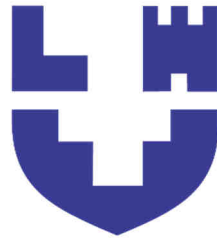


**Міністерство освіти і науки України  
Луцький національний технічний університет**



## **ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ ЖИТЛА**

Методичні вказівки  
до виконання самостійної роботи  
для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти  
освітньої програми «Будівництво та цивільна інженерія»  
галузі знань 19 Архітектура та будівництво  
спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія»  
денної та заочної форм навчання

Луцьк 2025

УДК 621:006.354; 621.004:002:006.354  
Е 62

До друку

Голова вченої ради

факультету архітектури, будівництва та дизайну \_\_\_\_\_ О. В. Андрійчук

Електронна копія друкованого видання передана для внесення в репозиторій  
ЛНТУ

Директор бібліотеки \_\_\_\_\_ Н.П. Поліщук

Затверджено вченою радою факультету архітектури,  
будівництва та дизайну ЛНТУ, протокол № \_\_\_\_ від «\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2025 р.

Розглянуто і схвалено на засіданні кафедри будівництва  
та цивільної інженерії ЛНТУ, протокол № \_\_\_\_ від «\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2025 р.

Завідувач кафедри будівництва та цивільної інженерії \_\_\_\_\_ О. А. Ужегова

Укладачі: О. А. Пахолук, к.т.н., доцент кафедри БЦІ ЛНТУ  
О. С. Чапюк, к.т.н., доцент кафедри БЦІ ЛНТУ;

Рецензент: О. А. Ужегова, к.т.н., доцент кафедри БЦІ ЛНТУ

Відповідальна  
за випуск: О. А. Ужегова, к.т.н., доцент, завідувач кафедри  
будівництва та цивільної інженерії ЛНТУ

**Енергоефективність житла [текст]:** методичні вказівки до виконання  
самостійної роботи для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти  
освітньої програми «Будівництво та цивільна інженерія» галузі знань 19  
Архітектура та будівництво спеціальності 192 Будівництво та цивільна інженерія  
денної та заочної форм навчання / О. А. Пахолук, О.С. Чапюк – Луцьк: ЛНТУ,  
2025. – 30 с.

Наведено загальні положення вивчення студентами дисципліни  
«Енергоефективність житла», визначена загальна мета курсу, викладено принципи  
поняття та навички, якими повинен володіти студент.

Проведено планування самостійної роботи та індивідуальних робіт студентів,  
матеріал згруповано за основними темами, наведені ключові питання, на які слід звернути  
особливу увагу.

Наведено критерії оцінки знань студентів та рекомендована література.

© О. А. Пахолук, 2025

© О. С. Чапюк, 2025

## Зміст

Загальні положення.....	4
Планування самостійної роботи студентів.....	5
Комплексне практичне індивідуальне завдання.....	5
Мікроклімат житлового середовища.....	6
Теплопоступання в будівлю.....	7
Тепловтрати в будівлі.....	8
Теплопередача в конструкціях.....	9
Законодавство України та нормативна документація про енергетичну ефективність житлових та громадських будівель.....	10
Забезпечення необхідних теплоізоляційних показників конструкцій.....	13
Базові теплотехнічні розрахунки.....	13
Конструктивні особливості будівель.....	15
Технології і методи покращення енергоефективності різних типів житла.....	16
Державні та недержавні програми підтримки енергоефективності житла.....	18
Енергоаудит.....	20
Енергоменеджмент.....	21
Види сертифікації будівель.....	22
Експлуатація та обслуговування будівель.....	24
Критерії, форми поточного та підсумкового контролю.....	26
Рекомендовані джерела інформації.....	28

## Загальні положення

Програмою предмета «**Енергоефективність житла**» передбачено викладення основних відомостей про мікроклімат, теплопоступання і тепловтрати, нормативну базу з енергоефективності для будівель, методи і технології її покращення, енергоаудит та енергоменеджмент в будівлях, види сертифікацій та особливості обслуговування.

Метою даного курсу є забезпечити у майбутніх фахівців комплекс професійних знань щодо методів, процедур, норм і стандартів, приладів та обладнання, що застосовуються при забезпеченні енергетичної ефективності будівель.

Завдання курсу полягають у виробленні студентом вміння поєднувати теоретичну підготовку з дисципліни із вмінням провести обміри, обстеження та розрахунки при забезпеченні енергетичної ефективності будівель.

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен

### **знати:**

- необхідні види, способи та інструмент для проведення обмірів будівель;
- методи і способи визначення необхідних просторових параметрів будівель ;
- залежності та методики проведення необхідних розрахунків із визначення складу та характеристик конструкцій;
- як визначати стан та відповідність конструкцій і систем чинним нормам;
- методологію проведення оглядів, ремонтів та технічного обслуговування.

### **вміти:**

- Застосовувати основні теорії, методи та принципи математичних, природничих, соціально-гуманітарних та економічних наук, сучасні моделі, методи та програмні засоби підтримки прийняття рішень для розв'язання складних задач будівництва та цивільної інженерії
- Презентувати результати власної роботи та аргументувати свою позицію з професійних питань, фахівцям і нефахівцям, вільно спілкуючись державною та іноземною мовою
- Застосовувати сучасні інформаційні технології для розв'язання інженерних та управлінських задач будівництва та цивільної інженерії
- Виконувати збір, інтерпретацію та застосування даних, в тому числі за рахунок пошуку, обробки та аналізу інформації з різних джерел
- Раціонально застосовувати сучасні будівельні матеріали, вироби та конструкції на основі знань про їх технічні характеристики та технологію виготовлення
- Проєктувати будівельні конструкції, будівлі, споруди, інженерні мережі та технологічні процеси будівельного виробництва, з урахуванням інженерно-технічних та ресурсозберігаючих заходів, правових, соціальних, екологічних, техніко-економічних показників, наукових та етичних аспектів, і сучасних вимог нормативної документації, часових та інших обмежень, у сфері архітектури та будівництва, охорони довкілля та безпеки праці
- Мати поглиблені когнітивні та практичні уміння/навички, майстерність та інноваційність на рівні, необхідному для розв'язання складних спеціалізованих задач в галузі будівництва та цивільної інженерії (відповідно до спеціалізації).

Однією з форм навчального процесу є самостійна робота, яка є основним засобом оволодіння навчальним матеріалом у час, вільний від обов'язкових навчальних занять. Зміст самостійної роботи студента над дисципліною визначається навчальною програмою дисципліни, методичними матеріалами та вказівками викладача.

## Планування самостійної роботи студентів

Організація самостійної роботи студентів вимагає особливої уваги, тому, що частина питань кожної теми виноситься на самостійне вивчення студентами. Самостійна робота студента забезпечується системою навчально-методичних засобів, передбачених кафедрою для вивчення навчальної дисципліни. Навчальний матеріал, передбачений для засвоєння під час самостійної роботи, виноситься на підсумковий контроль поряд з навчальними матеріалами, який опрацьовується на навчальних заняттях.

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		денна форма навчання	заочна форма навчання
1	Тема 1. Мікроклімат житлового середовища	4	6
2	Тема 2. Теплопоступання в будівлю	8	12
3	Тема 3. Тепловтрати в будівлі	8	12
4	Тема 4. Теплопередача в конструкціях	10	15
5	Тема 5. Законодавство України та нормативна документація про енергетичну ефективність житлових та громадських будівель	5	8
6	Тема 6. Забезпечення необхідних теплоізоляційних показників конструкцій	10	15
7	Тема 7. Базові теплотехнічні розрахунки	10	16
8	Тема 8. Конструктивні особливості будівель	5	8
9	Тема 9. Технології і методи покращення енергоефективності різних типів житла	5	8
10	Тема 10. Державні та недержавні програми підтримки енергоефективності житла	5	8
11	Тема 11. Енергоаудит	8	12
12	Тема 12. Енергоменеджмент	4	6
13	Тема 13. Види сертифікації будівель	4	6
14	Тема 14. Експлуатація та обслуговування будівель	4	6
	<b>Разом</b>	<b>90</b>	<b>138</b>

### Комплексне практичне індивідуальне завдання

Комплексне практичне індивідуальне завдання з дисципліни «Енергоефективність житла» виконується упродовж семестру. Виконання його є обов'язковою умовою успішного вивчення курсу та отримання позитивної оцінки.

Метою виконання індивідуального завдання є оволодіння навичками розрахунку основних фізичних параметрів будівель та конструкцій. Індивідуальне завдання захищається під час семестру у години, виділені для індивідуальної роботи. При виконанні та оформленні індивідуального завдання студент може використовувати наявну базу службової документації із кафедральної лабораторії, законодавчу базу, інтернет-ресурси. Метою виконання КПЗ розвиток навичок самостійної роботи, систематизація знань, закріплення теоретичних знань та практичне застосування знань студента з навчального курсу; при його виконанні та оформленні студент використовує комп'ютерну техніку.

КПЗ оцінюється за 100-бальною шкалою. Виконання КПЗ є одним із

обов'язкових складових модулів залікового кредиту.

Індивідуальне завдання передбачає виконання розрахунково-графічної роботи, яка складається з:

- визначення основних геометричних характеристик;
- визначення термічного опору огорожувальних конструкцій;
- розрахунку енергопотребі;
- розрахунку енергоспоживання.
- вибору заходів.

### **Мікроклімат житлового середовища**

Одне з призначень проектованого будинку – захист людей і обладнання, що знаходяться в будинку від несприятливих впливів природи. Це забезпечується створенням у приміщеннях внутрішнього клімату (мікроклімату), якість якого повинно відповідати сукупності технологічних і гігієнічних вимог.

#### **Регульований мікроклімат у приміщеннях створюється:**

1) Мірами архітектурно-планувального або будівельного проектування. Мається на увазі не тільки захист від атмосферних впливів, але і найкраще використання природних ресурсів енергії (променистої, вітру, і ін.), тобто погодженість архітектури і клімату.

