будуть на 20% вище. Економія енергії амортизує додаткові капітальні витрати через 13 років (синя лінія).

Малюнок 14 Амортизація витрат на енергію, що замінює традиційну альтернативу з низьким ГВП (накопичені витрати на енергію)



Таблиця 14 ілюструє прямі і непрямі викиди з типовим набором обладнання як для невеликих магазинів, так і для супермаркетів і гіпермаркетів, як зі звичайними приладами на основі ГФВ, так і з натуральними холодоагентами. Основні припущення пояснюються в додатках А 4.1 і А 4.2.

Таблиця 14 Продовольчі магазини Викиди ПГ в атмосферу в звичайному режимі і сценарій пом'якшення наслідків зміни клімату

	Малий масштаб	Супер маркет	Гіпер маркет		Малий масштаб	Супер маркет	Гіпер маркет
Викиди в кг CO ₂ eq	7.833	118.787	301.996	Викиди в кг CO ₂ eq	4.128	56.228	168.141
Мережевий коефіцієнт	0,66			Коефіцієнт	0,66		
Непрямий	6.509	87.216	236.391	Непрямий	4.127	56.214	168.095
300-літрова морозильна камера	542	5.425	5.425	300-літрова морозильна камера	398	3.978	3.978
морозильна камера об'ємом 1,8 м ³		3.390	3.390	морозильна камера об'ємом 1,8 м ³		2.486	2.486
морозильна камера об'ємом 3,6 м ³		6.916	6.916	морозильна камера об'ємом 3,6 м ³		5.072	5.072

Конденсаторний агрегат				Конденсаторний агрегат			
2,5 м холодна полиця	5.967			2,5 м холодна полиця	3.729		
8-метрова холодна полиця		24.345	24.345	8-метрова холодна полиця		15.216	15.216
27 метрова холодна полиця		47.139	47.139	27 метрова холодна полиця		29.462	29.462
Централізована система			149.175	Централізована система			111.881
Прямий	1.323	31.572	65.606	Прямий	1	14	45
300-літрово морозильна камера	79	786	786	300-літрово морозильна камера	0	2	2
морозильна камера об'ємом 1,8 м ³		471	471	морозильна камера об'ємом 1,8 м ³		1	1
морозильна камера об'ємом 3,6 м ³		943	943	морозильна камера об'ємом 3,6 м ³		2	2
Конденсаторний агрегат				Конденсаторний агрегат			
2,5 м	1.245			2,5 м	0		
8- метрова холодна полиця		4.480	4.480	8- метрова холодна полиця		1	1
27 метрова холодна полиця		24.892	24.892	27 метрова холодна полиця		8	8
Централізована система			34.034	Централізована система			31
Викиди CO₂ на м² в кг/год	31	48	40	Викиди CO₂ на м² в кг/год	17	22	22

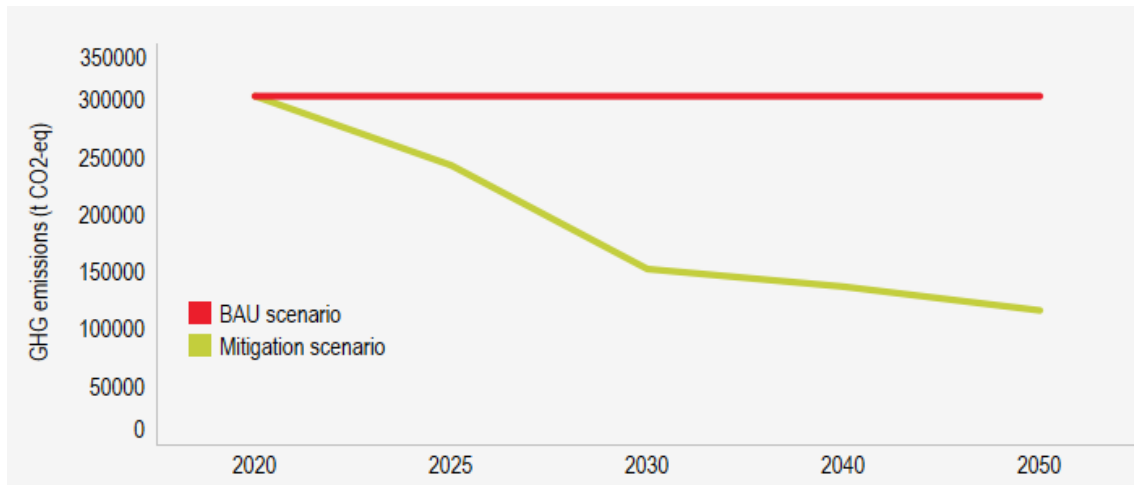
На національному рівні прогнозований розвиток викидів в рамках сценарію БАУ (блок автоматичного управління) і сценарію пом'якшення наслідків показано на Малюнок 15. Прогнозована кількість магазинів передбачається постійною протягом прогнозованих років, згідно з очікувань щодо зростання ВВП з розрахунку на одну людину і зниження чисельності населення. Розподіл продовольчих магазинів за різними типами магазинів було взято з поточного розподілу, як показано у **Відповідно** до загальноприйнятих ринкових структур продовольчі магазини в цій доповіді були розділені на три категорії: невеликі магазини, супермаркети та гіпермаркети відповідно до площ, як показано в **Таблиці 10**

