

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**  
**МІСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА імені О. М. БЕКЕТОВА**

**Е. А. Шишкін**

**ЕНЕРГОРЕНОВАЦІЯ ЦИВІЛЬНИХ БУДІВЕЛЬ**

**КОНСПЕКТ ЛЕКЦІЙ**

*(для здобувачів другого (магістерського)  
рівня вищої освіти денної та заочної форм навчання  
зі спеціальності 192 – Будівництво та цивільна інженерія)*

**Харків**  
**ХНУМГ ім. О. М. Бекетова**  
**2023**

**Шишкін Е. А.** Енергореновація цивільних будівель : конспект лекцій для здобувачів другого (магістерського) рівня вищої освіти денної та заочної форм навчання зі спеціальності 192 – Будівництво та цивільна інженерія / Е. А. Шишкін ; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2023. – 43 с.

Автор

канд. техн. наук, доц. Е. А. Шишкін

Рецензент

**О. В. Завальний**, кандидат технічних наук, професор, завідувач кафедри міського будівництва (Харківський національний університет міського господарства імені О. М. Бекетова)

*Рекомендовано кафедрою міського будівництва, протокол № 1 від 5 вересня 2022 р.*

Конспект лекцій складено з метою допомоги здобувачам будівельних спеціальностей ЗВО під час підготовки до занять, заліків та іспитів із курсу «Енергореновація цивільних будівель»

© Е. А. Шишкін, 2023

© ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2023

## ЗМІСТ

ВСТУП.....	4
ТЕМА 1 ЗАСОБИ ВИЗНАЧЕННЯ ЕНЕРГОСПОЖИВАННЯ У БУДИНКАХ ТА ФАКТОРИ, ЩО НА НЬОГО ВПЛИВАЮТЬ .....	5
ТЕМА 2 ЕНЕРГЕТИЧНА СЕРТИФІКАЦІЯ БУДІВЕЛЬ.....	8
ТЕМА 3 ОРГАНІЗАЦІЯ ДІЯЛЬНОСТІ 3 ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ У БУДИНКАХ.....	12
ТЕМА 4 ЗАРУБІЖНИЙ ТА ВІТЧИЗНЯНИЙ ДОСВІД ЕНЕРГОРЕНОВАЦІЇ ЦИВІЛЬНИХ БУДІВЕЛЬ .....	15
ТЕМА 5 НАПРЯМКИ ТА ОСНОВНІ МЕТОДИ ОЦІНКИ ВИБОРУ ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧИХ ЗАХОДІВ .....	19
ТЕМА 6 РЕКОНСТРУКЦІЯ ЯК ОСНОВНИЙ МЕТОД ЗНИЖЕННЯ ЕНЕРГОСПОЖИВАННЯ У БУДИНКАХ..	23
ТЕМА 7 ОСОБЛИВОСТІ ЕНЕРГЕТИЧНОГО АУДИТУ БУДІВЕЛЬ .....	27
ТЕМА 8 ОСОБЛИВОСТІ ЕНЕРГЕТИЧНОГО МЕНЕДЖМЕНТУ БУДІВЕЛЬ .....	30
ТЕМА 9 АНАЛІЗ ПРОЄКТІВ ЩОДО ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ БУДІВЕЛЬ .....	34
СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	40

## ВСТУП

*Метою викладання навчальної дисципліни «Енергореновація цивільних будівель» є систематизоване формування необхідних професійних знань та проектних навичок з фізичних основ, загальних принципів, структури та функціонування систем розподілу енергоносіїв у цивільному будівництві.*

*Основними завданнями вивчення дисципліни «Енергореновація цивільних будівель» є: визначення містобудівного потенціалу сельбищної територій, який впливає на енергетичне споживання будинків; формування у здобувачів належного рівня знань про методи, техніку й організацію робіт, пов'язаних з розробкою проєкту енергореновації цивільних будівель; засвоєння загальних положень реновації міської забудови; оцінка ефективності проектних рішень; вивчення зарубіжного і вітчизняного досвіду енергореновації цивільних будівель.*

*У результаті вивчення навчальної дисципліни здобувач має знати: передумови та основні напрямки, що необхідні для енергореновації цивільних будівель; загальні відомості та аналіз споживання енергії в будівлях; енергозберігаючі заходи в будівлях; методи зменшення теплових втрат у будівлях; особливості енергоаудиту у цивільних будівлях.*

### *Результати навчання:*

ВРН2.1. Обирати методи та прийоми адаптації цивільних будівель для поставленої мети енергореновації.

ВРН2.2. Вирішувати складні інженерні задачі з енергореновації у цивільних будівлях.

ВРН2.3. Визначати вимоги щодо складання відомостей та аналізу споживання енергії в будівлях.

ВРН2.4. Аналізувати ринок нерухомості щодо енергоефективності будівель.

# ТЕМА 1 ЗАСОБИ ВИЗНАЧЕННЯ ЕНЕРГОСПОЖИВАННЯ У БУДИНКАХ ТА ФАКТОРИ, ЩО НА НЬОГО ВПЛИВАЮТЬ

## Питання до теми

1. Основні поняття і визначення.
2. Бар'єри на шляху розвитку енергоефективності.

**Енергоефективність** – це не просто використання ресурсозберігаючих технологій, рекуперації, встановлення, наприклад, енергоефективних вікон, утеплення стін. Це – комплексний підхід від етапу проектування до введення в дію та експлуатацію об'єкта чи технології (обладнання).

**Енергозбереження** – діяльність (організаційна, наукова, практична, інформаційна), яка спрямована на раціональне використання та економне витрачання первинної та перетвореної енергії та природних енергетичних ресурсів у національному господарстві та яка реалізується з використанням технічних, економічних та правових методів.

**Енергоефективні продукція, технологія, обладнання** – продукція або метод, засіб її виробництва, що забезпечують раціональне використання паливно-енергетичних ресурсів (ПЕР) порівняно з іншими варіантами використання або виробництва продукції однакового споживчого рівня або з аналогічними техніко-економічними показниками.

**Енергоефективність** – характеристика обладнання, технології, виробництва або системи загалом, що показує ступінь використання енергії на одиницю кінцевого продукту.

Щоб відкинути вплив на енергоємність валового внутрішнього продукту (ВВП) факторів зміни економічної активності та структурних перетворень в економіці, Міжнародне енергетичне агентство (МЕА) використовує декомпозиційний аналіз. За допомогою декомпозиційного аналізу виокремлюються три фактори, що спричиняють зміни в обсягах кінцевого енергоспоживання:

**1. Активність** – вплив зміни економічної активності на обсяг енергоспоживання. Рівень активності оцінюється по-різному для різних секторів економіки та вимірюється за допомогою відповідних показників. Наприклад, додана вартість загального обсягу випуску товарів для промисловості, чисельність населення для побутових споживачів, пасажиропотік чи обсяг вантажоперевезень для транспорту.

**2. Структура** позначає співвідношення різних видів діяльності у секторах, оскільки різні типи активності потребують різних обсягів використання енергоресурсів. Наприклад, частка випуску різних видів продукції для промисловості, кількість квадратних метрів на одну особу для побутових споживачів, розподіл за видами транспорту для пасажирських та вантажних перевезень.

**3. Ефективність** – кількість енергії, використаної на одиницю активності у кожному із секторів кінцевого енергоспоживання.

Бар'єри на шляху розвитку енергоефективності:

– ринкові: організація ринку та цінові диспропорції утруднюють споживачам, повною мірою оцінити енергоефективність; проблеми, спричинені з конфліктом інтересів, що виникає, якщо інвестор не може скористатися благами від підвищення ефективності; витрати за угодою (вартість розроблення проекту перевищує економію енергії);

– фінансові: заздалегідь понесені витрати й рознесені у часі вигоди відбивають бажання в інвесторів; сприйняття інвестицій в енергоефективність як складних і ризикованих, із високими витратами за угодою; відсутність поінформованості щодо фінансових вигод з боку фінансових інститутів;

– інформаційні: відсутність достатньої інформації та розуміння з боку споживачів для прийняття рішення про раціональність використання та обсяги інвестицій;

– регуляторні та інституціональні: тарифи на енергію не стимулюють інвестиції в енергозбереження та енергоефективність; структура стимулів спонукає енергетичні компанії продавати електроенергію, а не інвестувати в

економічно вигідну енергоефективність; інституційний ухил у бік інвестицій, орієнтованих на пропозицію;

– технічні: відсутність доступних технологій енергоефективності, які прийнятні до місцевих вимог; недостатній потенціал визначення, розробки, реалізації та підтримки інвестицій в енергоефективність.

