

Національний університет харчових технологій
Інститут Навчально-науковий інженерно-технічний інститут ім акад І.С. Гулого
Кафедра Електропостачання та енергоменеджменту
Освітній ступень магістр
Спеціальність 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»
Освітньо-професійна програма «Електротехнічні системи електроспоживання»

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри ЕПЕМ
/Балюта С.М./
« 01 » жовтня 2024 р.

З А В Д А Н Н Я НА МАГІСТЕРСЬКУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

Кузнєцову Михайлу Геннадійовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проєкту (роботи) «Оцінювання впливу відновлюваних джерел енергії малої потужності з накопичувачами енергії на формування балансів електричної енергії в комунальному господарстві»

керівник проєкту (роботи) Серьогін Олександр Олександрович, д. т. н., професор

затверджені наказом вищого навчального закладу від 01.10.2024.р. № 859-кв

2. Строк подання студентом проєкту (роботи) 11.12.2024.р

3. Вихідні дані до роботи (проєкту) дані про генерацію відновлюваних джерел енергії малої потужності, смінь накопичувачів енергії та споживання електроенергії комунальним господарством із дискретністю в одну годину.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) 1. Аналіз стану генеруючих потужностей України та режимів їх роботи. 2. Енергозбереження у помешканнях. 3. Особливості енергоаудита житлових і громадських будинків. 4. Як заощаджувати енергію 5. Організація енергоефективності в будівлях засобами архітектури

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень): 1) презентація

6. Консультанти розділів роботи (проєкту)

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв

7. Дата видачі завдання _____ 30 липня 2024 року _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

По р. №	Назва етапів виконання проєкту (роботи)	Термін виконання етапів проєкту (роботи)	Примітка
1	Отримання завдання на магістерську роботу	30.07.2024 р.	
2	Вступ	02-04.08.2024 р.	
3	Дослідження тенденцій розвитку відновлюваних джерел енергії в Україні та світі	06-13.08.2024 р.	
4	Аналіз стану генеруючих потужностей України та режимів їх роботи	15-22.08.2024 р.	
5	Енергозбереження у вашому помешканні	23.08-3.09.2024 р.	
6	Особливості енергоаудита житлових і громадських будинків	05-23.09.2024 р.	
7	Функціонування та практичні поради як заощаджувати енергію	24.09-10.10.2024 р.	
8	Як заощаджувати енергію	11-18.10.2024 р.	
9	Електроенергія	19-31.10.2024 р.	
	Технології майбутнього	01-7.11.2024 р.	
10	Архітектурні форми будинку та енергоощадності	8-14.11.2024 р.	
11	Організація енергоефективності в будівлях засобами архітектури	15-17.11.2024 р.	
12	Висновки та рекомендації	18.11.2024 р.	
13	Список використаної літератури	19.11.2024 р.	
14	Оформлення пояснювальної записки	20-23.11.2024 р.	
15	Оформлення графічної частини роботи	24-27.11.2024 р.	
16	Подання готової роботи для перевірки на плагіат	30.11.2024 р.	

Магістрант

_____ (підпис)

Кузнєцов М. Г.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

_____ (підпис)

Серьогін О. О.

(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Магістерська дисертація на тему: "Оцінювання впливу відновлюваних джерел енергії малої потужності з накопичувачами енергії на формування балансів електричної енергії в комунальному господарстві" складається із вступу, 4 розділів, висновків, переліку використаних джерел. Загальний обсяг роботи складає 70 сторінок основного тексту, в тому числі 5 рисунки, 6 таблиць, 31 бібліографічних найменувань за переліком посилань.

Електроенергетична система України - це сукупність електростанцій-генераторів та споживачів що з'єднані між собою мережами та загальним режимом роботи. Графіки добового споживання і генерації електроенергії Об'єднаної Енергосистеми (ОЕС) України є досить нерівномірними. В той же час існує дефіцит так званих «маневрених» генеруючих потужностей, що можуть працювати в діапазоні потужностей тим самим приймаючи участь у регулюванні частоти енергосистеми так як з точки зору собівартості електроенергії «базові» блоки атомних електростанцій (АЕС) як правило працюють на одному стабільному рівні (технологічно складно, небезпечно та економічно недоцільно змінювати виробіток в часі). Загалом рівень маневреної генерації не перевищує 9%. В той же час економічні стимули для будівництва домашніх і промислових вітрових електростанцій (ВЕС) та сонячних електростанцій (СЕС) в Україні є одними з найпривабливіших у світі, що на фоні стійкої тенденції зниження вартості енергії, одержуваної від поновлюваних джерел, забезпечило їх бурхливе будівництво і проєктування. Головною ж особливістю роботи ВЕС та СЕС є погана прогнозованість їх потужності навіть в короткостроковій перспективі та стохастичний режим роботи з можливістю швидких змін потужності, а також значні відмінності графіків виробництва ними електроенергії у різні, навіть суміжні розрахункові періоди.