Таблиця 10.

З переходом на холодоагенти з низьким GWP і більш високими стандартами енергоефективності, викиди парникових газів від комерційного охолодження **можуть бути скорочені вдвічі**. Початкове судження полягає в тому, що до 2050 року всі магазини перейдуть на охолодження з низьким

споживанням ПГП і перейдуть на сучасне енергоефективне обладнання, яке наразі вже є в наявності. Перехід на холодоагенти з низьким ПГП може бути досягнутий економічно ефективним чином, як це було розраховано вище. Для сценарію мінімізації впливу на навколишнє середовище коефіцієнт викидів в мережах був прийнятий без змін. З переходом на відновлювані джерела енергії коефіцієнт викидів в мережі знизиться, а з переходом на холодоагенти з нульовим вмістом вуглецю або холодоагенти з майже нульовим вмістом вуглецю, як у випадку природних холодоагентів, і на 100% відновлювані джерела енергії для електропостачання, нульовий коефіцієнт викидів вуглецю може бути досягнутий і для комерційного холодильного обладнання.

Малюнок 15 Оціночний потенціал зниження викидів ПГ в комерційному охолодженні



7 Висновки

Моніторинг цього звіту показав, що на ринку ЄС та України доступні кліматично чисті та енергоефективні технології. Швидке впровадження таких технологій може призвести до скорочення викидів понад 50% до 2050 року в обох підсекторах.

Оперативне впровадження теплових насосів має вирішальне значення для України, яка вступила на конструктивний шлях декарбонізації. Досі на ринку тепла домінує опалення за допомогою газу. Ефективна декарбонізація теплопостачання житла може бути реально досягнута тільки за рахунок переходу на відновлювані джерела енергії та постачання електроенергії на теплові насоси. Завдяки оперативному впровадженню теплових насосів викиди парникових газів можуть бути скорочені до 12 млн. тонн CO₂-екв до 2030 року і, таким чином, внести значний внесок у досягнення кліматичних цілей України. Впровадження природних холодоагентів для теплових насосів з низьким ПГП, таких як вуглеводень, може поліпшити термодинамічні властивості теплових насосів і сприятиме подальшій екологічній стійкості технології теплових насосів. Ця технологія була успішно впроваджена і випробувана в ЄС.

Комерційне холодильне обладнання є основним джерелом споживання енергії в продовольчих магазинах. Як країна, що входить до групи A2 за Монреальським протоколом, Україна зобов'язана припинити використання ГХФВ з 2020 року. Україна ще не ратифікувала Кігальську поправку, але з її ратифікацією до 2036 року Україна повинна буде скоротити використання ГФВ на 85% від базової величини. Тому перехід від ГХФВ до ГФВ та розгортання нового холодильного обладнання з використанням ГФВ не є для України варіантом. Завдяки необхідному переходу на холодоагенти з низьким ПГП, з'являється можливість впровадження низьковуглецевих технологій з високою енергоефективністю і холодоагентами з низьким ПГП. Викиди можуть бути скорочені на 150 Кт CO₂eq на рік до 2030 року. Відповідні технології з використанням натуральних холодоагентів з низьким ПГП були впроваджені і стали основними рішеннями в ЄС.

Для переходу до рішень з низьким ПГП з використанням теплових насосів і кліматично - та енергозберігаючого торговельного холодильного обладнання Україна може скористатися політичними інструментами, розробленими в ЄС. В рамках проекту розроблено керівництво з відповідних нормативних актів, стандартів безпеки холодоагентів та навчання технічного персоналу англійською та українською мовами. З цими директивами можна безкоштовно ознайомитися на сайті Громадської Спілки «Холодильна асоціація України»³⁷.