2) Застосуванням штучних способів кліматизації приміщень: опалення, вентиляції і кондиціонування внутрішнього повітря. Ця задача вирішується в тісній взаємодії з обраними характеристиками конструкцій, що обгороджують: стін, покриття, підлоги.

Комфортний мікроклімат у будинках створюється природними і штучними засобами.

До природних засобів відносяться архітектурно-планувальні і конструктивні рішення будинків (композиційне рішення, орієнтація будинків, розмірів і герметичність заповнення світлопрорізів, теплоізоляція огорожень), що визначають експлуатаційну ефективність і економічність штучних засобів (опалення, вентиляція і кондиціонування повітря).

Мікроклімат – це комплекс фізичних факторів навколишнього середовища в обмеженому просторі, який впливає на тепловий обмін людини.

Мікроклімат визначається основними фізичними параметрами: температурою, швидкістю руху і вологістю повітря, температурою навколишніх поверхонь і променистою енергією.

Вивчення теплообміну людини в різних умовах мікроклімату дозволило розробити санітарні норми мікроклімату, визначити ступінь пристосування організму і розробити міри захисту від надмірного впливу тепла, холоду і променистої енергії.

Санітарні норми мікроклімату поділяють на: оптимальні (зона теплового комфорту) і припустимі.

Оптимальні норми дотримуються на об'єктах з підвищеними вимогами теплового комфорту: у лікарнях, дитячих установах, театрах, клубах та інших.

Припустимі норми мікроклімату забезпечують працездатність людини при деякій нарузі системи терморегуляції організму. Цих норм дотримуються у тих випадках, коли з ряду причин рівень сучасної техніки ще не може забезпечити оптимальних норм.

### Теплопоступання в будівлю

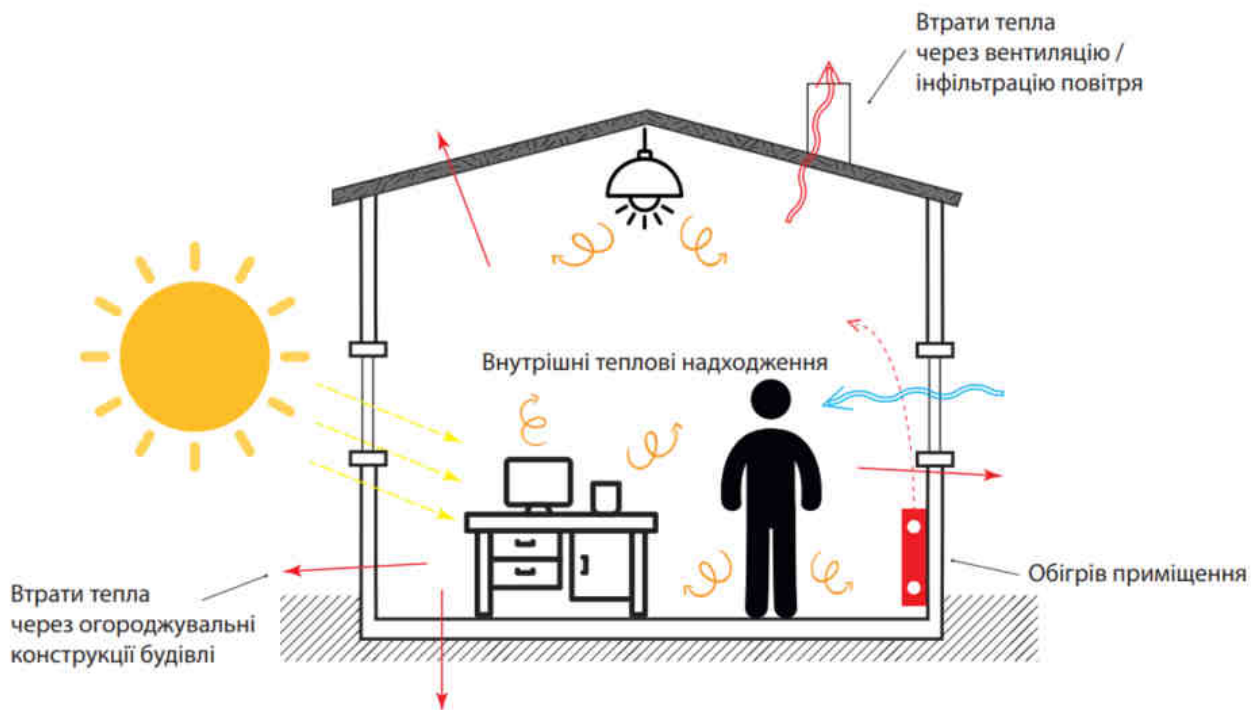


Рис. 1. Основні теплонадходження та втрати тепла будинку

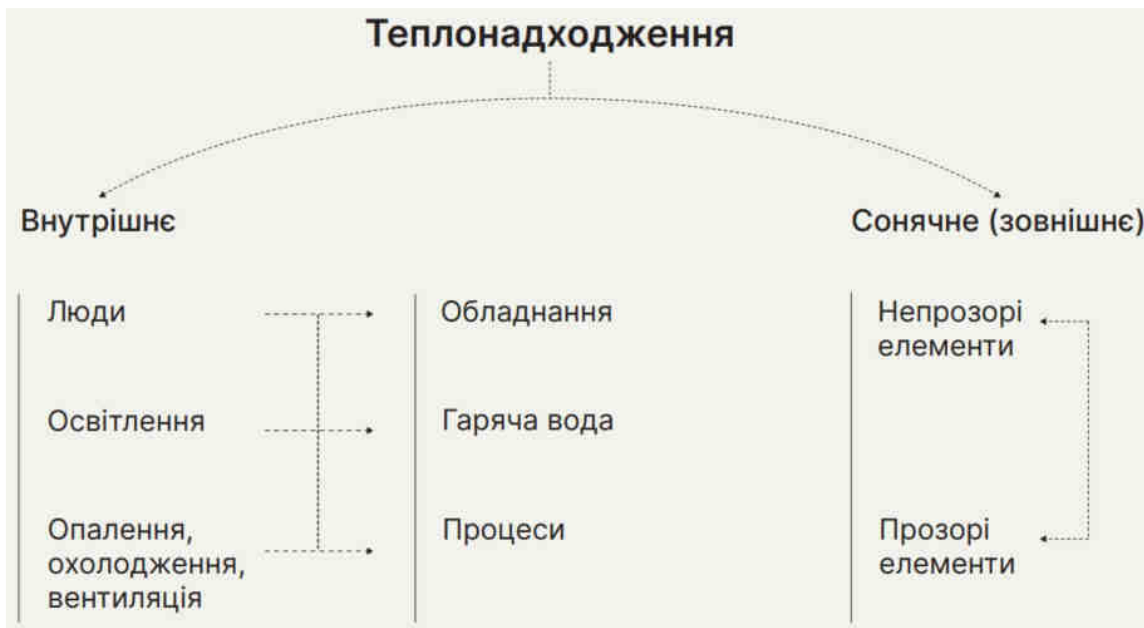


Рис.2. Теплонадходження

Теплонадходження від внутрішніх теплових джерел у зоні будівлі, що розглядається,  $Q_{int}$ , Вт·год, для визначеного місяця розраховують за формулою:

$$Q_{int} = (\sum k \Phi_{int,mn,k} A f) t$$

де  $\Phi$  - усереднений за часом тепловий потік від  $k$ -го внутрішнього джерела згідно з таблицею 10 ДСТУ 9190, Вт/м<sup>2</sup>;

$A$  - кондиціонована площа зони будівлі, м<sup>2</sup>;

$t$  – тривалість періоду використання, год/міс.

$$\Phi_{int} = \Phi_{int,Oc} + \Phi_{int,A} + \Phi_{int,L}$$

Мешканці Обладнання Освітлення

### Тепловтрати в будівлі

Для визначення вхідних величин щодо теплоізоляційної оболонки будівлі, умов внутрішнього і зовнішнього середовища, моделі зайнятості (роботи) та інженерних систем для кожної зони вивчається технічна документація, а також визначаються:

1. Конструкція та геометричні розміри елементів огорожувальних конструкцій.
2. Стан інженерних систем.
3. Задана температура зони будівлі для опалення, °С (згідно з таблицею Б.2, додатку Б, ДБН В.2.6-31:2021).
4. Середньомісячна температура зовнішнього середовища, °С (згідно з додатком А ДСТУ 9190:2022).
5. Опалювальний період (згідно з таблицею 2, ДСТУ Б.В.1.1-27:2010).
6. Сонячна радіація (згідно з таблицею А4, ДСТУ 9190:2022).
7. Період присутності мешканців (персоналу) (згідно з таблицею 6, ДСТУ 9190:2022).
8. Рівень освітленості (за ДБН В.2.5-28:2018 Природне і штучне освітлення, чинними з 28.02.2019 р.).
9. Повітрообмін за ДСТУ Б EN 15251:2011.

Сумарну теплопередачу трансмісією  $Q_{tr}$ , Вт·год, згідно з ДСТУ 9190 розраховують для кожного місяця та для кожної зони за формулами:

$$Q_{tr} = H_{tr, adj} (\theta_{int, set, H} - \theta_e) t \text{ - для опалення;}$$

$$Q_{tr} = H_{tr, adj} (\theta_{int, set, H} - \theta_e) t \text{ - для охолодження;}$$

де  $H_{tr, adj}$  – загальний коефіцієнт теплопередачі трансмісією зони, Вт/К,

$\theta_{int, set, H}$  – задана температура зони будівлі для опалення, °С;

$\theta_{int, set, C}$  – задана температура зони будівлі для опалення, °С;

$\theta_e$  – середньомісячна температура зовнішнього середовища, °С (Таблиця А.2);

$t$  – тривалість місяця, для якого проводиться розрахунок, год, (Таблиця А.1 до ДСТУ Б А.2.2-12:2015, кількість днів розрахунковим методом або згідно ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 «Захист від небезпечних геологічних процесів, шкідливих експлуатаційних впливів, від пожежі. Будівельна кліматологія»).