Енергетичною стратегією України до 2030 року та Енергетичною

стратегією України до 2035 року передбачається досягнення частки роботи.

Ключові слова: сонячна електростанція, вітрова електростанція, баланс потужності, базова генерація, встановлена потужність, маневрові потужності, резерв потужності, діапазон потужності, мінімально-допустимий склад обладнання.

ABSTRACT

The master's thesis: "Assessment of the impact of renewable energy sources on the formation of electrical energy balances" consists of the introduction, 4 chapters, conclusions, list of sources used. The total volume of work is 70 pages of the main text, including 38 figures, 23 tables, 58 bibliographic titles in the list of references.

The electric power system of Ukraine is a combination of power generators and consumers connected to each other networks and general mode of operation. Graphs of daily consumption and generation of electricity of the United Energy System (UES) of Ukraine are enough uneven at the same time there is a shortage of so-called "maneuverable" generating capacities that can operate in a range of capacities, thus taking part in regulating the frequency of the power system, since from the point of view of the cost price of electricity "basic" blocks of nuclear power plants (NPPs) usually operate at one stable level (it is technologically difficult, dangerous and economically inexpedient to change output in time). Generally, the level of maneuverability does not exceed 9%. At the same time, economic incentives for the construction of domestic and industrial wind power plants (WPP) and solar power plants (SES) in Ukraine are among the most attractive in the world, which, given the steady decline in the cost of energy from renewable sources, provided them with rapid construction and designing. The main feature of WPP and SES work is the poor predictability of their capacity, even in the short run, and the stochastic mode of operation with the possibility of rapid changes in power, as well as significant differences in the graphs of their production of electricity in different, even adjacent design periods.

The Energy Strategy of Ukraine until 2030 and the Energy Strategy of Ukraine until 2035 predict a share of renewable energy sources of 11% by 2020.

Key words: solar power station, wind power plant, power balance, base generation, installed power, shunting power, power reserve, power range, minimum allowable equipment

ЗМІСТ

ВСТУП.....	10
1. Дослідження тенденцій розвитку відновлюваних джерел енергії в Україні та світі	16
1.1 Аналіз стану генеруючих потужностей України та режимів їх роботи.....	13
1.2 Енергозбереження у вашому помешканні.....	22
1.3 Особливості енергоаудита житлових і громадських будинків.....	25
2. Функціонування та практичні поради як заощаджувати енергію	31
2.1 Електроенергія	31
2.2 Технології майбутнього.....	41
3. Архітектурні форми будинку та енергоощадності.....	47
4. Організація енергоефективності в будівлях засобами архітектури.....	54
ВИСНОВКИ	67
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	68

ВСТУП

Електроенергетична система України - це сукупність електростанцій-генераторів та споживачів що з'єднані між собою мережами та загальним режимом роботи. Графіки добового споживання і генерації електроенергії Об'єднаної Енергосистеми (ОЕС) України є досить нерівномірними. В той же час існує дефіцит так званих «маневрених» генеруючих потужностей, що можуть працювати в допустимому діапазоні тим самим приймаючи участь у регулюванні частоти енергосистеми так як з точки зору собівартості електроенергії «базові» блоки атомних електростанцій (АЕС) як правило працюють на одному стабільному рівні (технологічно складно, небезпечно та економічно недоцільно змінювати виробіток в часі). Загалом рівень маневреної генерації не перевищує 9%. В той же час економічні стимули для будівництва домашніх і промислових вітрових електростанцій (ВЕС) та сонячних електростанцій (СЕС) в Україні є одними з найпривабливіших у світі, що на фоні стійкої тенденції зниження вартості енергії, одержуваної від поновлюваних джерел, забезпечило їх бурхливе будівництво і проектування. Головною ж особливістю роботи ВЕС та СЕС є погана прогнозованість їх потужності навіть в короткостроковій перспективі та стохастичний режим роботи з можливістю швидких змін потужності, а також значні відмінності графіків виробництва ними електроенергії у різні, навіть суміжні розрахункові періоди.