³⁷ <http://ref.org.ua/projects/design/rozvytok-kompetentsiy-po-innovatsivnym-zastosuvannam-energoefektyvnykh-ta-ekologichno-bezpechnykh-t/>

Посилання

- АНК (2019) «Інформаційна таблиця Україна Енергоефективність та Відновлювана енергія в будівлях з акцентом на сонячній енергії»
- Баланок А. (2015) «Климатические технологии в Украине. Исследование проникновения на рынок», сс. 1-109.
- Cabinet_of_Ministers_Ukraine (2017) «Энергетическая стратегия Украины на период до 2035 года «Безопасность, энергоэффективность, конкурентоспособность», (605), стр. 1-31.
- Карвальо, А. Д., Мендринос, Д. и Де Альмейда, А. Т. (2015) «Выбросы углерода тепловыми насосами грунтовых источников и потенциал снижения первичной энергии для отопления зданий в Европе - результаты тематического исследования в Португалии», *Обзор возобновляемых и устойчивых источников энергии*, 45, стр. 755-768. doi: 10.1016/j.rser.2015.02.034.
- Чайлд М., Богданов Д. и Брейер С. (2018) «Роль технологий хранения для перехода к 100% возобновляемой энергетике в Европе», *Энергетический процесс*. Эльзевир Б.В., 155, с. 44-60. doi: 10.1016/j.egypro.2018.11.067.
- ДЕНА (2013) «Ландерпрофиль Украина».
- ЕБРР (2018 г.) «Стратегия развития энергетического сектора», 3(8 августа).
- Феррейра А. и др. (2020 год) «Соотношение показателей углеродо- и энергоемкости наиболее эффективных розничных предприятий с политикой, стратегией и практикой строительства».
- Международное агентство по возобновляемым источникам энергии (IRENA) (2015 г.) «РЕМАР 2030, Возобновляемые источники энергии для Украины», *Ремар 2030*, (октябрь). doi: 10.13140/RG.2.2.11991.68001.
- Кралюк Ю., Поллмер Ю. и Кайзер Ю. (2015) «Исполнительный доклад - Энергоэффективность в зданиях в Украине».
- Ларссон Д. и Сенчук Б. (2016) «Районное отопление в Украине», стр. 1-11.
- МЕНРУ (2013) «VI Национальное сообщение Украины об изменении климата», (VI), с. 323.
- Савицкий О. (2016) «ТРАНСИЦИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ТРАНСИТЕТА В УКРАИНЕ - поиск путей к энергетической независимости и углеродно-нейтральной энергетике», (июль).
- ЕЭК ООН (2017 год) *Доклад о состоянии дел в области возобновляемых источников энергии ЕЭК ООН*.
- Чжао, Х., Гао, Ю. и Сун, З. (2017) «Стратегический прогноз развития тепловых насосов в Китае», *12-я Конференция МЭА по тепловым насосам 2017 г.*, стр. 1-5.
- Украина 2050 Стратегия развития низкоуглеродных технологий, https://unfccc.int/sites/default/files/resource/Ukraine_LEDS_en.pdf.
- Годовой отчет Группы Нафтогаз за 2018 год, Группа Нафтогаз, <http://www.naftogaz.com/files/Zvity/Annual-Report-2018-engl.pdf>.
- Статистические данные МЭА, Последний доступ февраль 2020 года, <https://www.iea.org/data-and-statistics>.
- Данные кадастра ПГ РКИК ООН, Последний доступ февраль 2020 года, https://di.unfccc.int/detailed_data_by_party.
- Торговая экономика, Всемирный банк,
- Объединенный исследовательский центр, ЕС, База данных о выбросах для глобальных атмосферных исследований (ЕАГАР)
- ОЭСР 2019, Снимок энергетического сектора Украины, <https://www.oecd.org/eurasia/competitiveness-programme/eastern-partners/Snapshot-of-Ukraines-Energy-Sector-EN.pdf>.
- Кадастр выбросов парниковых газов Украины (1990-2017 гг.), [https://menr.gov.ua/files/docs/Zmina_klimaty/kadastr2017/Ukraine NIR 2019 draft.pdf](https://menr.gov.ua/files/docs/Zmina_klimaty/kadastr2017/Ukraine_NIR_2019_draft.pdf).

6-е Национальное сообщение Украины об изменении климата, 2013 г.

Оксфордский институт энергетических исследований, 2016 год,
<https://www.oxfordenergy.org/wpcms/wp-content/uploads/2016/07/The-Ukrainian-residential-gas-sector-a-market-untapped-NG-109.pdf>.