### **Контрольні запитання**

1. Що таке енергозбереження?
2. Які бар'єри зустрічаються на шляху енергоефективності?
3. Назвіть основні причини високого теплоспоживання будівель?

## ТЕМА 2 ЕНЕРГЕТИЧНА СЕРТИФІКАЦІЯ БУДІВЕЛЬ

### Питання до теми

1. Загальні відомості про енергетичний паспорт будинку.
2. Загальна структура енергетичної паспортизації.
3. Енергетичний паспорт будинку: програмне забезпечення.

З 01.01.2009 року в Україні в практиці проектування є обов'язковим складання «Енергетичного сертифікату будинку». Енергетична паспортизація житлових та громадських будинків діє в Україні з 01.04.2007 року після введення нормативних вимог ДБН В.2.6-31:2006 Теплова ізоляція будівель. Складання енергетичного сертифікату будинків до 2009 року було факультативним. З 01.01.2009 року енергетичний сертифікат є обов'язковим складником проектної документації для житлових та громадських будівель у разі нового будівництва та реконструкції. З 01.07.2008 року введено в дію ДСТУ-Н Б А.2.2-5:2008 Настанова з розроблення та складання енергетичного сертифікату будинків під час нового будівництва та реконструкції, де розкриті методичні положення, необхідні для розрахунку параметрів енергетичного паспорта. У ДБН В.2.6-31:2006 та ДСТУ-Н Б А.2.2-5:2007 встановлено шість класів енергетичної ефективності будинку (табл. 2.1).

Таблиця 2.1 – Класифікація будинків за енергетичною ефективністю

Класи енергетичної ефективності будинку	Різниця у відсотках розрахункового або фактичного значення питомих тепловитрат, $q_{\text{буд}}$ , від максимально допустимого значення, $E_{\text{max}}$ , $[(q_{\text{буд}} - E_{\text{max}}) / E_{\text{max}}] \cdot 100 \%$
A	Мінус 50 та менше
B	Від мінус 49 до мінус 10
C	Від мінус 9 до плюс 5
D	Від плюс 6 до плюс 25
E	Від плюс 26 до плюс 75
F	Плюс 76 та більше



Наявність шести класів на шкалі маркування надає можливість уніфікації відповідних економічно обґрунтованих заходів із заощадження енергії в будинках, різних за періодом будівництва, конструктивними та інженерними рішеннями, нормами проектування, умовами експлуатації, а також оцінки інвестиційної привабливості будівництва, реконструкції, капітального ремонту (термомодернізації) та експлуатації будинків.

Клас енергетичної ефективності будинку встановлюють під час проектування, введення будинку до експлуатації та за даними контролю й оцінки фактичного рівня тепловитрат на опалення будинку, що експлуатується. Цей клас може бути уточнений за результатами експлуатації та впровадження заходів з енергозбереження. Клас енергетичної ефективності будинку позначається латинськими літерами «А», «В», «С», «D», «Е», «F»; до того ж літера «А» відповідає будинкам із найкращими показниками енергетичної ефективності, а «F» – будинкам, що мають найгірші показники.

Для будинків, що проектуються, необхідно приймати клас не нижчий ніж «С». Одночасно відповідно до нормативних вимог ДБН В.2.6-31:2006 має бути підтвердження після завершення будівництва. Це положення пояснюється тим, що у процесі будівництва будинку зазвичай відбуваються відступи від проекту, наприклад, заміна одного матеріалу на інший або зміна конструктивних рішень. Зазвичай такі відступи мають бути санкціоновані проектною організацією. Однак у практиці будівництва бувають випадки, коли будівельна організація здійснює несанкціоновані відступи від проекту. Тому у разі здавання побудованого будинку в експлуатацію норми вимагають від проектною організації повторного заповнення енергетичного паспорта з тією самою метою, що й під час розробки проекту.

Класифікація наявних будівель повинна здійснюватись за результатами енергоаудиту.

Енергетична сертифікація будинків є обов'язковою умовою забезпечення їхньої енергоефективності. Енергетичний паспорт має містити три аспекти енергетичної ефективності будинків: доказ відповідності проекту нормативним

вимогам, контроль енергоефективності в процесі експлуатації, мотивацію власників будинків до зниження енергоспоживання. Крім того, цей документ має підтверджувати енергетичну якість будинку під час оцінки його вартості на ринку житла.

## Загальна структура енергетичної сертифікації

### **1. Визначення:**

– загальних будівельних даних про геометрію та орієнтацію будинку, його поверховість та об'єм, площу зовнішніх огорожувальних конструкцій, площу підлоги опалювальних приміщень;

– кліматичних характеристик району будівництва, зокрема вичерпні дані про опалювальний період, розрахункову температуру внутрішнього повітря;

– даних про системи підтримки мікроклімату приміщень і способи їхнього регулювання залежно від зміни кліматичних впливів, інших джерел надходження теплової енергії в будинок, інженерних систем будинку;

– проєктних даних про теплоізоляцію будинку та енергетичні параметри – значення приведенного опору теплопередачі, як окремих елементів, так і теплоізоляційної оболонки будинку в цілому;

– зведених енергетичних параметрів будинку – питомі витрати енергії на опалення будинку;

– відповідності теплотехнічних та енергетичних параметрів будинку нормативним вимогам.

### **2. Встановлення:**

– змін (об'ємно-планувальних, конструктивних, систем підтримки мікроклімату) побудованого будинку порівняно з проєктом;

– фактичних параметрів енергоспоживання та теплотехнічних показників будинку після річного періоду його експлуатації;

– порівняння проєктних і експлуатаційних теплотехнічних і енергетичних характеристик.

### **3. Маркування:**

– присудження категорій енергетичної ефективності з відповідними пільгами або санкціями, енергетична сертифікація будинку;

– розробки заходів щодо підвищення енергетичної ефективності.

Розвиваючи положення нормативних документів з енергетичної паспортизації, відділ будівельної фізики та ресурсозбереження розробив прикладний інструмент – програму для розрахунку параметрів Енергетичного паспорта. Програма називається «Енергетичний паспорт будинку» і призначена для автоматизації процесу розрахунку інженерами-проектувальниками робочих положень енергетичного паспорта на стадії розробки проектної документації.

### **Контрольні запитання**

1. Визначите класифікацію будинків за енергетичною ефективністю.
2. Які аспекти енергетичної ефективності будинків має містити енергетичний сертифікат?
3. У якій програмі обчислюються розрахунки параметрів енергетичного сертифікату?

## ТЕМА 3 ОРГАНІЗАЦІЯ ДІЯЛЬНОСТІ З ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ У БУДИНКАХ

Питання до теми

1. Головні принципи керування енерговикористанням.
2. Альтернативи керування навантаженням.

Практика щодобового функціонування електричної підсистеми свідчить про те, що потреби в електричній потужності істотно змінюються упродовж доби, тижня, сезону. Це є одним із головних складників проблем негативного впливу динаміки навантаження на електроефективність сучасної електроенергетики світу і України також.

Традиційно ця проблема розв'язувалася з позицій екстенсивного підходу, шляхом використання для одержання додаткової потужності генераторів різних типів (базисних, пікових і напівпікових). Цей спосіб дає змогу звести до мінімуму сумарні затрати для динамічного реагування на нерівномірний попит на електричну потужність.

**Базисні генератори** зазвичай великої потужності, працюють на порівняно дешевому паливі та покривають головну долю навантаження електроенергетичної системи.