Енергетичною стратегією України до 2030 року та Енергетичною стратегією України до 2035 року передбачається досягнення частки відновлювальних джерел енергії 11% до 2020 року. На сьогодні ця частка, за даними НКРЕКП, не перевищує 2%, яка успішно інтегрована до загальної структури генерації ОЕС України як в нормативно-правовому полі, так і з точки зору диспетчеризації. Загалом, вирішенням проблем, що пов'язані з інтеграцією відновлюваних джерел енергії до загальної структури генерації представлено в роботах авторів Лежнюка П. Д., Жаркіна А.Ф., Кириленко

О.В,

Представлена інформація відноситься до специфічних питань підбору, розрахунку, проектування, монтажу та технічного обслуговування компонентів систем сонячного теплопостачання.

Наприклад, в розділі «Трубопроводи» докладно розглядаються такі питання, як температурне подовження і особливості підбору теплової ізоляції на даху будівлі, в той час як інструкції щодо пайки трубопроводів мають загальний характер і тому не включені.

У щорічно проводиться перевірку повинні входити наступні операції (це відноситься і до першої перевірки):

- видалення повітря з усіх клапанів геліоконтура;
- порівняння робочого тиску установки з заданим значенням (при першій перевірці - з вихідним значенням);
- порівняння рН і ступеня захисту від замерзання із заданим значенням і значенням минулого року (при першій перевірці - з вихідним значенням);
- включення насоса вручну, якщо це необхідно;
- якщо є витратомір: порівняння об'ємної витрати з заданим значенням;
- перевірка наявності похибки манометра і витратоміра;
- перевірка наявності шуму в насосі (чи повітря);
- температура виходу та повернення трубопроводу на термометрах,
- значення на дисплеї регулятора;
- документування всіх налаштувань і вимірних значень.

Мембранний розширювальний бак перевіряти не потрібно, якщо робочий тиск установки в нормі і запобіжний клапан не має ознак спрацювання (відкладення, краплі, збільшення вмісту приймальні ємності).

На сучасному етапі розвиток сонячної енергетики в Україні є одним із ключових напрямів реформування вітчизняного енергетичного сектору, що задекларовано в низці стратегічних документів, зокрема Національному плані

дій з відновлювальної енергетики до 2020 року та Енергетичні стратегії України до 2035 року. Необхідність залучення електроенергії, згенерованої з сонячного випромінювання, до загального енергобалансу країни обумовлена дефіцитом власних викопних паливно- енергетичних ресурсів, залежністю від їх імпорту, збільшенням негативного впливу традиційної енергетики на навколишнє природне середовище, необхідністю виконання міжнародних зобов'язань в рамках членства України в Європейському Енергетичному Товаристві та Паризькій кліматичній угоді.

На сучасному етапі розвиток сонячної енергетики в Україні є одним із ключових напрямів реформування вітчизняного енергетичного сектору, що задекларовано в низці стратегічних документів, зокрема Національному плані дій з відновлювальної енергетики до 2020 року та Енергетичні стратегії України до 2035 року. Необхідність залучення електроенергії, згенерованої з сонячного випромінювання, до загального енергобалансу країни обумовлена дефіцитом власних викопних паливно- енергетичних ресурсів, залежністю від їх імпорту, збільшенням негативного впливу традиційної енергетики на навколишнє природне середовище, необхідністю виконання міжнародних зобов'язань в рамках членства України в Європейському Енергетичному Товаристві та Паризькій кліматичній угоді.

Необхідність залучення електроенергії, згенерованої з сонячного випромінювання, до загального енергобалансу країни обумовлена дефіцитом власних викопних паливно- енергетичних ресурсів, залежністю від їх імпорту, збільшенням негативного впливу традиційної енергетики на навколишнє природне середовище

У більшості наукових досліджень у галузі відновлюваної енергетики зосереджено увагу на загальних і регіональних характеристиках відновлюваних джерел енергії та визначенні способів їх використання. Разом з тим, враховуючи значну кількість робіт закордонних та вітчизняних вчених дослідження граничних рівні встановленої потужності ВЕС та СЕС, що дозволять забезпечити роботу всієї наявної потужності АЕС, та проведення прогнозування величини гарячих резервів, що залишаться в управлінні при веденні диспетчерського режиму за умови використання потенційно повної наявної потужності АЕС ВЕС та СЕС є актуальною задачею для електроенергетики країни та складає напрям дослідження.

Метою дослідження є оцінювання впливу відновлюваних джерел енергії на структуру генерації в загальному балансі ОЕС України.