Ежегодный отчет Энергетического сообщества о реализации, ноябрь 2019 года, https://www.energy-community.org/dam/jcr:a915b89b-bf31-4d8b-9e63-4c47dfcd1479/EnC_IR2019.pdf.

ООО «КТ-Энергия», «Улучшение работы систем централизованного теплоснабжения в Центральной и Восточной Европе - централизованное теплоснабжение в Украине»,
https://keepwarmeurope.eu/fileadmin/user_upload/country-pages/Ukraine/KeepWarm_DH_in_Ukraine.pdf.

Государственная статистическая служба Украины, Последний доступ февраль 2020 года,
http://www.ukrstat.gov.ua/druk/publicat/kat_u/2018/zb/07/zb_sdhd2018pdf.pdf.

Дячук О., Подолец Р., Юхимец Р., Пеккиев В., Балык О., Симонсен М. Б. (2019). Долгосрочное энергетическое моделирование и прогнозирование в Украине: Сценарии к Плану действий Энергетической стратегии Украины до 2035 года.

Список сокращений

DH	Районне опалення
EER	Раціональне використання енергії
FEC	Остаточне споживання енергії
GFEC	Валове кінцеве споживання енергії
GWP	Потенціал глобального потепління
HC	Вуглеводень
ГХФВ	Гідрохлорфторвуглець .
НFC	Гідрофторвуглець
LCC	Вартість життєвого циклу.
LULUCF	Землекористування, зміна землекористування та лісове господарство
MENR	Міністерство екології та природних ресурсів
NDC	Внесок, який визначається на національному рівні
NEEAP	Національний план дій щодо енергоефективності
NREAP	Національний план дій щодо відновлюваних джерел енергії
ODP	Руйнівний озонний потенціал
ODS	Озоноруйнівні речовини
PU RAU	Громадська Спілка «Холодильна асоціація України».
RES-HC	Споживання відновлюваної енергії для опалення / охолодження
TEWI	Загальний еквівалентний вплив потепління
UNHRA	Українська національна асоціація теплових насосів

Перелік малюнків

Малюнок 1. Інтенсивність викидів енергоносіїв та CO ₂ в Україні, проіндексована порівняно з 1990, 1990-2018 рр.....	4
Малюнок 2. Розподіл загального обсягу первинного енергозабезпечення України за джерелами, 1990 (ліворуч) - 2018 (праворуч)	5
Малюнок 3: Прогноз політики (високий) та безумовний прогноз НДЦ (високий) до 2030 року.....	6
Малюнок 4. Житловий фонд України по регіонах (у тис.) у великих містах (%) (2018 р.).....	7
Малюнок 5. Розподіл кінцевого споживання енергії в житловому секторі України за кінцевим споживанням у 2018 р.	8
Малюнок 6. Частка палива та джерел, що використовуються в будівництві в Україні, 2018 р.....	8
Малюнок 7. Графік поетапного скорочення для України відповідно до Кігальської Поправки.....	12
Малюнок 8. Скорочення викидів парникових газів за рахунок використання звичайних і кліматично нешкідливих теплових насосів	19
Малюнок 9. Продуктивність газового котла, традиційного і кліматично нешкідливого теплового насоса для кумулятивних витрат на енергію та енергозбереження	19
Малюнок 10. Типові викиди на прикладі продовольчих магазинів.....	24
Малюнок 11. Т Поточна (2020 р.) емісія ПГ в продовольчих магазинах в Україні.....	24
Малюнок 12. Оціночне скорочення викидів ПГ в житловому секторі України в 2020, 2030 і 2050 роках за рахунок впровадження теплових насосів	26
Малюнок 13. Кліматичний вплив впровадження технології теплових насосів в референтному сценарії України.....	27
Малюнок 14. Амортизація витрат на енергію, що замінює традиційну альтернативу з низьким ГВП (накопичені витрати на енергію)	28
Малюнок 15. Оціночний потенціал зниження викидів ПГ в комерційному охолодженні	30

Перелік таблиць

Таблиця 1: Основні показники економіки України, 2018 р.....	4
Таблиця 2. Цільові показники України з енергоефективності до 2030 року при різних сценаріях.....	10
Таблиця 3. Цільові показники України по ВДЕ 2030 року при різних сценаріях.....	26
Ошибка! Закладка не определена.	
Таблиця 4. Частка теплової енергії від теплових насосів в країнах ЄС кінцеве відновлюване тепло/холод, 2018р.....	14
Таблиця 5. Розрахунковий показник проникнення теплових насосів у житловий фонд України.....	15