Значення загального коефіцієнта теплопередачі трансмісією  $H_{tr, adj}$ , Вт/К, повинно бути розраховане згідно з ДСТУ 9190 за формулою:

$$H_{tr, adj} = H_D + H_g + H_U + H_A,$$

де  $H_D$  – безпосередній узагальнений коефіцієнт теплопередачі трансмісією до зовнішнього середовища, Вт/К;

$H_g$  – стаціонарний узагальнений коефіцієнт теплопередачі трансмісією до ґрунту, Вт/К;

$H_U$  – узагальнений коефіцієнт теплопередачі трансмісією через некондиціоновані об'єми, Вт/К;

$H_A$  – узагальнений коефіцієнт теплопередачі трансмісією до суміжних будівель, Вт/К.

У загальному випадку  $H_x$ , що відображає  $H_D$ ,  $H_g$ ,  $H_U$  або  $H_A$ , складається з трьох доданків та розраховується за формулою:

$$H_x = b_{tr,x} \sum_i A_i U_i$$

де  $A_i$  – площа  $i$ -го елемента оболонки будівлі,  $m^2$ ;

$U_i$  – коефіцієнт теплопередачі  $i$ -го елемента оболонки будівлі,  $Вт/(m^2 \cdot К)$ , що становить  $U_i = 1/R_{\Sigma i}$ ;

$b_{tr,x}$  – поправочний коефіцієнт.

### Теплопередача в конструкціях

*Теплообмін* являє собою сукупність явищ, пов'язаних з поширенням теплової енергії від більш нагрітих тіл до інших. Розрізняють три види теплообміну: теплопровідність, конвекцію і випромінювання.

*Теплопровідністю* (кондукцією – conductivity англ.-електропровідність) називають теплообмін між частками тіла, що знаходяться в зіткненні один з одним.

*Конвекція* (лат. convectio привіз, приношення) являє собою процес поширення тепла, що виникає в результаті механічного переміщення частки речовини газоподібного або рідкого середовища з однієї частини простору в іншу.

*Передача тепла випромінюванням (радіацією)* відбувається між тілами через простір. Сутність променистого теплообміну полягає в тому, що частина внутрішньої енергії тіла перетворюється в енергію випромінювання, що передається у формі електромагнітних хвиль. Зустрічаючи на своєму шляху інші тіла, промениста енергія поглинається ними в тому або іншому ступені і перетворюється знову в теплову енергію.

Виділяють три типи випромінювань: електромагнітне, корпускулярне і хвильовий рух середовища.

*Електромагнітне випромінювання* – це електромагнітні хвилі, що випускаються зарядженими частками, атомами, молекулами, антенами й іншими випромінюючими системами. Залежно від довжини хвилі (частоти коливання) і джерел випромінювання розрізняють рентгенівське випромінювання, гамма випромінювання, оптичне випромінювання (інфрачервоне випромінювання, світло, ультрафіолетове випромінювання), радіовипромінювання (рис. 4.1). Корпускулярне випромінювання являє собою потік атомних часток: електронів, позитронів, протонів, нейтронів, альфа часток та інших, що супроводжують природний і штучний розпад ядер.

Хвильовий рух середовища виникає під час механічного руху будь-якого об'єкту, що викликає послідовне стиснення або розрідження середовища.

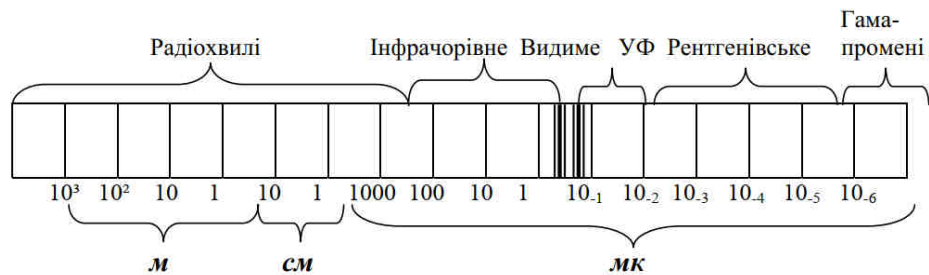


Рис. 3. Схема шкали спектру різних видів електромагнітних випромінювань

Перенос тепла з одного середовища з більш високою температурою в іншу з температурою через поділяюче огороження називають *теплопередачею*. Процес теплообміну між твердою стінкою й оточуючим його газоподібним або рідким середовищем іноді називають *тепловіддачею*.

### **Законодавство України та нормативна документація про енергетичну ефективність житлових та громадських будівель**

#### **Закон України Про енергетичну ефективність будівель**

Цей Закон визначає правові, соціально-економічні та організаційні засади діяльності у сфері забезпечення енергетичної ефективності будівель і спрямований на зменшення споживання енергії у будівлях.

**Енергетична ефективність будівлі** - властивість будівлі, що характеризується кількістю енергії, необхідної для створення належних умов проживання та/або життєдіяльності людей у такій будівлі;

**Клас енергетичної ефективності будівлі** - розрахунковий рівень енергетичної ефективності будівлі або її відокремлених частин, визначений за інтервалом значень показників енергетичної ефективності, що встановлюються відповідно до вимог законодавства з урахуванням гармонізованих стандартів Європейського Союзу у сфері енергетичної ефективності будівель;

**Мінімальні вимоги до енергетичної ефективності** - сукупність вимог до огорожувальних конструкцій будівлі, інженерних систем та їх елементів (у тому числі обладнання), результатом дотримання яких є забезпечення належних умов проживання та/або життєдіяльності людей у такій будівлі протягом нормативного строку експлуатації будівлі при нормативно допустимому рівні витрат енергії;

**Термомодернізація будівель** - комплекс робіт, спрямованих на підвищення теплотехнічних показників огорожувальних конструкцій будівель, показників споживання енергетичних ресурсів інженерними системами та забезпечення енергетичної ефективності будівель на рівні не нижчому, ніж встановлено мінімальними вимогами щодо енергетичної ефективності будівель, що здійснюється під час виконання робіт з реконструкції, капітального чи поточного ремонту будівель або робіт, які не потребують документів, що дають право на їх виконання, та після закінчення яких об'єкт не підлягає прийняттю в експлуатацію.

#### **Нормативна документація щодо енергетичної ефективності будівель**

26 листопада 2014р. на засіданні Уряду України було схвалено плани заходів з імплементації директив ЄС у сфері енергоефективності, що входять до корпусу

зобов'язань, взятих Україною в рамках Європейського Енергетичного Співтовариства та Угоди про Асоціацію з ЄС. Зокрема, опубліковані плани щодо Директиви 2010/30/ЄС Європейського Парламенту і Ради про вказування за допомогою маркування та стандартної інформації про товар обсягів споживання енергії та інших ресурсів енергоспоживчими продуктами; Директиви 2010/31/ЄС Європейського Парламенту і Ради щодо енергетичної ефективності будівель та Директиви 2006/32/ЄС Європейського Парламенту і Ради про ефективність кінцевого використання енергії та енергетичних послуг.

Згідно із Директивою Європейського Союзу 2010/30/ЕС було введено маркування для більшості побутових приладів, промислового обладнання, лампочок, а також для автомобілів щодо їх енергоефективності. Енергоефективність позначається класами від А до G. При цьому клас А позначає найвищу енергоефективність, а G — найнижчу.

**ДИРЕКТИВА 2012/27/EU ЄВРОПЕЙСЬКОГО ПАРЛАМЕНТУ ТА РАДИ від 25 жовтня 2012 р. про енергоефективність** змінює (доповнює) Директиви 2009/125/ЕС та **2010/30/EU** і скасовує Директиви 2004/8/ЕС та **2006/32/ЕС**.

16 жовтня 2015 р. відбулося 13-тє засідання Ради Міністрів Енергетичного Співтовариства. В ході зустрічі прийнято низку ключових рішень, зокрема щодо імплементації Директиви 2012/27/ЄС з енергоефективності, що запроваджує нову ціль в 20% енергоефективності до 2020 року. Крім того, Директива передбачає також прийняття схем зобов'язань з заощадження енергії для енергокомпаній, що займаються дистрибуцією, просуває енергоефективність в опаленні, охолодженні та когенерації, а також застосовує цілі щодо модернізації будівель центрального уряду. Відповідно до ухваленого рішення, кожна Договірна сторона має перенести в національне законодавство та імплементувати директиву до 15 жовтня 2017 року.

#### **Правовими підставами для імплементації директив ЄС про енергетичну ефективність у законодавство України є:**

Закон України № 2787-VI від 15 грудня 2010 р. “Про ратифікацію Протоколу про приєднання України до Договору про заснування Енергетичного співтовариства”.

Закон України від 18 березня 2004 року № 1629-IV “Про Загальнодержавну програму адаптації законодавства України до законодавства Європейського Союзу”.

Рішення Ради Міністрів Енергетичного Співтовариства від 18 грудня 2009 р. D/2009/04/MC-EnC “Про приєднання України до Договору Енергетичного Співтовариства”.

Рішення Ради Міністрів Енергетичного Співтовариства 2009/05/MC-EnC від 18 грудня 2009 р. (із змінами, внесеними Рішенням 2010/02/MC-EnC від 24 вересня 2010р.)

Рекомендація Ради Міністрів Енергетичного Співтовариства від 24 жовтня 2013 року “Про енергетичну ефективність” № 2013/XX/MC-EnC.

Клас енергетичної ефективності будівлі розраховується за загальним показником питомого енергоспоживання при опаленні та охолодженні  $EP_{use}$  згідно з формулою (51) та таблицею 1 Методики.

Встановлено 7 класів енергетичної ефективності будинку. Наявність 7-ти класів на шкалі маркування надає можливість уніфікації відповідних економічно обґрунтованих заходів з економії енергії в будинках, різних за періодом будівництва,

конструктивним і інженерним рішенням, нормами проектування, умовами експлуатації, а також оцінкою інвестиційної привабливості будівництва, реконструкції, капітального ремонту (термомодернізації) та експлуатації будівель.