Для досягнення цієї мети вирішувалися наступні завдання:

- проведення аналізу нормативно-правового забезпечення, щодо формування балансів потужності;
- аналіз режимів генерації ВЕС та СЕС, визначення ефективності їх роботи;
- розробка прогнозних добових балансів потужності на 2020 рік, з врахуванням розвитку ВДЕ;
- визначення граничних умов інтеграції ВДЕ до балансу потужності на 2020 рік.
- удосконалення методу формування прогнозних балансів потужності в розрізі доби із врахуванням встановлених закономірностей розвитку ВДЕ

Предметом дослідження є методи та засоби формування добових балансів потужності ОЕС України з врахуванням впливу відновлюваних джерел енергії. Вихідні дані: прогнозні обсяги генеруючих потужностей, що вводяться за роками та виданих ТЕО, відновлюваних джерел енергії на 2020 ні фактичної роботи ВЕС, СЕС та інших видів генерації, фактичні добові рівні споживання в ОЕС України.

Методи дослідження. В роботі використовувався метод відносних

приростів для розподілу навантажень між ТЕС, математичні методи лінійної та нелінійної апроксимації за методом найменших квадратів, графічний метод дослідження, регресійно-кореляційний аналіз за допомогою пакету “Аналіз даних” MS Excel.

Наукова новизна одержаних результатів полягає в наступному:

Набула подальшого розвитку методика формування прогнозних довгострокових балансів потужності в розрізі доби, що дає змогу оцінити вплив ВДЕ на балансову надійність в ОЕС України шляхом:

- визначення погодинного прогнозного рівня розвантаження АЕС за умови використання в прогнозних добових балансах потужності максимальної прогнозованої величини встановленої потужності ВЕС та СЕС, в умовах діючої нормативно-правової бази;
- визначення прогнозованої граничної величини встановленої потужності ВЕС та СЕС, що забезпечить максимально можливу генерацію АЕС в умовах діючої нормативно-правової бази;
- визначення погодинного прогнозного рівня розвантаження АЕС за умови використання в прогнозних добових балансах потужності максимальної прогнозованої величини встановленої потужності ВЕС та СЕС в умовах відсутності мінімально допустимих складів обладнання ТЕС та їх максимально можливого діапазону робочої потужності;
- визначення прогнозованої граничної величини встановленої потужності ВЕС та СЕС, що забезпечить максимально можливу генерацію АЕС в умовах відсутності мінімально допустимих складів обладнання ТЕС та їх максимально можливого діапазону робочої потужності;
- визначення прогнозованої величини погодинного гарячого резерву для балансу потужності, в умовах відсутності мінімально допустимих складів обладнання ТЕС та їх максимально можливого діапазону робочої потужності.

Практичне значення роботи. Визначення прогнозних рівнів розвантаження АЕС за умови використання в добових балансах потужності максимальної прогнозної величини встановленої потужності ВЕС та СЕС дозволить завчасно вжити можливих заходів щодо коригування річних графіків ремонтів та паливних компаній для блоків АЕС.

Визначення прогнозних граничних величин встановленої потужності ВЕС та СЕС , що забезпечить максимально можливу генерацію АЕС та прогнозних величин погодинного гарячого резерву для в умовах повної прогнозної генерації АЕС, ВЕС та СЕС дозволить реально оцінювати довгострокові можливості ОЕС України щодо інтеграції до структури своєї генерації ВДЕ та завчасно вжити всіх необхідних заходів задля її успішності.

Апробація результатів роботи. Результати магістерської дисертації були оприлюдненні на XIV міжнародній конференції “Контроль і управління в складних системах” (КУСС-2018) що проходила у період з 15 по 17 жовтня 2018 року.

Публікації. Веремійчук Ю.А., Замулко А. І., Норець М.О. Система управління безпекою постачання електроенергії. Збірник матеріалів конференції «XIV Міжнародна конференція Контроль і управління в складних системах (КУСС-2018)» ВНТУ, Вінниця, С.111.

- програмне забезпечення. Для виконання розрахунків у розділі 3 магістерської дисертації використовувалось наступне програмне забезпечення: Comshare, RAB#4; constructor, MS Excel.