**Пікові генератори**, відповідно до свого призначення (оперативність реагування на динаміку коливань навантаження), є високоманевровими, але працюють на дорогому мінеральному паливі. Розвиток електроенергетики в Україні проходив у напрямі будівництва низькоманеврових агрегатів, що не сприяло проведенню ефективної стратегії та тактики активного електрозбереження. Однак можливості екстенсивного способу регулювання електричним навантаженням обмежені.

**Пряме та непряме керування.** Найрозповсюдженіше регулювання систем кондиціонування повітря для комунального (побутового) сектору за допомогою

дистанційного керування або через локальні системи. Існує багато базових альтернатив.

**Циклічне дистанційне керування.** Обладнання для кондиціонування повітря передбачає безпосереднє керування роботою кондиціонерів у квартирах і офісах. За допомогою комунікаційного зв'язку, що встановлений енергопостачальною компанією, компресор кондиціонера вмикається, працює та вимикається через фіксовані періоди часу.

**Акумуляція енергії.** Однією з найбільш ранніх технологій енергозбереження та керування навантаженнями була акумуляція енергії (акумуляція первинної теплової енергії). Виявилося, що існують великі можливості, як для енергозбереження, так і для зменшення попиту внаслідок проведення заходів щодо нагромадження енергії. Технологія роботи обладнання для нагромадження енергії дає змогу акумулювати її в позапікові періоди та використовувати нагромаджену енергію в періоди пікового навантаження.

**Децентралізована генерація.** Вона також дає можливість керувати навантаженням, але це здійснюється різними способами. Для цього використовуються вітрогенератори, сонячні колектори, сонячні батареї, резервні генератори, мала гідроенергетика та інші типи незалежних джерел генерації. Однак останніми роками енергопостачальні компанії почали розглядати можливість розосередження генерації на своїх об'єктах як потенціально альтернативу управлінню енерговикористанням.

**Популяризація керування енерговикористанням серед споживачів.** Популяризація керування енерговикористанням проводиться як планова кампанія, що підтримуються електропостачальними компаніями, щоб переконати споживачів проводити заходи, які сприяють досягненню мети керування енерговикористанням. Для цього використовується реклама на радіо, телебачення або в газетах, семінари з керування енерговикористанням, розповсюджується відповідна література, проводяться конференції та розробляються проєкти з керування енерговикористанням для населення.

**Примусове пряме керування.** Здебільшого, коли люди думають про альтернативи керування навантаженням, вони розглядають це питання з боку керування обладнанням клієнтів. Однак не варто забувати й про деякі аспекти керування устаткуванням самої енергопостачальної компанії, що становить частину комплексної програми. До них належать зменшення напруги та коефіцієнтів потужності. Регулювання напруги деякі компанії використовують як альтернативу керуванню навантаженням. Зменшення навантаження на 1 % потребує пониження напруги на 1 %. Це можна досягнути в розподільних мережах, які складаються переважно з навантажень приватного сектора.

### **Контрольні запитання**

1. Якими чинниками зумовлена проблема керування використанням енергії?
2. Мета ефективного електроспоживання.
3. Мета керування енерговикористанням.
4. Альтернативи керування навантаженням.

## **ТЕМА 4 ЗАРУБІЖНИЙ ТА ВІТЧИЗНЯНИЙ ДОСВІД ЕНЕРГОРЕНОВАЦІЇ ЦИВІЛЬНИХ БУДІВЕЛЬ**

### Питання до теми

1. Нормативно правові документи, що використовуються в ЄС у сфері регулювання енергетичної ефективності.
2. План дій з енергоефективності країн ЄС.
3. Еволюція політики підвищення енергоефективності в ЄС .

На початку ХХ ст. головні напрямки політики енергоефективності в Європі були обумовлені з впровадженням у всіх інституціональних секторах енергозберігаючих технологій і обладнання, активізацією використання альтернативних джерел енергії, скороченням технологічних і комерційних втрат під час виробництва, транспортування та споживання енергоносіїв.

В ЄС накопичено найбільш значний досвід у сфері застосування методів технічного регулювання енергетичної ефективності. Головними видами нормативних правових документів, що використовуються в ЄС, є такі:

- регламенти (повністю обов'язкові та прямо застосовуються в усіх державах-членах);
- директиви (обов'язкові для держав-членів у частині результатів, які мають бути досягнуті й підлягають відображенню в національній правовій базі);
- рішення (обов'язкові лише для суб'єктів, яким вони адресовані);
- рекомендації та висновки (не мають обов'язкового характеру та є декларативними документами);
- стандарти (застосовуються на добровільній основі, однак в ЄС задіяні різні заходи щодо стимулювання їх застосування).

На сьогодні в ЄС діє значна кількість регламентів і директив, спрямованих на реалізацію положень, визначених «Зеленою книгою» та «Білою книгою». Головним інструментом регулювання питань енергетичної ефективності в ЄС є регламенти, директиви та стандарти. У практиці технічного регулювання

енергетичної ефективності в ЄС діють два головних методи – маркування енергетичної ефективності та встановлення вимог на екодизайн продукції (екологічно-орієнтоване проектування). Так, в ЄС 19 жовтня 2006 року затверджено «План дій з енергоефективності країн ЄС», що містить 75 ключових заходів, пріоритетними з яких були визначені:

- запровадження нових стандартів енергоефективності для різноманітних споживчих товарів, зокрема котлів, копіювальної та телевізійної техніки, освітлювальних приладів тощо (із 2007 р.);

- запровадження нових енергетичних стандартів для житлових приміщень і сприяння спорудженню приміщень із низькими енергетичними витратами, так званих «пасивних будинків» (2008–2009 рр.);

- підвищення ефективності виробництва та розподілу електроенергії (2007–2008 рр.);

- створення законодавчої бази для забезпечення скорочення до 2012 р. шкідливих викидів автомобілів до 120 г/км (2007 р.);

- активізація процесу фінансування банками інвестиційних проектів із підвищення енергоефективності, розроблених для малого та середнього бізнесу та ЕСКО (2007–2008 рр.);

- підвищення рівня ефективності споживання енергоресурсів у країнах, що 16 приєдналися до Європейського Співтовариства;

- застосування податкових інструментів, узгоджене із підготовкою «Зеленої книги» з непрямого оподаткування в 2007 р.;

- проведення відповідних інформаційних та освітніх кампаній;

- підвищення енергоефективності на міських територіях шляхом виконання «Наказу для мерів», у якому зібрані найкращі практики у цій сфері;

- підписання міжнародних угод для стимулювання енергоефективності у міжнародному масштабі.

Уже у листопаді 2016 року Європейська комісія запропонувала встановити новий цільовий показник зростання енергетичної ефективності – на 30% до 2030 року і внести відповідні зміни до Директиви 2012/27/ЄС про енергетичну



ефективність. ЄС прийняв низку заходів щодо підвищення енергетичної ефективності:

- щорічне зниження на 1,5 % у обсягах продажів енергії;
- країни ЄС забезпечують енергоефективне оновлення будинків, що перебувають у власності держави або винаймаються центральним урядом, у обсягах щонайменше 3 % на рік;
- обов'язкові сертифікати енергоефективності, які супроводжують продаж і оренду будівель;
- мінімальні стандарти енергетичної ефективності та маркування для різних товарів, таких як котли, побутові прилади, освітлення та телевізійна техніка (EcoDesign);
- підготовка в країнах ЄС національних планів дій щодо підвищення енергетичної ефективності кожні три роки;
- заплановане встановлення близько 200 мільйонів лічильників типу «Смарт» для електричних мереж і 45 мільйонів лічильників газу до 2020 року;
- великі компанії мають проходити енергетичний аудит, принаймні один раз на чотири роки;
- захист прав споживачів, щоб отримати легкий і вільний доступ до даних про обсяги споживання енергії в режимі реального часу.