Таблиця 6. Ціни на електроенергію та природний газ (з урахуванням податків) для населення в Україні, перше півріччя 2019 р. (€/кВт-год).....	16
Таблиця 7. Значення за замовчуванням для годин повного навантаження і сезонних факторів продуктивності в холодних кліматичних умовах.....	17
Таблиця 8. Кліматичні та енергетичні показники газової котельні, звичайного і кліматично нешкідливого теплового насоса.....	18
Таблиця 9: Автономне холодильне обладнання.....	20
Таблиця 10. Огляд комерційного холодильного обладнання.....	22
Таблиця 11. Огляд встановленого торговельного холодильного обладнання.....	23
Таблиця 12. Типова встановлена потужність охолодження (в кВт) в продовольчих магазинах.....	23
Таблиця 13. Деякі параметри обраних сценаріїв на 2030 рік.....	26
Таблиця 14. Продовольчі магазини Викиди ПГ в атмосферу в звичайному режимі і сценарій пом'якшення наслідків зміни клімату.....	28
Таблиця 15. Опис обраних сценаріїв.....	37
Таблиця 16. Прогнозоване впровадження теплових насосів в кінцеве енергоспоживання України в 2020, 2030, 2040 і 2050 рр.	37
Таблиця 17. Основні зацікавлені сторони в секторі в Україні.....	42

Додатки

А.1 Ринкові дані

Збір ринкових даних

Як зазначено у вступі, мета дослідження - встановити базовий рівень для технологій опалення та охолодження та їх потенціал щодо пом'якшення наслідків у майбутньому, з наголосом на теплові насоси та комерційне холодильне обладнання. Для цієї мети була застосована інвентаризаційна модель, що оцінює історичні, поточні та майбутні запаси приладів, які використовуються. Для оцінки поточного і майбутнього впливу ПГ на прилади були змодельовані специфічні параметри, подані нижче:

Параметри приладу, пов'язані з холодоагентом

- Зряд холодоагента;
- Тип холодоагента;
- Швидкість витoku (швидкість витoku при виробництві, швидкість витoku при експлуатації і в кінці терміну служби).

Енергетичні параметри приладу

- Години роботи;
- Потужність охолодження/нагрівання;
- Коефіцієнт ефективності;

Для визначення базового сценарію і сценарію зменшення впливу на навколишнє середовище дані щодо приладів, які використовуються (історичні, поточні і майбутні) збираються з первинних і вторинних джерел даних. Первинні дані були запитані у ключових зацікавлених сторін галузі РАСНР. Вторинні дані були зібрані з ринкових звітів, статистики, митниці тощо.

Дослідження слугує підготовчим кроком для оцінки вихідних умов та шляхів пом'якшення наслідків для двох цільових підсекторів - теплових насосів та комерційного холодильного обладнання. Створення всеосяжного кадастру RACHP виходить за рамки даного дослідження і допоможе Україні всебічно зрозуміти базові викиди ПГ і варіанти ефективного переходу до низьковуглецевих альтернатив, що не містять F-газ.

Первинні дані

Первинні дані отримані від асоціацій, компаній і галузевих представників сектора RACHP

Основні зацікавлені сторони, що беруть участь:

- Члени Громадської Спілки «Холодильна асоціація України», до якої входять наступні компанії: Технохол, Айсберг, Астра, Єврокул, компанія-виробник RMC, Альтернативні технології, BRG Group, Stor, та інші партнери асоціації, що працюють у секторах охолодження (фрукти, овочі, квіти, молоко, риба і м'ясо). Ці компанії включають постачальників систем охолодження великих супермаркетів та роздрібних мереж, що представляють 70% сектора (комерційного) охолодження.
- Українська національна асоціація теплових насосів (UNHRA).

Вторинні дані

Основні вторинні джерела даних, що охоплюють сектор охолодження і теплових насосів, були взяті з наступних джерел:

- Доповіді про виконання Україною Монреальського протоколу, опубліковані агентствами-виконавцями ООН, в основному ПРООН;
- Митні дані з митниці;
- Національна звітність з UNFCCC (Національне повідомлення України Про зміни клімату);
- Секторальні дослідження, проведені міжнародними організаціями та службами ринкової інформації, а саме
 - ЕБРР
 - Фонд Генріха Бойля
 - Інтелектуальні послуги, такі як BSRIA, JRAIA та Euromonitor.