РОЗДІЛ 1 ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕНДЕНЦІЙ РОЗВИТКУ ВІДНОВЛЮВАНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ В УКРАЇНІ ТА СВІТІ

1.1 АНАЛІЗ СТАНУ ГЕНЕРУЮЧИХ ПОТУЖНОСТЕЙ ОЕС УКРАЇНИ ТА РЕЖИМІВ ЇХ РОБОТИ

Визначення прогнозних граничних величин встановленої потужності ВЕС та СЕС, що забезпечить максимально можливу генерацію АЕС та прогнозних величин погодинного гарячого резерву для в умовах повної прогнозної генерації АЕС, ВЕС та СЕС дозволить реально оцінювати довгострокові можливості ОЕС України щодо інтеграції до структури своєї генерації ВДЕ та завчасно вжити всіх необхідних заходів задля її успішності.

Будівництво житла – це інвестиція на багато років. Дім повинен бути зручним естетичним і економічно вигідним у користуванні. А ще краще, якщо він забезпечуватиме мешканців здоровим мікрокліматом, буде безпечним і міцним, а замість високих платежів за опалення гарантуватиме реальну економію енергоносіїв і коштів.

Енергоощадний будинок – що це.

Енергоощадні будинки – це споруди, на експлуатацію яких витрачається дуже мало енергії і при цьому в них панує комфортний мікроклімат. В односімейних будинках найбільше енергії (тепла) потрібно для обігріву приміщень і для приготування гарячої води, а також для освітлення, радіо- і телеприладів й автоматичної побутової техніки. Останнім часом люди, купуючи електричні прилади, звертають увагу на їх енергетичний клас і найчастіше зупиняють свій вибір на техніці найвищого класу А. Проте у найбільший резерв ощадності – в системи і прилади обігріву житла – вкладають кошти далеко не всі. Як обмежити тепловтрати.

Щоб ефективно і дешево обігрівати будинки, насамперед потрібно обмежити тепловтрати із зовнішніх перегородок. Наступний крок – подбати

про ефективність системи опалення. Можна подумати над раціональним використанням тепла шляхом його відбору (рекуперації), наприклад з вентиляції. Така черговість заходів: спочатку затримати тепло в будинку, а в подальшому якнайефективніше постачати необхідну його кількість, – справа надзвичайно важлива, оскільки вона забезпечує економію вже на етапі будівництва. Завдяки енергозберігаючому утепленню теплові втрати настільки малі, що для опалення будинку вистачить невеликого, а отже й дешевшого котла, меншої кількості нагрівальних приладів, а часом навіть достатньо каміна з обігрівальним дишем і простим розведенням тепла, без потреби виконання дорогої системи. За такий підхід промовляє також факт, що довговічність термоізоляції із максимальною раціональною товщиною, виконаної один раз, але якісно, буде такою ж тривалою, як і термін експлуатації будинку, а отже – вже ніколи не доведеться проводити термомодернізацію стін або даху.

Доутеплення вже існуючих перегородок потребує чималих витрат, адже для встановлення додаткової ізоляції потрібно платити за нові фасади, покриття даху чи нове викінчення піддашшя зсередини, разом із вартістю демонтажу і повторного виконання. Загалом доведеться замість кількох чи кільканадцяти, наприклад доларів за *і ц* додаткових 5-10 см утеплення (вартість ізоляції більшої товщини на етапі будівництв' будинку) заплатити у вже кількадесят разів більше – за встановлення додаткової ізоляції на будинку. Тим часом інші елементи будинку, від яких також залежить рівень енергозбереження будівлі, не такі довговічні, як стіни й дах, – їх міняють частіше. Піі час звичайної заміни вікон або зміни системи опалення можна при нагоді пристосува ти їх стандарт (зокрема й енергетичний) до змінених умов і цін на енергію.



Рис 1 Сонячні батареї на будинку

Над стандартом утеплення будинку варто подумати вже на етапі підготовки будівництва. Власне від утеплення значною мірою залежать експлуатаційні витрати, тобто ві; вирішальної їх складової – вартості опалення. Властивості ізоляції суттєво впливають і на інші характеристики будинку: акустичний комфорт, режим вологості та протипожежну безпеку. Тому варто орієнтуватися, чим і як утеплювати будинки для забезпечення максимально комфортних умов за оптимальної вартості будівництва і якнайнижчих експлуатаційних витрат.

Важливим етапом є вибір матеріалу для утеплення. Завдяки своїм властивостям мінеральна вата не тільки забезпечує якісну термоізоляцію і зменшення теплових втрат, а й сприятливо впливає на внутрішній мікроклімат, підвищує вогнестійкість конструкцій, покращує акустичний комфорт приміщень. Виготовлений із базальтових порід, цей матеріал є винятково довговічним, його фізико-хімічні властивості не змінюються з часом. Відповідно виконана термічна ізоляція із базальтової мінеральної вати зберігає в ході експлуатації свої стабільні розміри і форму навіть в умовах змінних температур і вологості.