Клас енергетичної ефективності будинку встановлюють при проектуванні, введенні будинку в експлуатацію та за даними контролю і оцінки фактичного рівня тепловтрат на опалення. 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», «G»; причому буква «А» відповідає будинкам з найкращими показниками енергетичної ефективності, а «G» - будинкам, які мають найгірші показники.

Для будинків, що проектуються, необхідно приймати клас не нижче ніж «С». При цьому відповідність нормативним вимогам ДБН В.2.6-31 повинна бути підтверджена після завершення будівництва. Це положення пояснюється тим, що в процесі будівництва будинку зазвичай відбуваються відступи від проекту, наприклад, заміна одного матеріалу на інший або зміна конструктивних рішень. Як правило, такі відступи повинні бути санкціоновані проектною організацією. Проте в практиці будівництва бувають випадки, коли будівельна організація здійснює несанкціоновані відступи від проекту. Тому при здачі побудованого будинку в експлуатацію норми вимагають проведення сертифікації енергетичної ефективності.

Клас енергетичної ефективності будівель встановлюється відповідно даним, наведеним у таблиці 1, залежно від показника,  $\Delta EP$ , %, який є відсотковою різницею між загальним показником питомого енергоспоживання при опаленні та охолодженні,  $\Delta P_{use}$ , кВт × год/м<sup>2</sup>, [кВтх год/м<sup>3</sup>] та граничним значенням питомого енергоспоживання при опаленні та охолодженні,  $\Delta P_p$ , кВт х год/м<sup>2</sup>, [кВт х год/м<sup>3</sup>], й розраховується за формулою:

$$\Delta EP = [(\Sigma P_{use} - \Sigma P_p) / \Sigma P_p] \times 100,$$

де:  $EP_{use}$  - загальний показник питомого енергоспоживання при опаленні та охолодженні;

$EP_p$  - граничне значення питомого енергоспоживання при опаленні та охолодженні житлових та громадських будівель, що встановлюється згідно з мінімальними вимогами до енергетичної ефективності будівель з урахуванням вимог частини другої статті 6 Закону України «Про енергетичну ефективність будівель».

Таблиця 1. Клас енергетичної ефективності будівлі

Клас енергетичної ефективності будівлі	Відсоткові показники, $\Sigma EP$
A	$\Delta EP < -50$
B	$-50 \leq \Delta EP < -20$
C	$-20 \leq \Delta EP \leq 0$
D	$0 < \Delta EP \leq 20$
E	$20 < \Delta EP \leq 35$
F	$35 < \Delta EP \leq 50$
G	$50 < \Delta EP$

## **Забезпечення необхідних теплоізоляційних показників конструкцій**

За узгодженням з замовником (споживачем, інвестором) теплотехнічні показники будинку, що проектується, можуть перевищувати мінімальні нормативні значення.

При проектуванні теплоізоляційної оболонки будинку на основі багатошарових конструкцій, треба розташовувати з внутрішньої сторони конструкцій шари з матеріалів, що мають більш високу теплопровідність, теплоємність та опір паропроникненню.

При проектуванні нових будинків та реконструкції існуючих, шари із теплоізоляційних матеріалів слід розташовувати з зовнішньої сторони несучої частини стіни, використовуючи при цьому конструкції зовнішніх стін з фасадною теплоізоляцією згідно з ДБН В.2.6-33 та ДСТУ Б В.2.6-34. Не рекомендується застосовувати конструктивні рішення з шарами із теплоізоляційних матеріалів з внутрішньої сторони конструкції через можливе надмірне накопичення вологи в теплоізоляційному шарі, що призводить до незадовільного тепловологісного стану конструкції й приміщення в цілому, а також до зниження теплової надійності оболонки будинку.

При проектуванні теплоізоляційної оболонки будинку з використанням термічно неоднорідних огорожувальних конструкцій для зменшення термічної неоднорідності в площині фасаду будинку необхідно забезпечувати щільне прилягання теплоізоляційних матеріалів до теплопровідних включень – колон, балок, перемичок, внутрішніх перегородок, вентиляційних каналів тощо, і передбачати заходи відповідного контролю. Ненаскрізні теплопровідні включення слід розташовувати ближче до теплої сторони огороження. Наскрізні, головним чином, металеві включення (профілі, стрижні, болти) мають бути ізольовані матеріалами з теплопровідністю не більше  $0,35 \text{ Вт} / (\text{м} \cdot \text{К})$ .

Під час проектування будинків треба передбачати захист внутрішніх поверхонь стін від впливу вологи, зовнішніх - від атмосферних опадів з використанням опоряджувально-захисних шарів покриття (облицювання, штукатурки, фарбування), які вибираються залежно від матеріалу стін, їх конструктивного рішення та умов експлуатації. Огороджувальні конструкції, що контактують з ґрунтом, необхідно захищати від ґрунтової вологи шляхом розміщення в стінах (зовнішніх і внутрішніх) вище вимощення будинку, а також нижче рівня підлоги цокольного чи підвального поверхів горизонтальної гідроізоляції, а в підземній частині стін – вертикальної гідроізоляції.

Зовнішні стінові конструкції, що контактують з ґрунтом, у будинках без підвалу необхідно утеплювати на глибину 0,5 м нижче поверхні ґрунту, у будинках з підвалом - на глибину 1,0 м нижче поверхні ґрунту.

### **Базові теплотехнічні розрахунки**

#### **Розрахунок системи утеплення включає:**

- 1. Виконання теплотехнічних і фізико-хімічних розрахунків із врахуванням:**  
- умов експлуатації;

- параметрів об'єкта, для якого виконується розрахунок системи утеплення;
- характеристик зовнішніх огорожувальних конструкцій об'єкта, для якого виконується розрахунок системи утеплення;
- вимог будівельних норм і правил до будинків, зовнішніх огорожувальних конструкцій, і до параметрів вологісно-теплових режимів у приміщенні;

**2. Вибір матеріалів на підставі виконаного розрахунку у відповідності з теплотехнічними і фізико-механічними показниками;**

**3. Розробка конструктивних рішень системи утеплення будинку в цілому, а також окремих вузлів системи утеплення;**

**4. Складання специфікації утеплювальних матеріалів для виконання робіт по монтажу системи зовнішнього утеплення.**

Умови експлуатації будинку залежать від місця розташування, а саме від кліматичних умов певного регіону, тобто температурного режиму, відносної вологості повітря, кількості опадів, швидкості вітру, наявності і кількості шкідливих речовин в повітрі.

Україна розміщена в північному помірному кліматичному поясі (окрім південного берега Криму, що розміщений в субтропічній зоні). Крім посилення континентального клімату із заходу на схід по довготі спостерігається зональність клімату з півночі на південь, що підтверджують дані ДСТУ-Н Б В.1.1-27 «Будівельна кліматологія».

Приведений опір теплопередачі зовнішньої стінової огорожувальної конструкції чи термічно неоднорідної непрозорої огорожувальної конструкції, що має відповідати вимозі (4) ДБН В.2.6-31, розраховують за формулою:

$$R_{\Sigma \text{пр}} = \frac{A_{\Sigma}}{\sum_i (A_i / R_{\Sigma i}) + \sum_m (l_m \cdot \Psi_m) + \sum_j (N_j \cdot \chi_j)},$$

де  $A_{\Sigma}$  — загальна площа огорожувальної конструкції, обчислена за внутрішнім виміром із додаванням площ внутрішніх укосів прорізів та відніманням площ прорізів,  $\text{м}^2$ ;

$A_i$  — площа  $i$ -ої термічно однорідної частини непрозорої конструкції, що не містить площі внутрішніх укосів прорізів та площі ділянок зовнішніх огорожень будівлі, які контактують з іншими теплопровідними включеннями,  $\text{м}^2$ ;

$R_{\Sigma i}$  — опір теплопередачі  $i$ -ої термічно однорідної частини конструкції,  $\text{м}^2 \cdot \text{К/Вт}$ , визначають за формулою:

$$R_{\Sigma} = \frac{1}{h_{\text{si}}} + \sum_{i=1}^l R_i + \frac{1}{h_{\text{se}}} = \frac{1}{h_{\text{si}}} + \sum_{i=1}^l \frac{d_i}{\lambda_{\text{ip}}} + \frac{1}{h_{\text{se}}},$$

де  $h_{\text{si}}$ ,  $h_{\text{se}}$  - коефіцієнти теплообміну внутрішньої і зовнішньої поверхонь огорожувальної конструкції,  $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$ , які приймають згідно з додатком Б;

$R_i$  - тепловий опір  $i$ -го шару конструкції,  $\text{м}^2 \cdot \text{К/Вт}$ . Для замкнених повітряних прошарків значення теплового опору визначають за даними, наведеними у додатку В;  
 $d_i$  - товщина  $i$ -го шару конструкції, м;

$\lambda_{ip}$  - теплопровідність матеріалу  $i$ -го шару конструкції за розрахункових умов експлуатації (розрахункова теплопровідність), Вт/(м · К), приймають згідно з додатком А;

$i \dots I$  - кількість шарів огорожувальної конструкції;

$\Psi_m$  - лінійний коефіцієнт теплопередачі  $m$ -го лінійного теплопровідного включення (враховують теплопровідні включення, визначені за примітками 1 та 2 підрозділу 5.5), Вт/(м · К);

$l_m$  - лінійний розмір (проекція)  $m$ -го лінійного теплопровідного включення, м;

$\chi_j$  - точковий коефіцієнт теплопередачі  $j$ -го точкового теплопровідного включення, Вт/К, розраховують за тримірним температурним полем або приймають згідно з додатком Д;

$N_j$  - загальна кількість  $j$ -их точкових теплопровідних включень, що розташовані на загальній площі огорожувальної конструкції без урахування площ внутрішніх укосів прорізів, шт.