Еволюцію політики підвищення енергоефективності промисловості в ЄС може бути охарактеризувати у такий спосіб:

- 1980–1990 рр.: фінансові субсидії (ефективний захід, але залежить від державного бюджету);
- 1990–2000 рр.: угода на добровільній основі (у багатьох країнах не приводить до зміни бізнесу – Businessasusual); моніторинг;
- 2000–2100 рр.: торгівля емісійними квотами, білі сертифікати / облігації; проблеми з ціною сертифікатів; екодизайн / маркування успішно застосовується для стандартизованої продукції;

– 2010 рр.: енергоменеджмент; зв'язок зі зниженням податків; інтелектуальні мережі в галузі енергетики згідно з концепцією SmartGrid (підхід «знизу – вгору»).

У Європі задіяно весь спектр інструментів політики – від інформаційної підтримки до фінансового стимулювання, фіскальної політики та заходів регулювання. Однак у масштабах усього регіону такі інструменти застосовуються нерівномірно та не збалансовано. Багато країн з перехідною економікою, особливо деякі члени Співдружності Незалежних Держав (СНД), не повною мірою використовують наявні інструменти (зважаючи на відсутність політичної прихильності або дефіциту ресурсів).

Усім країнам необхідно забезпечити створення ефективних систем моніторингу та оцінювання для проведення регулярних оцінок перебігу реалізації політики та програм у сфері енергоефективності. Дуже важливе значення для просування політики енергоефективності має міжнародне співробітництво. Міжнародне співтовариство надає цьому процесу потужний політичний імпульс, забезпечує базу для порівняльного аналізу та можливості щодо нарощування потенціалу, розвитку технологій та фінансування.

### **Контрольні запитання**

1. Коли почалося формування політики енергоефективності в ЄС?
2. На яких принципах формується європейська політика енергоефективності?
3. Мета керування енерговикористанням.
4. Альтернативи керування навантаженням. Пряме та непряме керування.

## ТЕМА 5 НАПРЯМКИ ТА ОСНОВНІ МЕТОДИ ОЦІНКИ ВИБОРУ ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧИХ ЗАХОДІВ

### Питання до теми

1. Стан енергозбереження у світовій практиці.
2. Види поновлювальних джерел енергії.
3. Стан і перспективи застосування поновлювальних джерел енергії.

**Енергозбереження** – це процес, який дає можливість скоротити потреби в паливно-енергетичних ресурсах (ПЕР), а також забезпечити максимальну ефективність їх використання.

З метою аналізу наявного стану та підвищення ефективності енергозбереження в Україні у 1996 році розроблена комплексна державна програма енергозбереження (КДПЕ). Програма КДПЕ призначена для практичного використання на підприємствах, у господарствах, на місцевому, галузевому та державному рівнях. Вона містить найважливіші заходи з питань енергозбереження, які дають вагомий народногосподарський ефект.

Програмою КДПЕ прогнозувалося завершення економічного спаду в Україні. За рахунок використання найбільш ефективних і недорогих заходів з енергозбереження в Україні передбачалося економія паливно-енергетичних ресурсів в об'ємі 39 млн тонн палива в умовному обчисленні. Але, як показує аналіз, економія палива очікується в кількості 12 млн тонн, або 30 % від об'єму, який прогнозувався. Це обумовлюється економічною кризою України, значним зростанням цін на ПЕР, більшість із яких імпортується.

Другий етап Програми передбачає забезпечення економії ПЕР шляхом використання якісного обліку втрат всіх видів енергоресурсів.

Третій етап програми, потребує значних капітальних вкладень на створення виробництва з використанням нових енергоефективних технологій, відмови від виробництва неефективної, з точки зору витрат енергоресурсів,

продукції, створення ефективного механізму економічного впливу на політику енергозбереження.

*Поновлювальними джерелами* енергії називаються ресурси енергії, які постійно циклічно поновлюють свою енергетичну цінність і енергія яких може бути перетворена в корисну роботу. Поновлювальні джерела енергії можна використовувати постійно, без обмежень, водночас використання традиційного палива обмежено з його запасами.

Перевагами поновлювальних джерел енергії є:

- вони практично невичерпні;
- не забруднюють навколишнього середовища;
- немає необхідності у добуванні, переробці та доставці палива;
- не використовується вода для охолодження, відсутні відходи (зола та продукти розпаду);
- не потрібно дефіцитних високотемпературних матеріалів, за винятком сонячних концентраторів тепла;
- можуть працювати без обслуговування;
- немає потреби у транспортуванні енергії.

Головним недоліком більшості поновлювальних джерел енергії є непостійність їхнього енергетичного потенціалу. Необхідність у використанні поновлювальних джерел енергії визначається такими чинниками:

- швидким ростом потреб електричної енергії;
- вичерпання найближчим часом розвіданих запасів органічного палива;
- забруднення довкілля оксидами азоту, сірки та вуглецю, пилоподібними залишками палива після згоряння, радіоактивним забрудненням і тепловим перегрівом під час використання ядерного палива.

Необхідність і можливість розвитку енергетики України на базі поновлювальних джерел зумовлена такими причинами:

- дефіцитом традиційних для України паливно-енергетичних ресурсів;
- дисбалансом у розвитку енергетичного комплексу України, який орієнтований на значне виробництво електроенергії на атомних

електростанціях (до 30 %) за фактичної відсутності виробництва ядерного палива;

– сприятливі кліматично-метеорологічні умови для використання головних видів поновлювальних джерел енергії;

**Сонячна енергія.** Завдання сонячної енергії – гріти воду для побутових потреб у теплу пору року там, де це економічно виправдано. Сьогодні сонячна енергія широко використовується для виробництва низькопотенційного сонячного тепла за допомогою простих сонячних колекторів.

**Теплові насоси.** Тепловий насос – це машина, яка сприймає теплоту довкілля, а також енергію, необхідну для приведення мотора в дію для того, щоб передати теплоту з більш високою температурою споживачу.

**Біогаз у побуті.** Біогаз – це газоподібний продукт, який отримують унаслідок анаеробної, тобто такої, що утворюється без доступу повітря, ферментації (перепрівання) органічних речовин різного походження.

**Грунтова вода.** Найсприятливішим для більшої частини України джерелом низькопотенційного тепла є ґрунтова вода, яка зберігає упродовж усього року постійну температуру на рівні від +8 °С до +12 °С, забезпечує ефективну роботу теплового насоса. Найпростіше використовувати воду із свердловин, які розташовані в зоні прибережної фільтрації річок або інших природних водойм, куди можна скидати відпрацьовану воду. Якщо поблизу немає водойми, то ґрунтову воду, яка забирається з однієї свердловини, потрібно після охолодження у випарнику закачувати в іншу, пробурену до того самого водоносного горизонту. Водночас буде забезпечуватись циркуляція води через водоносний шар, поверхня дотику якого слугує для теплообміну з ґрунтовим масивом.

**Енергія вітру.** Вітрогенерувальні турбіни виробляють конденсаційну електричну енергію напругою 380 Вольт при частоті струму 50 Герц. Номінальна потужність турбіни розвивається за швидкості вітру 12 м/с. Робочий діапазон швидкості вітру, за якого працює турбіна, від 5 м/с до 22 м/с. У цьому діапазоні ротор турбіни обертається з постійною кутовою

швидкістю, що забезпечується шляхом автоматичного встановлення кута атаки лопаті турбіни.

Енергія вітру невичерпна та характеризується доступністю й дешевизною. Її річні потенціальні запаси на Землі у сто разів перевищують запаси гідроенергії. Практично можна реалізувати лише 10–40 % цих запасів, коефіцієнт корисної дії використання вітру дорівнює лише 45 %.

**Термальні ресурси Землі.** Перспективним джерелом енергії є глибинна теплота Землі (термальні ресурси), яка акумулюється підземними водами (гідротермальні ресурси) і гірничими породами (петрогеотермальні ресурси). Розрізняють гідротермальні ресурси пластового та тріщинно-жильного типу. Родовища пластового типу розташовані поряд із водоносними горизонтами або комплексами, гірські породи яких мають властивість пропускати крізь себе рідкі й газоподібні матеріали та акумулювати їх у порожньому просторі. Це пористі й тріщинуваті гірські породи, які називаються природними підземними колекторами.