A.2 Економія викидів при використанні теплових насосів - методологія

Підхід передбачає, що відновлювана енергія, яку отримують від теплових насосів, замінює собою набір первинних енергоносіїв (паливо в секторах опалення/охолодження), які були б забезпечені іншими енергоресурсами. Економія викидів розраховується відповідно до встановленого сценарію. Нижче наведені етапи даного аналізу:

- Визначення тенденції зростання впровадження теплових насосів в ПЕК до 2050 року. Поточний прогрес теплових насосів в Україні, а також прогрес в ЄС повинні використовуватися в якості орієнтирів при визначенні частки теплових насосів в ПЕК на кожен рік;
- Визначення, яке з основних видів палива має бути замінено з урахуванням його коефіцієнта викидів. В оцінках, представлених в даному звіті, викопним паливом, яке буде замінено тепловими насосами, є природний газ. Відповідно до підходу за замовчуванням «оцінка життєвого циклу природного газу» (LCA) (2008-2015 рр.), коефіцієнт викиду ПГ склав 0,240 т CO₂-екв / МВтч;

- Вибір сценаріїв, за якими буде вимірюватися ефект від використання теплових насосів в секторах опалення / охолодження;
- Розрахунок розгортання теплових насосів впливає на прогнози обраних сценаріїв;
- Внесок заощаджень за рік у викиди ПГ в житловому секторі за цей рік розраховується як відношення чистої економії за відповідний рік до загальних гіпотетичних викидів парникових газів за цей рік. Загальний обсяг гіпотетичних викидів за рік отримується шляхом складання абсолютних значень чистих викидів, яких вдалося уникнути за рік завдяки використанню теплових насосів, до фактичних викидів за цей рік.

Таблиця 15 Опис обраних сценаріїв^{38,39}

Консервативний (S1)	Політика заморожування (S2)	Референтний (S3)	Ліберальний (S4)	Революційний (S5)
Більшість енергетичних технологій до 2050 року залишаться незмінними проти 2012 року, з цього виходить, що практично не підвищиться ефективність використання енергоресурсів і буде задіяна лише дуже мала частина потенціалу ВДЕ.	Розглядаються тільки ті політичні акти, заходи і завдання, які були прийняті до 2015 р. (тобто немає політичних актів, заходів і завдань з ESU2035 та інших стратегічних документів).	Відображає умови та основні цілі Енергетичної стратегії України до 2035 року, підтримує енергоспоживання на рівні 2015 року при одночасному збільшенні використання ВДЕ за рахунок зниження споживання вугілля та природного газу.	До 2050 року частка ВДЕ в структурі кінцевого енергоспоживання (ПЕК) може перевищити 30%, а потреба в енергоресурсах буде знижуватися за рахунок впровадження енергоефективних заходів при одночасному зростанні економіки.	У судженнях про перехід на нові види енергії реалізуються цілі політики в галузі відновлюваних джерел енергії, а також заходи з підвищення енергоефективності та реалізації.

В рамках обраних сценаріїв застосовуються такі припущення:

- Внесок впровадження теплових насосів (високий і низький) замінило ідентичну кількість природного газу, споживаного в житловому секторі;
- Поточне впровадження на ринок теплових насосів в Україні та ЄС використовується як еталон для визначення первинних акцій;
- Річний коефіцієнт зростання теплових насосів в ЄС розглядається як орієнтир (зростання в 2 рази за період 10 років) для визначення зростання частки в ПЕК до 2050 року.

Таблиця 16. Прогнозоване впровадження теплових насосів в кінцеве енергоспоживання України в 2020, 2030, 2040 і 2050 рр

	2020	2030	2040	2050
Впровадження НР в ПЕК - високий	0.5%	1%	2%	4%

⁽³⁸⁾ Дячук, О., Подолец, Р., Юхимец, Р., Пеккоєв, В., Балык, О., и Симонсен, М. Б. (2019 г.). Долгосрочное энергетическое моделирование и прогнозирование в Украине: Сценарии к Плану действий Энергетической стратегии Украины до 2035 года.

⁽³⁹⁾ Дячук, О., Чепельев, М., Подолец, Р., Трипольская, Г., Венгер, В., Сапрыкина, Т., Юхимец, Р. (2018). Переход Украины к возобновляемой энергетике к 2050 году. Переход Украины к возобновляемой энергетике к 2050 году.