Крім того, мінвата характеризується надзвичайною стійкістю до біологічної корозії та дії хімічних речовин. Довговічність мінеральної вати забезпечить низькі рахунки за енергію і тепловий комфорт на довгі роки. Крім того, мінеральна вата вільно пропускає водяну пару. Застосування її у внутрішніх перегородках дає змогу уникнути сирості у будинку і водночас створити здоровий приємний мікроклімат.

Вироби з мінеральної вати – вогнестійкі; їх відносять до найвищого класу вогнестійкості А1. Отже, мінеральна вата підвищує вогнетривку стійкість ізольованих перегородок.

Вартість якісної термоізоляції для споруди найчастіше становить 2-5% від загальної вартості будівництва. Завдяки нижчій вартості опалення, ці витрати окупляться за 4-6 років експлуатації. Тому купівлю утеплення слід розглядати

як вигідну інвестицію, яка за період експлуатації принесе відчутну фінансову користь. Варто один раз і добре утеплити перегородки свого будинку, а потім тішитися комфортом та низькими рахунками протягом довгих років.

Що це таке – енергетичний сертифікат будинків?

Важливим елементом політики Європейського Союзу є турбота про покращення енергетичної ефективності будинків, що пов'язано зі швидким і безупинним ростом цін на всі види палива й енергії. Ми вже економимо електричну енергію, купуючи енергоощадну побутову техніку – у цьому нам допомагають позначення енергетичних класів, нанесені на обладнання.

Невдовзі за подібним принципом можна буде легко перевірити рівень енергоощадності цілого будинку завдяки так званим енергетичним сертифікатам, яких зазначатиметься енергетичний клас об'єкта. Передбачається, що у Польщі оцінка енергетичної ефективності будинку полягатиме у визначенні показника загальної енергетичної характеристик EP, і на його основі об'єкти будуть відносити до певного енергетичного класу – від А (найвищого) до G (найнижчого). Для порівняння: стандартний будинок, що відповідає усім чинним на сьогодні нормативам, отримає показник EP = 1 й відповідатиме енергетичному класу D.

Будуючи дім, варто ознайомитися із системою оцінки енергетичного стандарту будинків в процедурі видачі енергетичних свідоцтв, яка найближчим часом буде впроваджена у всіх країнах ЄС. Це може мати велике значення для інвесторів і забудовників.

Директива ЄС 2002/91/WE щодо енергетичної характеристики будинків сприяє заощадженню енергії, котра витрачається на експлуатацію будинків: опалення, гарячу воду, кліматизацію і освітлення. Згідно з цією Директивою, кожна країна має запровадити вимоги максимально допустимого споживання енергії будинками та систему оцінки, класифікації і видачі для будинків енергетичних свідоцтв (наприклад як етикетки і класи для побутової техніки). Енергетичні свідоцтва повинні мати новозбудовані й модернізовані житлові

будинки, приміщення, призначені для продажу і винайму, гуртожитки та об'єкти громадського користування тощо.

Навіщо нам енергетичне свідоцтво?

Якщо енергетичний клас будинку відомий, то можна обчислити вартість експлуатації будівлі. Таким чином енергетичний клас будинків (в тому числі й односімейних) може впливати на їх ринкову вартість або ціну оренди (так само як місце розташування, будівельні стандарти, технічний стан тощо).

Найбільше впливають на потребу в енергії та енергетичний клас будинку такі його елементи як тип і товщина (оцінюється за тепловою ізоляційністю – коефіцієнтом U_k) утеплення зовнішніх перегородок (даху, стін і підлоги на ґрунті) та, відповідно, величина тепловтрат крізь зовнішні перегородки. Чим краще теплоізольовано зовнішні перегородки (чим нижче значення U_k), тим менше теплової енергії потрібно для опалення приміщень, а отже, тим вищим буде енергетичний клас будинку.

Скоро енергетичні сертифікати будуть вимагати при продажі, купівлі й оренді будинків, – вони засвідчуватимуть енергоощадність будинків і дадуть змогу призначати ціну продажу або оренди відповідно до якості будинку, а покупцям та орендарям полегшать вибір найдешевшого в експлуатації об'єкта. Енергетичні свідоцтва стануть критерієм доброго проекту, високої якості виконання та ринкової вартості будинку.