### **Контрольні запитання**

1. Охарактеризуйте можливості використання сонячної енергії.
2. Розкрийте суть роботи геліоустановки гарячого водопостачання.
3. Покажіть можливості використання теплових насосів.
4. За якою схемою здійснюється перетворення природної енергії в теплову?
5. Розкрийте можливості використання біогазу у побуті.
6. Використання ґрунтової води як джерела енергії.
7. Покажіть можливості використання вітрової енергії.
8. Наведіть можливості використання глибинної теплоти Землі.

## ТЕМА 6 РЕКОНСТРУКЦІЯ ЯК ОСНОВНИЙ МЕТОД ЗНИЖЕННЯ ЕНЕРГОСПОЖИВАННЯ У БУДИНКАХ

### Питання до теми

1. Джерела втрат теплової енергії.
2. Облік теплової енергії.
3. Шляхи зниження витрат теплової енергії на опалення.

На сучасному рівні розвитку втрати тепла в будівлях можуть бути зменшені більше ніж на третину. Реалізувати ці резерви повною мірою можливо за двома головними напрямками:

- утеплення захисних конструкцій будинків;
- модернізація систем теплоспоживання.

Найдоцільнішим є перший напрямок, після реалізації якого можна отримати ефект і для другого. Через захисні конструкції будинку, що опалюється, в атмосферу потрапляє значна кількість теплової енергії. Чим гірші теплоізоляційні якості захищень, тим більша втрата теплової енергії через них.

**Теплова ізоляція стін.** Згідно з нормативами України використовувати стіни з монолітної цегляної кладки неефективно. Тому раціональним способом утеплення стін має стати використання шару з ефективного утеплювача. Залежно від товщини стінки та її матеріалу виділені:

- а) зона надвисокої ефективності;
- б) зона високої ефективності;
- в) зона низької ефективності;
- г) зона неефективного будівництва.

Для утеплення зведеного будинку до стіни кріплять додатковий теплоізоляційний шар. Його можна розташувати з зовнішнього або внутрішнього боків стіни. У разі розташування утеплювача з зовнішньої поверхні є такі **переваги**:

– утеплюється вся поверхня стіни, урахувуючи вузли прилягання плит перекриття (у разі виходу назовні вони можуть стати теплопровідними включеннями);

– масивна частина стіни, яка розташовувалася до утеплення в зоні низьких температур, після реконструкції переміщувалася в теплу зону (це захищає від передчасного руйнування, яке спричинене сезонним коливанням температур і атмосферною вологою);

– підвищуються теплоаккумуляційні властивості стін, унаслідок чого тепловий комфорт усередині будинку має підвищуватись;

– утеплення здійснено без зменшення корисної площі будинку;

– роботи з утеплення будинку проводяться без порушень нормальної життєдіяльності його мешканців.

***Підвищення теплоізоляційних якостей вікон.*** У кліматичних умовах України використовуються вікна з подвійним склінням. Через вікна втрачається близько половини того тепла, яке надходить від опалювальних приладів системи опалення багатоповерхового житлового будинку. Поліпшення якості вікон із точки зору теплоізоляції можна досягти шляхом підвищення їхнього термічного опору та поліпшення якості заповнення притворів. Нормами встановлено на більшості території нашої держави мінімальний термічний опір вікон не менше  $0,5 \text{ м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$ .

Поліпшити якість теплоізоляції вікон можна у разі збільшення кількості шарів скла. Одна з таких можливостей полягає в нанесенні на скло тепловідбивного покриття, що призначено для частини спектра світла, яке використовується вдень. Поліпшити якість вікон можна також шляхом створення герметичного простору між склом. Тут раціональним є використання склопакетів. Теплоізоляційні якості склопакетів ще більше поліпшаються, якщо простір між склом заповнити аргоном або іншим інертним газом, який зменшує теплопровідність міжвіконного простору.

***Інфільтрація*** – це проникнення зовнішнього повітря через щілини захисних конструкцій. Кількість повітря, яке інфільтрується, залежить від



площі щілини та різниці тиску повітря назовні та всередині. Різниця тисків виникає від вітру, а також від різниці в щільностях холодного та теплого повітря. У багатоповерхових будинках різниця тисків більша, і тому в них потрібно особливо ретельно ущільнювати щілини.

**Кабельна система опалення.** Кабельна система опалення використовується в житлових будинках, офісах, майстернях та будь-яких приміщеннях, де потрібне комфортне тепло. Вона складається із нагрівального кабелю, терморегулятора та монтажної стрічки й може встановлюватись у підлогах усіх типів. Теплу підлогу можна з успіхом монтувати не тільки у нових будинках, але й під час ремонту звичайних квартир.

**Головна мета енергозберігальної політики в галузі** – довести до раціонального науково-обґрунтованого рівня споживання гарячої води та теплової енергії населенням, знизити питомі витрати палива й електроенергії на виробництво комунальних послуг. Серед найважливіших заходів, що спрямовані на енергозбереження, є впровадження приладів обліку витрат і регулювання споживання води та теплової енергії.

Метод обліку теплоти, що споживається, потрібно приймати залежно від категорії споживача, яка визначається за величиною його теплового навантаження.

До **I категорії** належать споживачі з тепловим навантаженням опалення, що дорівнює або перебільшує 12,6 кДж/год (3 Гкал/год). Також до цієї категорії, незалежно від величини теплового навантаження, належать такі споживачі: промислові підприємства, підприємства комунально-побутового обслуговування, спортивні споруди, центральні й квартальні теплові пункти житлових або адміністративних районів і навчальних комплексів.

До **II категорії** належать споживачі з витратою на опалення від 4,2 кДж/год до 12,6 кДж/год (від 1 Гкал/год до 3 Гкал/год).

До **III категорії** належать споживачі з витратою теплоти на опалення меншою за 4,2 кДж/год (1 Гкал/год).

Для обліку кількості теплоти на опалення у споживачів першої категорії рекомендується встановлювати: реєструвальні витратоміри та реєструвальні вимірники температури або тепломіри. Для такого самого обліку у споживачів другої категорії рекомендується: реєструвальні витратоміри (або у разі їх відсутності – гарячоводяні водоміри); реєструвальні вимірники температури або тепломіри. Для обліку кількості води на опалення у споживачів третьої категорії рекомендується встановлювати: гарячоводяні водоміри та показувальні тепломіри. Для обліку теплоти на гаряче водопостачання у споживачів I і II категорії рекомендується: водоміри (залежно від місця їхнього встановлення холодноводяні або гарячоводяні водоміри), реєструвальні вимірники температури або тепломіри. Для обліку кількості теплоти на гаряче водопостачання у споживачів III категорії рекомендується встановлювати: водоміри (залежно від місця їхнього встановлення холодноводяні або гарячоводяні водоміри) та показувальні термометри.

### **Контрольні запитання**

1. Шляхи зменшення втрати тепла в будівлях.
2. Переваги та недоліки розташування утеплювача з зовнішньої поверхні будівлі.
3. Методи теплоізоляції покрівлі.
4. Як відбувається підвищення теплоізоляційних якостей вікон?
5. Що таке інфільтрація?
6. Перелічіть шляхи зниження витрат теплової енергії на опалення.

## ТЕМА 7 ОСОБЛИВОСТІ ЕНЕРГЕТИЧНОГО АУДИТУ БУДІВЕЛЬ

### Питання до теми

1. Енергетичний аудит, його завдання та головні етапи.
2. Методологія аудиту.
3. Спрощений і комплексний аудит.

**Енергетичний аудит** – це робота з техніко-економічної оцінки будівлі з погляду енергоспоживання. Загалом цей етап можна порівняти з медичним обстеженням, яке дає змогу поставити діагноз будівлі, визначити способи його лікування. У результаті аудиту визначаються заходи, які необхідно виконати для зменшення енергоспоживання конкретно для вашого будинку. За допомогою аудиту оцінюється окупність цих заходів і визначається найбільш економічно вигідне (оптимальне) рішення саме для вашого будинку. Водночас формується декілька пакетів заходів від малобюджетних варіантів часткової термомодернізації до повної комплексної термомодернізації.