Впровадження НР в
ПЕК - низький

0,1%

0,2%

0,4%

0,8%

A.3 Звичайні та кліматично чисті теплові насоси та холодоагенти - вхідні дані

A.3.1 Звичайні та кліматично чисті теплові насоси супроти газових котлів

	Газовий котел	Новий ЕЕ НР з R290	Традиційний НР з R134A
Потужність нагріву (кВт)	15	15	15
ККД газового котла (%)	88		
Споживання електроенергії газовим котлом (кВт-год)			200
Низька теплотворна здатність природного газу (кВт/м ³)	9.2		
Обсяг природного газу (розрахований на 2470 год) (м ³ /год)	4570		
Ціна одиниці (USD) ⁴⁰	1 000	8 000	7 000
Ціна установки (USD) ⁴¹	1 800	300	200
Вартість обслуговування (дол. США/рік)	20	20	20
Загальний обсяг інвестицій (USD)	2 820	8 320	7 220
COP		5.7	2.5
ГВП (кг CO ₂ / кг холодоагента)		3	1420
Заряд холодоагента (g) ⁴²		150	1200 – 1350
Річна норма витоку (%)		2	2
Холодоагент втрачається при зношенні (%)		15	15
Коефіцієнт мережних втрат (%)	10	10	10
Споживання енергії (кВтг / рік)	32 604	6 500	14 820
Річна вартість електроенергії (USD)	1 815	319	726
Ціна на газ (USD/рік) ⁴³	1.654	-	
Загальна вартість енергії (дол. США/рік)	3 470	319	726
LCC (USD)	27 835	10 598	12 440
Коефіцієнт викиду електроенергії (г CO ₂ -екв/кВтг)	663	663	663
Коефіцієнт викидів природний газ (г CO ₂ -екв/кВтг)	202		
Енергобаланс коефіцієнта викидів (г CO ₂ -екв/кВтг)	460		
Чиста теплотворна здатність природного газу (ГДж/т)	48.77		
Втрати в мережах (%)	10%	10%	10%
Викиди від роботи	8.7 ⁴⁴	4.7	10.8

⁽⁴⁰⁾Вартість початкових вкладень в котел: (від 5 000 до 25 000 грн, в середньому 590 дол. США)

⁽⁴¹⁾Витрати на устаткування: (від 5 000 до 25 000 грн, в середньому 590 дол. США)

⁽⁴²⁾Верхня межа 150 гр для кліматично нешкідливого теплового насоса, який використовується в житлових приміщеннях (5-10 кВт). Для інших ВР на кожен кВт використовується 80-90 гр холодоагенту.

⁽⁴³⁾ Вартість палива/одиниці: Середня (різна в кожному регіоні) з урахуванням ПДВ, вартості доставки і націнки постачальника в даний час становить близько 7000 грн. за 1000 куб. м. = 0,276 долара США/куб. м., ймовірно, зросте

Додаткова ціна (USD)	5 500	4 400	
Ставка дисконтування %	5%	5%	
Рівень інфляції %	5%	5%	
Ціна електроенергії (USD / кВтг)	0.049	0.049	0.049
Години роботи	2 470	2 470	2470
Життєвий цикл (роки)	15	15	15
IRR (%)		17%	
термін окупності (роки)		2.5	

A.3.2 Коефіцієнти викидів холодоагенту та розміри заряду

Холодоагент		HFC	R290
Виробничий коефіцієнт викидів	1%		
Коефіцієнт викидів при утилізації	100%		
Автономний сервісний коефіцієнт викидів	7%		
Конденсація службового коефіцієнта викидів	25%		
GWP автономний/централізований		1430 ⁴⁵	3
конденсація ГВП		3922 ⁴⁶	3
Життєвий цикл [роки]	15		
Автономний заправлений агрегат 300 літрів		0,4	0,06
Автономна морозильна камера 1,8 м3		2,4	1,2
Автономна морозильна камера 3,6 м3		4,8	2,4
Конденсаторний агрегат 2,5 м [кг]		1	0,5
Конденсаторний агрегат 8 м [кг]		3,6	2
Конденсаторний агрегат 27 м3 [кг]		20	12
Централізована система		75	30

A.3.3 Коефіцієнти енергоефективності комерційного холодоагентного обладнання

КС обладнання	BAU	МАССАЧУСЕТСЬКИЙ ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ІНСТИТУТ 2030
<i>Автономне обладнання</i>		
300 літрів	2,2	3
1 одиниця 1,8 м3 охолоджуюча потужність в кВт	2,2	3
1 одиниця м3 охолоджуюча потужність в кВт	2,2	3
<i>Конденсаторний агрегат</i>		
2,5 м Холодильна схема	2,5	3,5
2 одиниця 8 м охолоджуюча потужність в кВт	2,5	3,5

⁽⁴⁴⁾ 1 м3 природного газу = 1,9 кг CO₂-екв(МГЕЗК, 2006)

⁽⁴⁵⁾ HFC-134a

⁽⁴⁶⁾ HFC-404A



1 одиниця 27 м охолоджуюча потужність в кВт

2,5

3,5

Централізована одиниця

3

4

A.4 Карта зацікавлених сторін

Ключові зацікавлені сторони в галузі захисту клімату, енергоефективності та сектору RACHP в Україні представлені в **Таблиця 17**.