## Конструктивні особливості будівель

### Система тепlopостачання

Загалом система тепlopостачання складається з декількох елементів, основними з яких є:

1. Джерело теплової енергії. Теплова енергія може безпосередньо забезпечуватися мережею централізованого тепlopостачання міста або теплогенератором(ами), встановленим(ми) у будинку, що перетворює паливо або електроенергію в тепло.
2. Теплоносій використовують для постачання теплової енергії від джерела до будівлі. Вода є найбільш часто використовуваним теплоносієм у системах опалення в житлових будинках. Повітря також широко використовується, але найчастіше в комерційних і промислових спорудах.
3. Теплова енергія, що подається носієм, доставляється до приміщення будівлі через розподільні мережі. Для води це будуть трубопроводи, для повітря – повітряні канали.
4. Теплова енергія з води та повітря подається до приміщення будівлі за допомогою нагрівальних приладів. Є кілька варіантів: радіатори, конвектори, підігрів підлоги, нагрівальні елементи, інтегровані в стелю чи стіни.

Температуру подачі теплової енергії від джерела тепла зазвичай регулюють відповідно до зовнішньої температури повітря. У сучасних системах температуру в приміщенні контролюють термостати.

Залежно від конфігурації системи та типу опалювальної системи до неї можна додати більше компонентів, наприклад, тепловий акумулятор або сонячні колектори.

### Вентиляційна система

Вентиляційні системи забезпечують постачання свіжого повітря в приміщення й видалення забрудненого повітря із приміщення. Вентиляційні системи широко різняться за своїм розміром та функціями. Вентиляційна система має важливе

значення, оскільки гарна вентиляція дозволяє уникнути проблем зі здоров'ям, конденсації вологи та виникнення плісняви.

Будова та специфікації вентиляційної системи в будівлі значно впливають на енергоспоживання. У деяких випадках найкращим рішенням є природна вентиляція, тоді як у інших доцільно використовувати механічну вентиляцію з рекуперацією тепла. Це залежить від типу, призначення та інтенсивності використання будівлі. Рішення щодо конкретної системи приймається фахівцями з вентиляційних систем під час енергоаудиту та на етапі проєктування.

Зокрема, розглядаються такі варіанти:

1. Природна вентиляційна система.
2. Механічна витяжна вентиляційна система.
3. Централізована механічна вентиляційна система з рекуперацією тепла.

## **Технології і методи покращення енергоефективності різних типів житла**

### **Влаштування скріпленої теплоізоляції фасадів**

Однією з вагомих характеристик житла в процесі експлуатації будинку є теплопровідність будівельних конструкцій та інженерних комунікацій.

Чим нижча теплопровідність матеріалів, тим ліпша якість ізоляції будівлі, що істотно впливає на зменшення споживання теплоенергії; у свою чергу, це знижує забруднення навколишнього середовища викидами у повітря діоксиду вуглецю, який утворюється внаслідок згоряння палива для вироблення теплоенергії, і частково спричинює парниковий ефект.

Усе це потребує вживання кардинальних заходів щодо підвищення теплоізоляційної здатності огорожувальних конструкцій будівлі. Одним із найефективніших вирішень цієї проблеми є додаткове утеплення стін за методом скріпленої теплоізоляції, який полягає у прикріпленні спеціальним клеєм теплоізоляційних плит до поверхні фасаду, захисті їхньої поверхні полімерцементними композиціями, армованими склосіткою, і нанесенні шару декоративної штукатурки.

#### **Ефективність цього методу визначається такими перевагами:**

значне підвищення теплоізоляційної здатності стін і усунення містків холоду;  
повне оновлення фасаду та збереження його архітектурних форм;  
можливість вирівнювання стін у площині;  
зручність укладання теплоізоляційних плит на будь-які архітектурні елементи фасаду.

Однак не тільки ці позитивні якості має влаштування додаткової скріпленої теплоізоляції. Гігієнічність, пожежобезпечність конструкцій, поглинання шуму теплоізоляційними матеріалами, створення комфортних умов і затишку — ось неповний перелік переваг будинків із застосуванням згаданого методу утеплення стін.

Найбільш поширені в будівництві дві системи утеплення стін за методом скріпленої теплоізоляції — це системи, теплоізоляційним матеріалом у яких є пінополістирол і мінераловатні плити. Обидві системи включають низку матеріалів Ceresit., що суміщаються між собою: засоби для ґрунтування, клеючі та захисні

суміші, штукатурки, фарби, гідрофобізуючі речовини. У будинку, в якому утеплення виконане правильно, панує відповідний мікроклімат. Узимку поверхня стін не піддається надмірному охолодженню, а в спекотні літні дні — теплоізоляція забезпечує внутрішньому простору приємну прохолоду. При цьому конструкція будинку не зазнає температурно-вологісних деформацій. Крім того, сповільнюються процеси корозії металевих закладних деталей і арматури. Переваги методу скріпленої теплоізоляції очевидні також і в разі спорудження нових будинків. Конструкція стін може мати мінімальну товщину, оскільки температурний комфорт забезпечує легкий теплоізоляційний матеріал. У результаті будинок буде легшим і дешевшим в експлуатації. Витрати на додаткове утеплення стін за методом скріпленої теплоізоляції окупляться вже через кілька років, оскільки витрати на опалення будинку можуть знизитися до 30 %. Тому для власників і служб експлуатації фасадів це навіть економічно вигідно. Таке значне зниження витрат на опалення є наслідком радикального обмеження втрат тепла крізь стіни будинків. Рис. 9.1 і 9.2 ілюструють цей ефект.

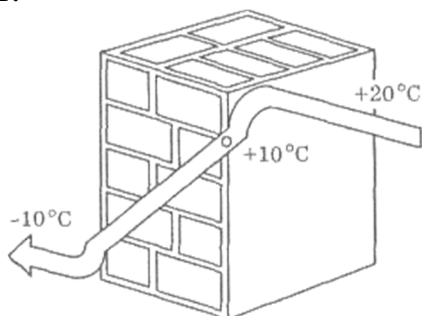


Рис. 4. Швидкі втрати тепла крізь неутеплену стіну призводять до охолодження її внутрішньої поверхні

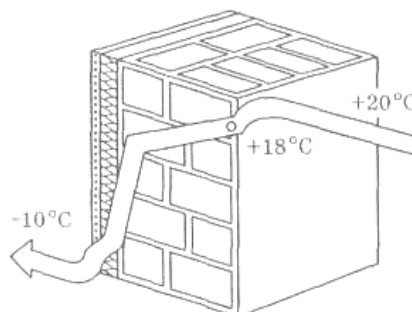


Рис. 5. Радикальне зниження втрат тепла крізь утеплену зовні стіну забезпечує підвищення температури її внутрішньої поверхні

Як видно з рис. 4, коли всередині будинку з неутепленими стінами температура повітря становить  $+20\text{ }^{\circ}\text{C}$ , а зовні стоїть мороз  $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ , то температура внутрішньої поверхні стіни буде  $+10\text{ }^{\circ}\text{C}$ , тобто вона значно нижча за температуру, що встановилася в приміщенні. Це зумовлює відчутне неприємне переміщення холодного повітря по приміщенню, а витрата енергії, потрібної для підтримання високої температури в приміщенні, значно збільшується.

Якщо стіни утеплені (див. рис. 5), то такі явища відсутні, а різниця температур повітря в приміщенні і внутрішньої поверхні стіни незначна. В утепленій стіні різкий спад температури відбувається в межах теплоізоляційної плити.

Першим заходом, що дозволяє дійсно підвищити енергоефективність будівлі, є заміна застарілих теплових пунктів елеваторного типу, якими обладнано більшість існуючих житлових будинків, на сучасні індивідуальні теплові пункти (ІТП) з погодним регулюванням. Це компактне і не дуже складне обладнання, що складається з кількох насосів, різних клапанів, засувок з електроприводами, датчиків і вимірювальних приладів, пластинчастого теплообмінника, теплотічильника та системи автоматизації з програматором. Основною перевагою такого устаткування є те, що циркуляція теплоносія у внутрішньобудинкових мережах здійснюється примусовим чином, при цьому автоматично регулюється тиск в системі, що дозволяє уникнути аварійних ситуацій в мережах через перепади тиску і оперативно

відгукуватися на зміни гідравлічного опору мережі, пов'язані з поквартирним регулюванням.

Завдяки ІТП істотно поліпшується робота системи гарячого водопостачання. Основним пристроєм, що забезпечує цю функцію, є пластинчастий теплообмінник, де первинний теплоносіє використовується для підігріву звичайної водопровідної води до необхідних параметрів. Циркуляція гарячої води в системі здійснюється спеціальним циркуляційним насосом. Засоби автоматизації підтримують систему гарячого водопостачання в робочому стані в залежності від розбору гарячої води і часу доби.

Дуже важлива також наявність у сучасних ІТП функції регулювання теплоспоживання будівлі в залежності від погодних умов. Завдяки відповідній керованій автоматизованій системі, яка на підставі показань датчика температури зовнішнього повітря зменшує або збільшує подачу теплоносія у внутрішньобудинкову опалювальну мережу, вдається оптимізувати енергоспоживання будівлі і значно економити енергоресурси.

Крім зазначеного, до складу ІТП входить вузол обліку спожитої теплової енергії, а наявність засобів автоматики та відповідного програматора дозволяє мешканцям не тільки контролювати витрату теплової енергії, але й керувати нею. З'являється можливість регулювати температуру теплоносія у внутрішньобудинкових опалювальних мережах та гарячої води в системі гарячого водопостачання, збільшувати або зменшувати витрату теплової енергії по годинах доби, задавати необхідні параметри по тиску в системі, що виключають можливість аварій.

Як показує практика, заміна застарілих ІТП на більш сучасні дозволяє економити 30% і більше теплової енергії, а вкладені у це кошти окуповуються за один-два опалювальних сезони.