**Під енергетичним аудитом** розуміють обстеження підприємства, організації або окремих їхніх ланок із метою визначення можливостей економії енергії шляхом упровадження механізмів ефективного енерговикористання.

**Предметом** енергетичного аудиту є аналіз споживання палива й енергії та видача рекомендацій щодо ефективного використання енергоресурсів.

**Об'єктом** енергетичного аудиту може бути підприємство, організація, енергетичне обладнання, агрегат, який виробляє, перетворює, передає або споживає енергію.

**Головна мета** енергетичного аудиту це пошук шляхів надання допомоги суб'єктам господарювання для визначення напрямів ефективного енерговикористання.

**Енергетичний аудит розв'язує такі задачі:**

– складання карти використання об'єктом паливно-енергетичних ресурсів (ПЕР);

– розробка організаційних і технічних заходів, які спрямовані на зменшення втрат енергії;

– визначення потенціалу енергозбереження;

– фінансова оцінка енергозберігальних заходів.

Енергетичний аудит проводиться енергосервісними компаніями або енергоаудиторами.

***Енергоаудит ґрунтується на двох головних правилах:***

– енергоаудит не має зводитися до простої фіксації помилок;

– енергетичні аудити не мають проводитися таємно.

Замовнику передається звіт про енергетичний аудит, у якому визначені конкретні шляхи підвищення ефективності використання ПЕР.

***Енергетичний аудит складається з таких етапів:***

– одержання інформації про об'єкт енергоаудиту;

– вивчення паливно-енергетичних потреб на об'єкті загалом та в окремих його підрозділах;

– аналіз ефективності використання ПЕР на об'єкті;

– поглиблений енергетичний аналіз окремих технологічних процесів і енергоспоживачів;

– підведення підсумків енергетичного аудиту.

***Оцінювання ефективності використання енергоресурсів*** у процесі ЕМ здійснюється на підставі порівняльного аналізу нормалізованих показників витрат ПЕР на виробництво одиниці продукції (виконання робіт, надання послуг), які визначаються експертом як такі, що відповідають науково обґрунтованому перебігу виробничих процесів, із фактичними показниками питомих витрат ПЕР, які розраховуються на підставі поточного стану виробництва (за даними основних і додаткових лічильників, встановлених показників обсягів виробництва, якості сировини та первинних енергоресурсів, температур та інше, від яких залежить енергоспоживання).

Аудитор завжди має пам'ятати про те, чого хоче замовник і про ресурси, які виділяються (час, гроші). Це дає змогу визначити:

- детальність енергоаудиту;
- кількість вимірювачів, які використовуються;
- акценти на певному обладнанні або на заходах щодо енергозбереження;
- розподіл енергії за центрами проведення перевірки;
- види показників роботи, що використовуються;
- метод розрахунку енергоспоживання.

### **Контрольні запитання**

1. Головні цілі енергетичних обстежень.
2. Назвіть найважливіші, на ваш погляд, причини нераціональної витрати: електроенергії, теплової енергії.
3. Організаційні умови проведення енергетичних обстежень.

## ТЕМА 8 ОСОБЛИВОСТІ ЕНЕРГЕТИЧНОГО МЕНЕДЖМЕНТУ БУДІВЕЛЬ

### Питання до теми

1. Роль і значення енергетичного менеджменту на об'єкті.
2. Структура державних органів, які займаються енергозбереженням, та їхні завдання.
3. Обов'язки енергоменеджера та вимоги до нього.

**Енергетичний менеджмент** – це управлінська та технічна діяльність персоналу об'єкта господарювання, що спрямовані на раціональне використання енергії, із врахуванням соціальних, технічних, економічних і екологічних аспектів. Головною метою енергоменеджменту є забезпечення ефективних шляхів реалізації енергозберігаючої стратегії суб'єкта господарювання.

**Система енергетичного менеджменту (СЕМ) на об'єкті** – це комплекс організаційних, технічних засобів і програмно-методичного забезпечення, що у сукупності дає змогу у такий спосіб керувати об'єктом, щоб споживалася тільки мінімально необхідна кількість паливно-енергетичних ресурсів (ПЕР) для нормального функціонування будівлі.

Державним органом виконавчої влади, який підпорядкований Кабінету Міністрів України, є Державний комітет України з питань енергозбереження (Держкоменергозбереження України). Він здійснює державне управління у сфері енергозбереження, забезпечує проведення єдиної державної політики в цій сфері та підвищення ефективності роботи з раціонального використання й економної витрати паливно-енергетичних ресурсів, координує діяльність міністерств із відомств з питань енергозбереження та діяльність підприємств, які входять у сферу їхнього управління.

Головними завданнями Держкоменергозбереження є:

- проведення єдиної державної політики в системі енергозбереження, розроблення механізму її реалізації;
- визначення головних напрямів державної політики у сфері стандартизації енергозбереження та нормування втрат паливно-енергетичних ресурсів, контроль за виконанням цих нормативів;
- участь у розробленні загальнодержавної енергетичної програми та програм розвитку галузей паливно-енергетичного комплексу, контроль їх реалізації в частині енергозбереження;
- проведення заходів для підвищення енергоефективності в усіх галузях народного господарства, соціальної сфери та побуту;
- забезпечення пріоритетності вимог енергозбереження в процесі господарської, управлінської та інших діяльностей, що пов'язані з добуванням, переробкою, транспортуванням, збереженням, виробництвом і використанням паливно-енергетичних ресурсів;
- організація та проведення державної експертизи з питань енергозбереження.

Контроль за раціональним використанням електричної та теплової енергій у споживачів, незалежно від їхньої відомчої приналежності та форм власності, здійснюється органами Державного енергетичного нагляду України. У систему органів Державного енергетичного нагляду входить:

- головна державна інспекція з енергетичного нагляду;
- структурні підрозділи державного енергетичного нагляду, які містяться в енергетичних організаціях Міністерства енергетики та електрифікації України.

У структурі Міністерства енергетики та електрифікації України створено Національний центр енергозбереження України. Головними напрямками діяльності цієї організації є такі:

- розроблення та запровадження методів і засобів контролю за станом енергозбереження під час виготовлення, транспортування та використання теплової та електричної енергії;
- участь у розробленні національної програми з енергозбереження;

– розроблення показників ефективності використання електричної та теплової енергії.

Базовою організацією Національного комітету України з нових та поновлювальних джерел енергії та енергозбереження є інститут Проблем енергозбереження Національної Академії Наук України, який працює за такими напрямками:

- міжгалузеві й національні проблеми паливно-енергетичного комплексу;
- розроблення національної стратегії, концепції та програми розвитку енергетики та енергозбереження, які враховують питання державної енергетичної політики;
- законодавче, нормативно-технічне, інформаційне та програмно-інструментальне забезпечення енергозбереження;
- створення нових і вдосконалення наявних енергозберігаючих технологій, обладнання та приладів;
- нетрадиційна енергетика та поновлювані джерела енергії;

В Київському ЗНІЕП із 1994 року працює Центр енергозбереження в житлово-громадському будівництві, у якому готуються нові нормативи енергозбереження в будинках, ведеться науково-дослідницька та проектно-конструкторська робота, що спрямована на впровадження в будівництво енергозберігаючих технологій.

**Енергоменеджер** належить до адміністрації об'єкта (організації), однак він не керує людьми, а контролює енергоспоживання. Посада енергоменеджера належить до керівника середньої ланки з безпосереднім підпорядкуванням директору або головному інженеру об'єкта (організації).