Таблиця 17 Основні зацікавлені сторони в секторі в Україні

Організація та зв'язок	Роль
Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів, https://mepr.gov.ua/ .	Центральний орган виконавчої влади, що розробляє і реалізує державну політику в галузі зміни клімату, охорони навколишнього середовища, захисту озонового шару і регулювання використання фторованих газів.
Національна комісія регулювання енергетики та житлово-комунального господарства України (НКРЕ), www.nerc.gov.ua .	Державний регулятор, який здійснює нагляд за енергетичним сектором, а саме за комунальними послугами (електроенергія, природний газ, опалення, холодна вода і побутові відходи).
Державна служба статистики України, http://www.ukrstat.gov.ua/	Центральна служба статистики економіки та імпорту.
Державне агентство з енергоефективності та енергозбереження України, http://sae.gov.ua/en .	Надання послуг в галузі енергетики (наприклад, управління веб-сайтом https://uamar.org.ua/en/).
Одеська національна академія харчових технологій, https://www.onaft.edu.ua/en/ .	Науково-дослідна установа, що надає інформацію та послуги щодо комерційного холодного застосування.
Громадська Спілка Холодильна асоціація України (ГС ХАУ), www.ref.org.ua .	Просування енергоефективності та екологічно чистих технологій охолодження та опалення (телові насоси); сприяння розробці та реалізації нормативних актів; підтримка розвитку умов для професійної технічної освіти та обміну знаннями в галузі охолодження та опалення.
Українська національна асоціація теплових насосів (UNHRA), www.unhra.com.ua .	Просування теплонасосних технологій, розвиток ринку в Україні, розробка законопроекту та дорожньої карти щодо теплонасосних технологій.
Європейсько-українське енергетичне агентство (ЄУЕА), http://euea-energyagency.org/ .	Просування політики, технології та фінансування для ефективного переходу до енергетики, забезпечує останні інновації ЕЕ і ВДЕ.
Агентство з відновлюваної енергетики України, www.rea.org.ua/en/contacts-en .	Сприяння ринковому розвитку технологій використання відновлюваних джерел енергії та створення для цього сприятливих умов.

A.4.1 Холодоагенти

Холодоагент		HFC	R290
Виробничий коефіцієнт викидів	1%		
Коефіцієнт викидів при утилізації	100%		
Автономний сервісний коефіцієнт викидів	7%		
Конденсація службового коефіцієнта викидів	25%		
GWP автономний/централізований		1430	3
Конденсація ПГП		3922	3
	15		

Життєвий цикл [роки]			
Автономний охолоджувач заряду 300 літрів		0,4	0,06
Автономна морозильна камера 1,8 м ³		2,4	1,2
Автономна морозильна камера 3,6 м ³		4,8	2,4
Конденсаторний агрегат 2,5 м [кг]		1	0,5
Конденсаторний агрегат 8 м [кг]		3,6	2
Конденсаторний агрегат 27 м ³ [кг]		20	12
Централізована холодильна система		75	30
Викиди в tCO₂e_q (річні викиди за весь термін служби)			
	BAU	МАССАЧУСЕТСЬКИЙ ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ІНСТИТУТ	
Прямі викиди холодоагента			
Автономний 300 літрів	0,08	0,00	
Автономна морозильна камера 1,8 м ³	0,47	0,00	
Автономна морозильна камера 3,6 м ³	0,94	0,01	
Конденсатор 2,5 м	1,24	0,07	
Конденсаторна установка 8м	4,48	0,01	
Конденсаторна установка 27 м ³	24,89	0,05	
Централізована холодильна система	34,03	0,29	

А.4.2 Енергоефективність

КС обладнання	BAU	МАССАЧУСЕТСЬКИЙ ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ІНСТИТУТ 2030
Автономне обладнання		
300 літрів	2,2	3
1 одиниця 1,8 м ³ охолоджуюча потужність в кВт	2,2	3
1 одиниця м ³ охолоджуюча потужність в кВт	2,2	3
Конденсаторний агрегат		
2,5-метрова холодильна полиця	2,5	3,5
2 одиниця 8 м охолоджуюча потужність в кВт	2,5	3,5
1 одиниця 27 м охолоджуюча потужність в кВт	2,5	3,5
Централізована система	3	4