1.2 ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ У ВАШОМУ ПОМІШКАННІ

Одним з найважливіших завдань теплопостачання є **забезпечення комфортної температури в приміщеннях**. Це надзвичайно серйозна проблема, адже деякі люди взимку сильно мерзнуть, а дехто страждає від надлишкового опалення.

Від надлишку тепла зазвичай страждають мешканці будинків розташованих найближче до джерел теплопостачання. Принцип на цього – невідрегульовані системи теплопостачання. Тому напрашується висновок – **потрібно регулювати самим**.

Якщо Ви страждаєте від надлишку тепла... Спочатку по" дивіться, чи є байпас (4) на вашому трубопроводі опаленні (1). Можливо, будівельники просто "забули" його зробити. То/і влаштування байпаса (4) і встановлення терморегулятора (2), у найгіршому випадку-звичайного кульового крана, дасть змогу регулювати витрату теплоносія через радіатор (3). **Це допоможе регулювати температуру в приміщенні**.

З проблемою холоду в будинку "упоратись" складніше. Першопричина низької температури – не низька якість теплопостачання, а величезні втрати тепла.

Наприклад, питома витрата теплової енергії на 1 м² житла становить:

- будинки у **Швеції та Фінляндії** – 140 кВт·год/м² (**100%**);
- будинки, зведені в радянський період:
 - багатоквартирні цегляні – 400 кВт·год/м² (**280%**);
 - багатоквартирні панельні – 600 кВт·год/м³ (**430%**);
 - індивідуальні – 700 кВт·год/м² (**500%**).

Отже, цифри свідчать про те, що виробляється і навіть подається в будинки **дуже багато тепла, але воно відразу губиться** через:

- віконні та дверні прорізи – 40-50%;
- перекриття підвалів і горищ – 20%;
- зовнішні стіни – 30-40%.

Тепло слід берегти! І до зими потрібно готуватися всім, а не тільки урядові.

У першу чергу необхідно підготувати систему опалення. Радіатори повинні бути чистими і зовні, і всередині. За багато років експлуатації вони часом настільки засмічуються, що теплоносій через них просто не протікає. Тому радіатори необхідно промивати.

Окремо варто сказати про "красу" інтер'єру. Покриття опалювальних приладів декоративними плитами, панелями і навіть шторами знижує тепловіддачу на 10-12%. Фарбування радіаторів олійними фарбами знижує тепловіддачу на 8-13%, а цинковим білилом – збільшує на 2,5%.

І найголовніше – будинок потрібно утеплювати.

Спочатку слід утеплити (а краще – замінити) вікна і двері. Потім треба утеплити зовнішні стіни, особливо якщо кімната кутова, та стіни на сходову клітку. Варто також встановити тепловідбивальні матеріали на стіну за радіатором опалення.

Нарешті, не варто забувати про перекриття.

Якщо ж нічого не допомагає, – пишіть заяву в комунальні служби про відмову оплачувати цю послугу. А самі користуйтеся електронагрівальними приладами, але при цьому не забувайте про економію електроенергії.

В наш час чимала частка побутових видатків припадає на електроенергію, яку споживають, зокрема, нагрівальні прилади.

У негазифікованих будинках це в першу чергу електроплити.

Як заощаджувати електроенергію з електроплитами?

- *По-перше*, не вмикати плиту без потреби. Необхідно мати альтернативу плиті: щоб попити чаю, краще скористатися електрочайником, а якщо чай питиме не вся родина, то доцільніше закип'ятити воду, скажімо, у невеликій кавоварці.

- *По-друге*, плита повинна бути справною. Ушкоджені, з відколами і здуттям, брудні нагрівальні елементи значно гірше виконують свою функцію.
- *По-третьє*, потрібно користуватися посудом, розмір якого відповідає об'єму їжі, яку ви готуєте. Це також сприятиме економії енергії. Весь посуд повинен бути з кришками. Справа в тому, що приготування їжі у каструлі без кришки (або якщо вона нещільно прилягає) потребує утричі більше енергії. Дно посуду для електроплит має бути рівним і щільно лягати на нагрівальний елемент. Обов'язково користуйтеся скороваркою. Сил, грошей і, що особливо приємно, часу вона заощаджує багато.

Інші побутові прилади слід підбирати відповідно до Ваших потреб. Безумовно, купувати професійний, офісний пилосос для маленької квартири недоцільно, так само як і потужну пральну машину на 7 кілограмів білизни для невеликої родини.