Енергоменеджер має вміти:

- складати таблиці споживання енергії на об'єкті (організації) за підрозділами та устаткуванням та паливно-енергетичний баланс об'єкта (організації);
- проводити аналіз споживання енергії з урахуванням оцінки заходів економії енергоспоживання;



- визначати ефективність роботи споживачів енергії та здійснювати контроль за інвестуванням заходів економії енергії;
- надавати консультаційні послуги щодо питань економії енергії на об'єкті (організації);
- проводити внутрішній енергетичний аудит і знати методику оцінки енергетичного менеджменту на об'єкті (організації);
- розробляти пропозиції з метою залучення персоналу економити енергію;
- перевіряти та оцінювати рахунки оплати за спожиту енергію та договори, що пов'язані з енергоспоживанням;
- детально аналізувати потоки енергії та визначати й постійно контролювати питомі норми енергоспоживання;
- проводити розрахунки капіталовкладень, експлуатаційних витрат і аналізувати можливості субсидій та їх практичного використання;
- виносити на розгляд адміністрації пропозиції, що стосуються нової інвестиційної політики;
- уміти керувати персоналом.

### **Контрольні запитання**

1. Дайте визначення таких головних понять: енергетичний менеджмент, енерговикористання.
2. Укажіть, кому безпосередньо підпорядковується енергоменеджер на підприємстві.
3. Укажіть, які обов'язки покладені на енергоменеджера.
4. Наведіть навички, якими має володіти енергоменеджер.

## **ТЕМА 9 АНАЛІЗ ПРОЄКТІВ ЩОДО ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ БУДІВЕЛЬ**

Питання до теми

1. Ефективний підхід до опалення будівель та приміщень Черкаської області.
2. Будівництво біопаливної ТЕЦ потужністю 20 МВт із виробництвом біопалива на базі таврійської котельні в місті Херсоні.
3. Використання біогазових установок у фермерських господарствах Вінницької області.

### **Ефективний підхід до опалення будівель та приміщень Черкаської області**

*Актуальність запропонованого проєкту для Черкаської області.*

Реалізація цього проєкту вирішить питання втрат теплової енергії та зменшить споживання природного газу, крім того, дасть змогу зменшити енергодефіцит області.

*Головна мета та завдання проєкту.* Пропонується відмовитись від централізованого опалення та перейти на індивідуальне. Пооб'єктно оснастити приватні домогосподарства газовими міні- та мікро-ТЕЦ. Переоснастити центральні теплові пункти на міні-ТЕЦ для декількох багатоповерхівок або встановлювати міні-, мікро-ТЕЦ безпосередньо на дахах. Крім того, пропонується встановлювати сонячні колектори на дахах для підігрівання гарячої води в літній період. Як приклад пропонується розглянути встановлення міні-ТЕЦ 300 кВт електричної потужності та сонячного колектору на даху дев'ятиповерхового цегляного будинку. Середня загальна вартість обладнання, монтажу та приєднання до електро- та газових мереж становитиме 5 841 тис. грн. За рахунок продажу виробленої електроенергії та економії на виробництві тепла та гарячої води окупність проєкту становитиме майже вісім із половиною років (річна відсоткова ставка 21%). За умови

зменшення банківської відсоткової ставки окупність проекту може становити чотири з половиною роки (річна відсоткова ставка 5 %).

Водночас, залежно від умов кредитування (відсоткової ставки), допомоги з боку держави, можливість залучення грантів або міжнародної допомоги, інших чинників (якості та вартості обладнання залежно від її потужності) проект може окупитися й за менший період часу.

**Стадія реалізації проекту.** Аналогічні проекти, але з іншим обладнанням, вже впроваджені в місті Черкаси. Водночас, пропонується відмовитись від централізованого опалення в області загалом та реалізувати проект у кожному будинку.

**Очікуваний ефект.** Реалізація проектної ідеї дасть змогу відмовитись від старого та неефективного обладнання підприємств теплоенергетики, дасть змогу забути про вічний із року в рік ремонт теплотрас та встановлення лічильників гарячої води й тепла. Кошти, які мають витратитися на лічильники та заміну теплотрас (це понад 155,5 млрд грн.) можна спрямувати на ту саму підтримку ОСББ, для переходу на індивідуальне опалення. Відмовившись від централізованого опалення, та втіливши цей проект, можна скоротити споживання природного газу на 13 % та підвищити ефективність використання теплової енергії на 45 %.

### **Будівництво біопаливної ТЕЦ потужністю 20 МВт із виробництвом біопалива на базі таврійської котельні в місті Херсоні**

**Актуальність запропонованого проекту для міста Херсон.** Для вирішення проблеми заміщення природного газу пропонується будівництво на площадці Таврійської котельні 0,4 га та суміжній вільній площадці 2,43 га біопаливної ТЕЦ електричною потужністю 6 МВт та тепловою потужністю 20 МВт(17,2 Гкал) у складі двох біопаливних парових котлів паропроодуктивністю 15–20 т/год кожен та конденсаційної парової турбіни з регульованим теплофікаційним відбором пари та електрогенератором.

На будівельному майданчику розмістити склади паливної сировини для ТЕЦ та виробництво біопалива із сільськогосподарських відходів та очерету (пелети, брикети) на потреби інших біопаливних котелень міста.

**Головна мета та завдання проєкту.** Метою проєкту є використання території наявної котельні та її інфраструктури (під'їзні шляхи, електрозабезпечення, водозабезпечення та каналізація, зв'язок тощо). Для розташування основного та допоміжного обладнання біопаливної ТЕЦ передбачається будівництво необхідних виробничих, складських, адміністративних та інших будівель. Наявну газову котельню пропонується залишити як резервну та для покриття пікових навантажень.

**Завдання проєкту:**

1. Заміщення споживання природного газу дешевим біопаливом із місцевої соломи та очерету, збільшення енергонезалежності міста. Скорочення споживання імпортованого природного газу як в державі загалом, так і в місті Херсон зокрема, та збільшення споживання біопалива українського походження шляхом укладання довгострокових контрактів із місцевими виробниками на його постачання.

2. Забезпечити якісне тепlopостачання та гаряче водopостачання споживачів прилеглого мікрорайону «Таврійський-ІІ» та стримати зростання тарифів у зв'язку зі зростанням вартості природного газу. Зменшення тарифу на виробництво теплової енергії щонайменше на 10 % порівняно з її виробництвом із використанням природного газу.

3. Створення (у перспективі) сучасного теплового району з енергоефективним джерелом енергії та комплексною термомодернізацією будівель споживачів, встановленням індивідуальних теплових пунктів, створенням регульованих систем опалення в будинках, заміною зовнішніх тепломереж.

4. Виробництво електроенергії та реалізації її до зовнішньої електричної мережі, за «зеленим» тарифом із метою підвищення економічної привабливості проєкту.

5. Скорочення викидів у атмосферу парникових газів за рахунок використання відновлювальних видів біопалива та покращення екологічної ситуації в регіоні.

6. Виробництво та забезпечення біопаливом ТЕЦ, комунальних та приватних котелень міста.

**Стадія реалізації проєкту.** Проєкт перебуває на стадії розробки ТЕО для визначення детальних техніко-економічних показників проєкту, джерел фінансування та залучення потенційних інвесторів.

**Очікуваний ефект.** Попередні економічні показники проєкту:

1. Заміщення споживання природного газу на опалення мікрорайону – 5 300 тис. м<sup>3</sup>.

2. Прибуток від продажу електроенергії за «зеленим тарифом», заміни природного газу на біопаливо та золи на добрива – 6 400 тис. євро.

3. Потрібні інвестиції – 24 464 тис. євро.

4. Простий термін окупності – 3,8 роки.

5. Скорочення викидів парникових газів – 10 050 т.

### **Використання біогазових установок у фермерських господарствах Вінницької області**

**Актуальність запропонованого проєкту для Вінницької області** полягає в реалізації комплексного підходу до впровадження енергоефективних технологій утилізації біогазу та виробництва з нього теплової та електричної енергії на території Вінницької області.

Ураховуючи сільськогосподарську орієнтованість Вінниччини, упровадження біогазових установок, які працюють на продуктах діяльності агропромислового комплексу, може стати альтернативою до використання викопних видів палива, таких як природний газ та вугілля.

Так, статистичні дані вказують на достатню кількість поголів'я худоби (324,3 тис. гол.), свиней (366,5 тис. гол.), овець та кіз (43,7 тис. гол.), птиці (27 тис. гол.) на території області, а також функціонування

понад 1 240 селянських (фермерських) господарств. Теоретичний потенціал використання біогазових установок у сільському господарстві Вінниччини становить близько 213 млн м<sup>3</sup> біогазу.