Другий крок – усунення такого явища, як переопалення одних квартир і недоопалення інших. Сьогоднішні технічні засоби дозволяють позбутися цього, але лише в тому випадку, якщо будівля обладнана сучасним ІТП. Для цього застосовуються спеціальні балансувальні клапани, що встановлюються на стояках опалювальних мереж. Вони забезпечують автоматичне балансування системи опалення та подачу теплоносія з однаковими параметрами до всіх опалювальних приладів будинку. Сама по собі реалізація цього заходу не забезпечує відчутної економії енергоресурсів. Однак завдяки йому створюються однакові комфортні умови проживання для всіх мешканців будинку.

## **Державні та недержавні програми підтримки енергоефективності житла**

### **Закон України «Про енергетичну Ефективність будівель»**

Україна взяла на себе низку міжнародних зобов'язань щодо впровадження реформ енергоефективності, підписавши Угоду про Асоціацію з ЄС, ставши членом Енергетичного Співтовариства та приєднавшись до концепції та цілей сталого розвитку ООН. Основою для створення системи енергоефективності є транспонування Директив ЄС, зокрема, Директиви 2012/27/ЄС1 щодо енергоефективності та Директиви 2010/31/ЄС2 про енергетичну ефективність будівель, яка транспонована в Україні у вигляді Закону України «Про енергетичну

ефективність будівель». Цей Закон визначає правові, соціально-економічні та організаційні засади діяльності у сфері забезпечення енергетичної ефективності будівель і спрямований на зменшення споживання енергії у будівлях.

Цей закон, окрім іншого, встановив мінімальні вимоги до енергетичної ефективності будівель, а також визначив основні джерела фінансування заходів із забезпечення (підвищення рівня) енергетичної ефективності будівель та шляхи державної підтримки таких заходів.

В останні роки пріоритетним сектором для підвищення енергоефективності в Україні став житловий сектор, що обумовлено одним із найбільших економічних потенціалів (потенціал скорочення споживання енергії житловими будинками може складати близько 9 млн тонн та 3 млрд євро щорічно)<sup>4</sup> та соціальною необхідністю через підвищення тарифів на комунальні послуги. Завдяки активній позиції Мінрегіону та активній підтримці донорів та міжнародних партнерів України, в цьому секторі активно створюються передумови та механізми впровадження заходів з енергоефективності – прийняте необхідне первинне законодавство, ведеться розробка підзаконних актів, створений механізм державної фінансової підтримки.

Відповідно до результатів досліджень орієнтовний щорічний потенціал енергозбереження житлового сектору України складає близько 8,8 млн т.н.е., що, виходячи з поточної вартості енергоносіїв, складає близько 3 млрд євро на рік. Однак, для реалізації цього потенціалу необхідно залучення суттєвих інвестицій у розмірі понад 40 млрд євро.

З метою реалізації потенціалу енергозбереження в житловому секторі України починають реалізовуватися різні програми фінансування та ЕСКО-механізм. До найбільш популярних можна віднести такі програми, як програма «Теплі кредити», почала діяти з 2014 року, а також програма «IQ energy», що працювала в 24 країнах світу і стартувала в Україні в квітні 2016 року. Крім цього, зважаючи на зростання попиту на залучення коштів для реалізації заходів з енергоефективності в житловій сфері, деякі українські банки почали реалізовувати власні проєкти щодо фінансування таких заходів. Найбільш популярними надавачами банківських продуктів щодо кредитування заходів з енергоефективності в житловій сфері були такі банки як Кредобанк, Банк Львів, Ощадбанк, Укргазбанк та ПриватБанк.

### **Програми фінансування проєктів з енергоефективності**

Наступним суттєвим кроком створення механізму державної фінансової підтримки було затвердження Закону України «Про Фонд енергоефективності». Відповідно до положень цього закону та з метою підтримки ініціатив щодо енергоефективності, впровадження інструментів стимулювання і підтримки здійснення заходів з підвищення рівня енергетичної ефективності будівель та енергозбереження, зокрема в житловому секторі, з урахуванням національного плану щодо енергетичної ефективності, зменшення викидів двоокису вуглецю з метою виконання Паризької угоди, впровадження *acquis communautaire* Європейського Союзу та Договору про заснування Енергетичного Співтовариства, забезпечення дотримання Україною міжнародних зобов'язань у сфері енергоефективності в 2018 році Урядом України було створено Фонд енергоефективності<sup>5</sup>.

Фонд енергоефективності надає підтримку об'єднанням співвласників багатоквартирного будинку (ОСББ) для впровадження заходів з енергоефективності шляхом надання грантів та запровадження комплексних технічних рішень із врахуванням кращих європейських практик з термомодернізації будівель. Діяльність Фонду фінансується за рахунок коштів Держбюджету України, внесків ЄС та уряду Німеччини.

Програма Фонду енергоефективності реалізовується у співпраці з Міжнародною фінансовою корпорацією – IFC, Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH та Програмою розвитку ООН (ПРООН). Для технічної підтримки роботи Фонду було запроваджено Проєкт «Підтримка національного Фонду енергоефективності та програми екологічних реформ S2I в Україні», який реалізується в Україні Німецьким товариством міжнародного співробітництва Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH за дорученням Федерального міністерства довкілля, охорони природи і ядерної безпеки Німеччини (BMU) в рамках Міжнародної Ініціативи з питань зміни Клімату.

## Енергоаудит

Енергоаудит є ефективним засобом енергозбереження, що дозволяє визначити ефективність використання енергоресурсів, встановити місця їх основних втрат і намітити заходи з енергоефективності, що дозволять усунути ці втрати, а також визначити терміни виконання цих заходів та їх економічну ефективність. Професійний підхід до вирішення завдань енергозбереження дозволяє істотно, в деяких випадках в 2-3 рази, знизити витрати на експлуатацію будівель.

Такі об'єкти аудиту, як житлові будівлі, є інколи подібними, технічно простими та чисельними.

Споживання енергії в житлових будівлях залежить від (ДСТУ EN 16247-2:2015 Енергетичні аудити. Частина 2. Будівлі (EN 16247-2:2014, IDT)):

- Місцевих кліматичних умов.
- Характеристик оболонки будівлі.
- Запроєктованих умов внутрішнього середовища.
- Характеристик і параметрів налаштування технічних систем будівель.
- Робіт і процесів у будівлях.
- Поведінки тих, хто користується будівлею, і режиму експлуатації.

В ДСТУ ISO 50002:2016 у загальному випадку під метою енергоаудиту (audit objective) розуміється мета робіт з енергоаудиту, узгоджена між замовником та енергетичним аудитором.

Згідно з п.7.2 ДСТУ Б В.2.2-39:2016 метою енергетичного аудиту може бути:

- Отримання енергетичного сертифіката будівлі.
- Зниження енергоспоживання та витрат на оплату спожитої енергії в будівлі.
- Зниження впливу відходів енергоспоживання на навколишнє середовище.
- Перевірка відповідності чинним нормативним документам в області енергоефективності або добровільним зобов'язанням.

Відповідно до ДСТУ EN 16247-2:2015 погоджені цілі енергетичного аудиту можуть охоплювати:

- Зниження споживання енергії та витрат;
- Зниження впливу на довкілля;
- Виконання законодавчих вимог або добровільних зобов'язань.

Однак, з практики енергоаудиту будівель доцільно сформулювати мету енергоаудиту, як «визначення, на скільки ефективно енергія використовується на зазначеному об'єкті і які заходи сприяють скороченню витрат енергії або поліпшення її використання».

## **Енергоменеджмент**

**Енергетичний менеджмент** - вид постійної, цілеспрямованої діяльності персоналу підприємства та залучених фахівців (консультантів), що полягає у складанні енергобалансів, веденні необхідних для аналізу ефективності енергоспоживання вимірювань, а також у розробленні та впровадженні енергоощадних заходів.

Система енергетичного менеджменту - частина загальної системи управління підприємством, основним завданням якої є управління ефективністю споживання паливно-енергетичних ресурсів.

Служба енергетичного менеджменту - частина системи енергетичного менеджменту, яка охоплює людські ресурси, апарат управління, засоби вимірювальної техніки, засоби контролювання та аналізування ефективності використання паливно-енергетичних ресурсів тощо, і яка забезпечує формування, впровадження і досягнення цілей виробничої системи у сфері енергозбереження.

Виробнича система - система приймання, зберігання, обробляння, розподілу (транспортування) сировини і паливно-енергетичних ресурсів, яка призначена для виготовлення продукції та виробів заданої якості.

### **Сутність, мета, завдання, функції, принципи енергоменеджменту**

Основним інструментом скорочення споживання енергії на підприємстві є енергоменеджмент. Енергоменеджмент - це процес управління всіма аспектами діяльності в галузі енергозбереження підприємства.

Основною метою енергоменеджменту є забезпечення найефективніших шляхів реалізації енергозберігаючої стратегії підприємства на окремих етапах його розвитку.

Основними завданнями енергоменеджменту виробничої системи є :

- вжиття заходів щодо реалізації положень енергозберігаючої політики та програми енергозбереження;
- виконання всіх функцій системи енергетичного менеджменту;
- розроблення внутрішніх нормативних документів виробничої системи у сфері енергозбереження;
- розроблення рекомендацій щодо впровадження енергозберігаючих заходів;
- проведення моніторингу та коригувальних дій у сфері енергозбереження;
- участь у проведенні внутрішніх та сприяння проведенню зовнішніх енергоаудитів;

- проведення робіт щодо сертифікації виробничої системи стосовно енергетичної ефективності;
- проведення навчання персоналу виробничої системи у сфері енергозбереження;
- розроблення заходів щодо стимулювання персоналу стосовно підвищення ефективності використання ПЕР у виробничій системі;
- розроблення системи інформування персоналу виробничої системи у сфері енергозбереження тощо.

Енергетичний менеджмент повинен охоплювати такі функції: облік та звітність, контролювання, аналізування, регулювання (коригувальні дії), планування, нормування, організування.

Принципи системного проведення ЕМ:

- регулярний вимір енергоспоживання;
- зв'язок енергоспоживання з виробництвом продукції;
- визначення мети для енергоспоживання;
- постійне порівняння дійсного і цільового енергоспоживання;
- визначення причин розбіжності між цільовим і дійсним енергоспоживанням;
- уживання діючих заходів.

Організація і технічні засоби для обліку енергії, яка споживається

Умови жорсткої конкуренції змушують власників адміністративних і житлових будинків, промислових та інших об'єктів знижувати поточні витрати на обслуговування виробничої інфраструктури. Енергетичний менеджмент щодо технічних засобів - це керування режимами роботи споживачів енергії з метою мінімізації витрати енергії без погіршення їх технічних характеристик за конкретних умов застосування.

Ручне вмикання/вимикання пристроїв - це найпростіша і початкова форма енергоменеджменту.

## **Види сертифікації будівель**

**Сертифікація енергетичної ефективності** - вид енергетичного аудиту, під час якого здійснюється аналіз інформації щодо фактичних або проектних характеристик огорожувальних конструкцій та інженерних систем, оцінюється відповідність розрахункового рівня енергетичної ефективності встановленим мінімальним вимогам до енергетичної ефективності будівель та надаються рекомендації щодо підвищення рівня енергетичної ефективності будівель, що враховують місцеві кліматичні умови, є технічно та економічно обґрунтованими.

В енергетичному сертифікаті зазначаються:

1) адреса (місцезнаходження) будівлі та ідентифікатор об'єкта будівництва або закінченого будівництвом об'єкта (для об'єктів, яким присвоєно ідентифікатор об'єкта будівництва або закінченого будівництвом об'єкта до видачі енергетичного сертифіката);

2) клас енергетичної ефективності будівлі, визначений відповідно до методики, передбаченої частиною першою статті 5 цього Закону, із зазначенням року відповідності встановленим мінімальним вимогам до енергетичної ефективності;

- 3) відомості про функціональне призначення та конструкцію будівлі, кількість поверхів, об'єм та загальну площу;
- 4) мінімальні вимоги до енергетичної ефективності будівлі;
- 5) фактичні або проектні характеристики огорожувальних конструкцій та інженерних систем будівлі;
- 6) фактичне питоме енергоспоживання будівлі (крім об'єктів нового будівництва);
- 7) рекомендації щодо забезпечення (підвищення рівня) енергетичної ефективності будівлі (крім об'єктів будівництва) в економічно доцільний спосіб, які враховують місцеві кліматичні умови, є технічно та економічно обґрунтованими та в яких зазначаються заходи, які необхідно здійснити для реалізації таких рекомендацій;
- 8) прізвище та ініціали, серія та номер кваліфікаційного атестата енергоаудитора, який склав енергетичний сертифікат;
- 9) інформація про рівень викидів парникових газів;
- 10) інформація про можливість отримання більш детальних відомостей, зазначених у сертифікаті, включаючи інформацію про економічну ефективність викладених у такому сертифікаті рекомендацій щодо забезпечення (підвищення рівня) енергетичної ефективності будівель та/або їх відокремлених частин;
- 11) реєстраційний номер та дата реєстрації енергетичного сертифіката в Єдиній державній електронній системі у сфері будівництва;
- 12) інші відомості, відповідно до форми енергетичного сертифіката, що затверджується центральним органом виконавчої влади, що забезпечує формування державної політики у сфері будівництва.

Енергетичний сертифікат щодо об'єкта будівництва є складовою частиною проектної документації на будівництво. У матеріалах проектної документації зберігається роздрукована копія енергетичного сертифіката будівлі, засвідчена особою, яка склала такий сертифікат.

Енергетичний сертифікат будівлі є складовою частиною будівельного паспорта об'єкта будівництва, передбаченого законодавством. Строк дії енергетичного сертифіката будівлі становить десять років.

Енергетичний сертифікат будівлі вважається таким, що втратив чинність до закінчення встановленого строку дії, у разі складення для такої будівлі нового енергетичного сертифіката.

**Сертифікація** енергетичної ефективності будівель є обов'язковою:

- 1) об'єктів будівництва (нового будівництва, реконструкції, капітального ремонту), що за класом наслідків (відповідальності) належать до об'єктів із середніми (СС2) та значними (СС3) наслідками, що визначаються відповідно до Закону України "Про регулювання містобудівної діяльності";
- 2) будівель державної власності з опалюваною площею понад 250 квадратних метрів, які часто відвідують громадяни і у всіх приміщеннях яких розташовані органи державної влади;
- 3) будівель з опалюваною площею понад 250 квадратних метрів, у всіх приміщеннях яких розташовані органи місцевого самоврядування (у разі здійснення ними термомодернізації таких будівель);

4) будівель, в яких здійснюється термомодернізація, на яку надається державна підтримка та яка має наслідком досягнення класу енергетичної ефективності будівлі не нижче мінімальних вимог до енергетичної ефективності будівлі.

Сертифікація енергетичної ефективності об'єктів будівництва здійснюється на замовлення та за рахунок замовника.

У разі укладення договорів купівлі-продажу, найму (оренди) будівлі, житлового або нежитлового приміщення будівлі продавець або наймодавець (орендодавець) на вимогу потенційного покупця або наймача (орендаря) має надати інформацію про енергетичний сертифікат будівлі (у разі якщо сертифікація енергетичної ефективності є обов'язковою та/або проведеною) або повідомити про відсутність такого сертифіката.

Стимулювання та сприяння підвищенню рівня енергетичної ефективності будівель може забезпечуватися шляхом:

1) здійснення обстеження інженерних систем та запровадження незалежного моніторингу звітів про результати таких обстежень;

2) здійснення сертифікації енергетичної ефективності та запровадження незалежного моніторингу енергетичних сертифікатів.

Енергетична ефективність будівель може забезпечуватися шляхом:

1) підвищення теплотехнічних показників огорожувальних конструкцій будівель;

2) встановлення засобів обліку (в тому числі засобів диференційного (погодинного) обліку споживання електричної енергії) та регулювання споживання енергетичних ресурсів;

3) впровадження автоматизованих систем моніторингу і управління інженерними системами;

4) підвищення енергетичної ефективності інженерних систем будівлі;

5) використання відновлюваних та/або альтернативних джерел енергії та/або видів палива (з використанням інженерних систем будівлі);

6) застосування систем акумуляційного електронагріву в години мінімального навантаження електричної мережі;

7) здійснення інших заходів із забезпечення (підвищення рівня) енергетичної ефективності будівель.

### **Експлуатація та обслуговування будівель**

Відповідно до Закону України "Про Загальнодержавну програму реформування і розвитку житлово-комунального господарства на 2004-2010 роки" ( 1869-15 ) та Указу Президента України від 19.08.2002 N 723 ( 723/2002 ) "Про Положення про Державний комітет України з питань житлово-комунального господарства" було затверджено Правила утримання жилих будинків та прибудинкових територій. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0927-05#Text>

Ці Правила визначають порядок надання послуг з утримання будинків і прибудинкових територій :

- забезпечення нормального функціонування жилих будівель та прибудинкових територій протягом усього періоду їх використання за призначенням;

- проведення єдиної технічної політики в житловій сфері, що забезпечує виконання вимог чинних нормативів з утримання, поточного і капітального ремонту та реконструкції жилих будинків та прибудинкових територій.

До складу технічної документації постійного зберігання включаються:

- технічний паспорт на квартирний (багатоповерховий) житловий будинок;
- проектно-кошторисна документація зі схемами влаштування внутрішньобудинкових мереж водопостачання, каналізації, центрального опалення, тепло-, газо-, електропостачання тощо;
- акти державної комісії про приймання жилого будинку в експлуатацію;
- паспорти котельного господарства, котлові книги, у разі наявності вбудованих та прибудованих котелень;
- паспорти ліфтового господарства;
- акти приймання-передачі жилого будинку у разі зміни його власника чи балансоутримувача.

Технічна документація коректується в міру зміни технічного стану будинку, переоцінки основних фондів, проведення його капітального ремонту або реконструкції, переобладнання, перепланування та зміни цільового призначення будинку, квартири (кімнати).

**Технічне обслуговування жилих будинків** - комплекс робіт, спрямованих на підтримку справності елементів будівель чи заданих параметрів та режимів роботи технічного обладнання.

Система технічного обслуговування жилих будинків повинна забезпечувати безпечне та безперебійне функціонування будинків, інженерних мереж та обладнання протягом установленого терміну служби будинку.

Технічне обслуговування жилих будинків включає роботи з контролю за його станом, забезпечення справності, працездатності, наладки і регулювання інженерних систем тощо.

Контроль за технічним станом здійснюється шляхом впровадження системи технічного огляду жилих будинків.

Система технічного огляду жилих будинків включає проведення планових та позапланових оглядів.

Планові огляди житлових будинків розподіляються на загальні та профілактичні.

Загальні огляди передбачають комплексне обстеження комісією елементів приміщень будинку, а також їх зовнішнього благоустрою з метою визначення технічного і санітарного стану, виявлення несправностей і прийняття рішень щодо їх усунення, а також визначення готовності будинків до експлуатації в наступний період. Загальний огляд проводиться з періодичністю два рази на рік - навесні та восени (весняний та осінній огляди).

## Критерії, форми поточного та підсумкового контролю

### Політика оцінювання

– Політика щодо дедлайнів та перескладання:

Роботи, які здаються із порушенням термінів без поважних причин, оцінюються на нижчу оцінку (-20 балів). Перескладання модулів відбувається із дозволу деканату за наявності поважних причин (наприклад, лікарняний). Допуск до семестрового контролю передбачає виконання всіх видів робіт, передбачених робочою програмою.

– Політика щодо академічної доброчесності:

Списування під час контрольних робіт, заліків та екзаменів, а також використання, розповсюдження та збір варіантів контрольних завдань - заборонені (в т. ч. із використанням мобільних пристроїв).

– Політика щодо відвідування:

Відвідування занять є обов'язковим компонентом оцінювання, за яке нараховуються бали. За об'єктивних причин (наприклад, хвороба, міжнародне стажування) навчання може відбуватись в он-лайн формі (змішана форма навчання) за погодженням із керівником курсу.