**Головна мета та завдання проєкту.** Метою проєкту є теоретична оцінка доцільності масового впровадження біогазових установок у фермерських господарствах області та можливі шляхи державної підтримки таких проєктів.

Спираючись на загальноприйняті характеристики типових біогазових установок, був визначений приблизний термін окупності біогазових установок для малих та середніх фермерських господарств, який коливається від одного до трьох років залежно від потужності установки.

Унаслідок впровадження таких установок господарства отримають можливість використовувати вироблений біогаз для безпосереднього опалення господарських приміщень або налагодити виробництво електроенергії за допомогою електрогенераторів та її відпуск у мережу за «зеленим» тарифом.

Окремо варто зазначити додаткову вигоду від упровадження біогазових установок у сільському господарстві внаслідок отримання екологічно чистого біодобрива, що утворюється в процесі переробки біомаси.

**Очікуваний ефект.** Результатом упровадження проєктної ідеї у вигляді регіональної програми із належним виділенням коштів із державного та місцевих бюджетів, а також можливим залученням інвестиційних та грантових фінансових ресурсів, стане масове використання установок для виробництва біогазу у сільському господарстві Вінниччини, що надасть можливість налагодити децентралізоване виробництво теплової та електричної енергії з відновлювальних джерел енергії, вирішити питання переробки відходів тваринництва та птахівництва. Це надасть аграрному сектору області економічний поштовх шляхом створення нових робочих місць у сфері виробництва, монтажу та експлуатації біогазових установок, збільшить надходження до місцевих бюджетів у вигляді відповідних податків та частково вирішить питання низки негазифікованих населених пунктів області, у яких,

ураховуючи сучасні економічні та політичні чинники, наразі призупинена побудова централізованих газопроводів.

Окремо варто зазначити, що позитивні приклади впровадження біогазових установок стануть додатковим стимулом для населення області активніше впроваджувати енергоефективні та екологічно чисті сучасні технології в промисловій та побутовій сферах.

## СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Реконструкція цивільних та промислових будівель і споруд : підручник / [за ред. Е. А. Шишкіна, О. В. Завального] ; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2021. – 404 с. – (Серія «Міське будівництво та господарство»). – ISBN 978-966-695-546-6.
2. Проблеми та перспективи розвитку житлової забудови в умовах комплексної реконструкції міста : монографія / [Ю. І. Гайко, Т. В. Жидкова, Т. М. Апатенко та ін.; за заг. ред. Ю. І. Гайка, Т. В. Жидкової] ; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2019. – 247 с. – ISBN 978-966-695-477-3.
3. Реновація промислової забудови та її адаптація до сучасного міського середовища : монографія / [Ю. І. Гайко, Є. Ю. Гнатченко, О. В. Завальний, Е. А. Шишкін; за заг. ред. Ю. І. Гайка, Е. А. Шишкіна] ; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2021. – 353 с. – ISBN 978-966-695-526-8.
4. Будівельна фізика : підручник / Т. В. Жидкова, Т. М. Апатенко ; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2018. – 405 с. – ISBN 978-966-695-447-6.
5. Бакалін Ю. І. Енергозбереження та енергетичний менеджмент: навч. посіб. / Ю. І. Бакалін. – 3-тє вид., доп. та перероб. – Харків : Бурун і К, 2006. – 320 с.
6. Маляренко В. А. Енергетика, довкілля, енергозбереження / В. А. Маляренко, Л. В. Лисак ; за заг. ред. проф. В. А. Маляренка. – Харків : Рубікон, 2004. – 368 с.
7. Солодовнік О. О. Формування економічного механізму енергозбереження на підприємствах комунального господарства на засадах публічно-приватного партнерства : монографія / О. О. Солодовнік, К. І. Докуніна – Харків : Діса плюс, 2018. – 240 с.



8. Харсун Н. С. Застосування енергозберігаючих технологій в будівництві : реферативний огляд / Н. С. Харсун ; Укр. ін-т наук.-техн. і екон. інф. – Київ : УкрІНТЕІ, 2007. – 40 с.

9. Краснянский М. Е. Энергосбережение : учеб. пособ. / М. Е. Краснянский. – 2-е изд., испр. и доп. – Харьков : Бурун и К, 2015. – 176 с.

10. Маляренко В. А. Основы теплофизики зданий и энергосбережения : учебник / В. А. Маляренко. – Харьков : ХНАГХ им. А. Н. Бекетова, 2006. – 499с.

11. Маляренко В. А. Энергосбережение и энергетический аудит : учеб. пособ. / В. А. Маляренко, И. А. Немировский ; Харьк. нац. ун-т гор. хоз. им. А. Н. Бекетова – Харьков. : ХНАГХ им. А. Н. Бекетова, 2008. – 253 с.

12. ДСТУ ISO 50002:2016. Енергетичні аудити. Вимоги та настанова щодо їх проведення. – Чинний від 29-04-2016. – Київ : Держстандарт України, 2016. – 19 с.

13. ДБН В.2.6-31:2016. Теплова ізоляція та енергоефективність будівель. – Чинний від 08-07-2016. – Київ : Мінрегіон України, 2017. – 30 с.

14. ДСТУ ISO 8301:2007. Теплоізоляція. Визначення теплового опору та пов'язаних із ним характеристик в усталеному режимі приладом із перетворювачем теплового потоку. – Чинний від 30-07-2007. – Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2007. – 39 с.

15. ДСТУ ISO 9869:2007. Теплоізоляція. Будівельні елементи. Натурні вимірювання теплового опору та коефіцієнта теплопередавання. – Чинний від 01-01-2007. – Київ : Держстандарт України, 2009. – 38 с.

16. ДСТУ ISO 10211-2:2005. Теплопровідні включення в будівельних конструкціях. Обчислення теплових потоків і поверхневих температур. Частина 2. Лінійні теплопровідні включення. – Чинний від 02-12-2005. – Київ : Держстандарт України, 2008. – 16 с.

17. ДСТУ-Н Б В.3.2-3:2014. Настанова з виконання термомодернізації житлових будинків. – Чинний від 31-12-2014. – Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2014. – 39 с.

18. ДБН В.2.5-39:2008. Інженерне обладнання будинків і споруд. Зовнішні мережі та споруди. Теплові мережі. – Чинний від 09–12–2008. – Київ : Мінрегіон України, 2009. – 56 с.

19. ДСТУ EN 15232:2014. Енергоефективність будівель. Вплив автоматизації, моніторингу та управління будівлями. – Чинний від 01–01–2016. – Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2016. – 113 с.

20. ДСТУ Б EN ISO 7730:2011. Ергономіка теплового середовища. Аналітичне визначення та інтерпретація теплового комфорту на основі розрахунків показників PMV і PPD і критеріїв локального теплового комфорту. – Чинний від 30–12–2011. – Київ : Мінрегіон України, 2012. – 66 с.

*Електронне навчальне видання*

**ШИШКІН** Едуард Анатолійович

## **ЕНЕРГОРЕНОВАЦІЯ ЦИВІЛЬНИХ БУДІВЕЛЬ**

### **КОНСПЕКТ ЛЕКЦІЙ**

*(для здобувачів другого (магістерського)  
рівня вищої освіти денної та заочної форм навчання  
зі спеціальності 192 – Будівництво та цивільна інженерія)*

Відповідальний за випуск *О. С. Безлюбченко*  
*За авторською редакцією*  
Комп'ютерне верстання *Е. А. Шшикін*

План 2022, поз. 59Л

---

Підп. до друку 12.05.2023. Формат 60 × 84/16.

Ум. друк. арк. 2,5

Видавець і виготовлювач:

Харківський національний університет  
міського господарства імені О. М. Бекетова,  
вул. Маршала Бажанова, 17, Харків, 61002.

Електронна адреса: office@kname.edu.ua

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи:

ДК № 5328 від 11.04.2017.