Підсумковий бал (за 100-бальною шкалою) з дисципліни «Енергоефективні та інноваційні технології в архітектурі» визначається як середньозважена величина, залежно від питомої ваги кожної складової залікового кредиту:

Поточне тестування та самостійна робота				
Заліковий модуль 1 (МК1)	Заліковий модуль 2 (МК2)	Заліковий модуль 3 (опитування самостійної роботи)	Заліковий модуль 4 (виконання КППЗ, враховуючи поточне опитування)	Разом (підсумкова семестрова оцінка)
20%	20%	20%	40%	100%
Тиждень 8-10	Тиждень 17	Тиждень 17	Тиждень 17	

### Шкала оцінювання:

За шкалою ECTS	Бали за шкалою університету	За державною (національною) шкалою
A (відмінно)	90-100	зараховано
B (дуже добре)	85-89	
C (добре)	75-84	
D (задовільно)	65-74	
E (достатньо)	60-64	
FX (недостатньо з можливістю повторного складання)	35-59	не зараховано
F (незадовільно з обов'язковим повторним курсом)	0-34	

## **Загальні критерії оцінювання знань**

“А” - Студент вільно володіє програмним обсягом матеріалу, виявляє і демонструє особисті творчі здібності, вміє самостійно здобувати нові знання, демонструє ґрунтовні знання, вміння та практичні навички; без допомоги викладача знаходить та опрацьовує необхідну інформацію, вміє використовувати набуті знання і вміння для прийняття рішень у нестандартних ситуаціях, переконливо аргументує відповіді, вміє використовувати методи наукового обґрунтування власних рішень, самостійно розкриває власні обдарування й нахили.

“В” - Студент вільно володіє програмним обсягом матеріалу, застосовує його на практиці, вільно розв'язує справи і задачі у стандартних ситуаціях, самостійно виправляє допущені помилки, кількість яких незначна, вміє обґрунтувати на аргументувати свою думку.

“С” - Студент вміє зіставляти, узагальнювати, систематизувати інформацію під керівництвом викладача, в цілому, самостійно застосовувати її на практиці; контролювати власну діяльність; виправляти помилки, серед яких є суттєві, добирати окремі аргументи для підтвердження думок.

“D” - Студент відтворює значну частину теоретичного матеріалу, демонструє знання і розуміння основних положень з допомогою викладача може поверхнево відтворювати і аналізувати навчальний матеріал, виправляти помилки, серед яких є значна кількість суттєвих.

“E” - Студент володіє навчальним матеріалом на рівні, вищому за початковий, значну частину його відтворює на репродуктивному рівні.

‘FX’ - Студент володіє матеріалом на рівні окремих фрагментів, що становлять незначну частину навчального матеріалу.

‘F’ - Студент володіє матеріалом на рівні елементарного розпізнавання відтворення окремих фактів, елементів, об'єктів.

## Рекомендовані джерела інформації

1. Єремєєв І. С. Енергозбереження в житлово-комунальному господарстві: навчально-методичний посібник / І. С. Єремєєв, О. І. Єщенко. - Одеса: Гельветика, 2021. - 352 с.
2. Хмельнюк М. Г. Енергетичний менеджмент і аудит: підручник. ч. 1 / М.Г.Хмельнюк, О.Ю.Яковлева, О.В.Остапенко; під заг. ред. М.Г.Хмельнюк. - Херсон: Грін Д. С., 2016. - 224 с.
3. Глосарій технічних термінів у сфері енергоефективності та відновлюваних джерел енергії. - Львів: Львівська політехніка, 2019. - 210 с.  
Енергетичний менеджмент та енергоефективність: підручник / І. О. Самойленко, О. Г. Гриб, А. О. Запорожець та ін. — Харків : ФОП Бровін О. В., 2020. — 348 с.
4. Основи проектування та реконструкції енергоефективних будівель закладів загальної середньої освіти з поліпшеними екологічними характеристиками. Методичні рекомендації / А.Ігнатенко, І.Яреськовська, Н.Піддубний, С.Берзіна, О.Картавцев, С.Перминова, В.Скочко, О.Ященко, О.Погосов, С.Кожедуб, Є.Кулінко, А.Посікера. – К.: «Смарт Продакшн», 2021. – 187 с.
5. Основи проектування та реконструкції енергоефективних будівель закладів дошкільної освіти з поліпшеними екологічними характеристиками. Методичні рекомендації / Д.Богдан, Г.Бузан, В.Скочко, С.Кожедуб, О.Погосов, О.Ященко, Є.Кулінко, А.Посікера, С.Берзіна, С.Перминова . – К.: «Смарт Продакшн», 2023. – 241 с.
6. Як скоротити енергоспоживання в будівлях державних органів: Посібник енергоменеджера / В.Литвин, І.Хренова-Шимкіна, О.Гончарук, С.Гарашук, С.Наскальний, Т.Зятікова.- К.: Проєкт «Реформи у сфері енергоефективності в Україні», що виконується GIZ за дорученням Федерального міністерства економічного співробітництва та розвитку Німеччини (BMZ) , 2019. - 61 с.
7. ДБН В.2.6-31:2021 Теплова ізоляція та енергоефективність будівель.
8. ДБН В.1.2-11:2021 Основні вимоги до будівель і споруд. Енергозбереження та енергоефективність.
9. ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010. Захист від небезпечних геологічних процесів, шкідливих експлуатаційних впливів, від пожежі. Будівельна кліматологія.
10. ДСТУ 9190:2022 Енергетична ефективність будівель. Метод розрахунку енергоспоживання під час опалення, охолодження, вентиляції, освітлення та гарячого водопостачання.
11. ДСТУ 9191:2022 Теплоізоляція будівель. Метод вибору теплоізоляційного матеріалу для утеплення будівель.
12. ДБН В.2.6-33:2018 Конструкції зовнішніх стін із фасадною теплоізоляцією. Вимоги до проектування.
13. ДСТУ Б В.2.6-34:2008 Конструкції зовнішніх стін з фасадною теплоізоляцією. Класифікація й загальні технічні вимоги.
14. ДСТУ Б В.2.6-35:2008. Конструкції зовнішніх стін з фасадною теплоізоляцією та опорядженням індустріальними елементами з вентильованим повітряним прошарком. Загальні технічні умови.

15. ДСТУ Б В.2.6-36:2008. Конструкції зовнішніх стін з фасадною теплоізоляцією та опорядженням штукатурками. Загальні технічні умови.
16. Закон України. Про енергетичну ефективність будівель.
17. Пахолюк О.А., Самчук В.П., Чапюк О.С., Зорук С.О. Термомодернізація багатоквартирних будинків // Сучасні технології та методи розрахунків у будівництві: зб. наук. праць Луцьк: Луцький НТУ, 2021. – Вип. 15. – С. 65-70.
18. Пахолюк О.А., Чапюк О.С., Журавська Г.Ю. Вплив монолітних армованих елементів на теплозахисні властивості кладки з газобетонних блоків // Сучасні технології та методи розрахунків у будівництві: зб. наук. праць Луцьк: Луцький НТУ, 2021. – Вип. 16. – С. 135-142.
19. Пахолюк О.А., Самчук В.П., Чапюк О.С. Вплив нехарактерних навантажень на конструкції будівель // Сучасні технології та методи розрахунків у будівництві: зб. наук. праць Луцьк: Луцький НТУ, 2022. – Вип. 17. – С. 103-110.
20. Пахолюк, О.А., Самчук В.П., Чапюк О.С., Малиха, В.І. (2025). Утеплення будівель із фасадами складної конфігурації. Сучасні технології та методи розрахунків у будівництві, 23, 196-209. [https://doi.org/10.36910/6775-2410-6208-2025-13\(23\)-18](https://doi.org/10.36910/6775-2410-6208-2025-13(23)-18)
21. Energy Audit Handbook. <https://www.seai.ie/publications/SEAI-Energy-Audit-Handbook.pdf>
22. Energy auditing--Handbooks, manuals, etc. I. Younger, William J. II. Niehus, Terry. III. Title. <http://ndl.ethernet.edu.et/bitstream/123456789/17412/2/93.pdf.pdf>
23. General Aspects of Energy Management And Energy Audit. Guide Book For National Certification Examination For Energy Auditors and Managers. <https://www.ctc-n.org/system/files/dossier/3b/4.2%20Consolidated%20chapters.pdf>

#### Інформаційні ресурси

- <https://saee.gov.ua/uk>  
 - Державне агентство з енергоефективності та енергозбереження України (Держенергоефективності)  
<https://eefund.org.ua/> - Фонд енергоефективності  
<https://energodim.org/detalna-informatsiia/> - програма «Енергодім» Фонду енергоефективності  
<http://www.ceresit.ua> - офіційний сайт торгової марки Ceresit фірми Henkel.  
<http://www.knaufinsulation.ua/uk> - офіційний сайт фірми Knaufinsulation.  
<https://aeroc.com.ua/> - офіційний сайт фірми ТОВ «Аерок».  
<https://www.stonelight.ua/> - офіційний сайт фірми СТОУНЛАЙТ.  
<http://www.isover.ua/> - офіційний сайт фірми ISOVER.  
<https://www.rockwool.com/ua/> - офіційний сайт фірми ROCKWOOL.

**Енергоефективність житла [текст]:** методичні вказівки до виконання самостійної роботи для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти освітньої програми «Будівництво та цивільна інженерія» галузі знань 19 Архітектура та будівництво спеціальності 192 Будівництво та цивільна інженерія денної та заочної форм навчання / О. А. Пахолук, О.С. Чапук – Луцьк: ЛНТУ, 2025. – 30 с.

Комп'ютерний набір та верстка: О.А. Пахолук

Редактор: О.А. Пахолук

Підп. до друку «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2025 р.  
Формат 60x84/16. Папір офс. Гарнітура Таймс. Ум. друк. арк. 1.  
Тираж 50 прим.

Відділ іміджу та промоції  
Луцького національного технічного університету  
43018, м. Луцьк, вул. Львівська, 75  
Друк – відділ іміджу та промоції Луцького НТУ