Варто зазначити, що сучасна побутова техніка стає все більш енергоощадною. Побутує думка, що така техніка дуже дорога. Насправді це не так або, у всякому разі, вона не набагато дорожча за традиційну, а от економія в експлуатації позначиться багаторазово.

Заощаджувати електроенергію можна і на освітленні. Однак світла у приміщенні повинно бути багато. Разом з тим дуже яскраве світло часто дратує, тому найдоцільніше використовувати місцеві, точкові джерела освітлення. Ще один немаловажний аргумент на підтримку "множинного" освітлення – не можна використовувати потужні лампи. Ця заборона виробників зумовлена можливістю загорання електропроводки.

Нині у продажу є дуже багато різноманітних люстр, торшерів, бра і світильників, тож освітлювальний прилад можна вибрати за смаком, відповідно до інтер'єру і гаманця.

Використайте доречній ситуації **тип освітлення**. На робочому місці (неважливо – за письмовим, робочим чи кухонним столом) варто використовувати люмінесцентні лампи з м'яким світлом.

В коридорі й кухні, де часом світло горить цілодобово, доцільно використовувати **компактні люмінесцентні лампи**. Вони коштують дорожче, ніж звичайні лампи розжарювання, проте швидко окупляться, якщо ви не звикли виключати за собою світло. Тим більше що світловий потік у них великий. Як бачимо, є достатньо можливостей для економії енергії навіть в окремій квартирі, причому не відмовляючи собі в комфорті.

1.3 ОСОБЛИВОСТІ ЕНЕРГОАУДИТА ЖИТЛОВИХ І ГРОМАДСЬКИХ БУДИНКІВ

Енергоаудит є цільовим заходом для кожного конкретного випадку, покликаним оцінити можливості зменшення коштів за споживання енергії як для індивідуального, так і для багатоповерхового будинку, технологічної лінії чи промислового об'єкта в цілому. У роботі з житловими об'єктами завдання аудиторів мають свої специфічні ознаки.

Необхідність повсюдного енергоаудита житлових будинків (громадські: об'єктів) диктується такими завданнями:

- величезна кількість будівель експлуатується споживачами, фахово не підготовленими;
- треба полегшити доступ безпосередніх споживачів енергії до достовірної інформації про можливості заходів з енергоощадності;
- зменшується час повернення інвестицій, спрямованих на покращення умов життя та зменшення коштів, що витрачаються за спожиту енергію;
- потреба у порівняльному аналізі споживання енергії окремими об'єктами;
- обмежена кількість впроваджених енергоощадних заходів;
- не потрібно значних інвестицій і фінансування заходів з енергоощадності для окремого будинку.

Розуміння важливості зазначених завдань вимагає підключення до цієї проблеми науковців і практиків, які стикаються з нею щоденно.

Досвід енергоаудита будинків

При енергоаудиті будинку його виконавець досліджує стіни будинку, покрівлю, перекриття над підвалом як поверхні, орієнтовані по різних сторонах горизонту, неоднаково опромінені, з відповідним затіненням (лоджії, балкони). Під час розрахунків будинок усередині поділяється на зони залежно від температури в приміщеннях, прийнятої згідно з нормами. Зазвичай аналізуються зони підвалів, сходової клітки, житлові, горища тощо. Вікна і двері розглядаються окремо; при обчисленнях враховується площа заскленої стіни.

При визначенні потреби в теплі та пікової потужності до уваги беруться параметри роботи системи опалення, інколи – параметри зовнішнього джерела. Ці дані зіставляються з конкретними кліматичними даними з врахуванням рівня сонячної радіації.

Процедура енергоаудита охоплює такі дії:

- ознайомлення з проєктною документацією, отримання інформації про витрату енергії, бесіди з мешканцями тощо;
- натурні обстеження захисних конструкцій будинку та систем опалення, узгодження ціни постачання енергії, коштів на закупівлю обладнання, послуги, матеріали тощо;
- визначення сезонної потреби тепла та пікової потужності для конкретних умов експлуатації будинку;
- аліз потреби тепла й пікової потужності після реалізації запропонованих енергоаудитором термомодернізаційних заходів;
- окреслення інвестиційних і операційних коштів на подальші заходи з модернізації, визначення економічної ефективності запланованих заходів, спрямованих на заощадження енергії;
- оформлення результатів енергоаудита (карти енергоаудита).

Енергоаудитом не передбачаються розрахунки, наприклад, налагодження термостатичних кранів обігрівальних приладів або вентилів на стояках, надання проєкту теплового вузла чи теплообмінників. Але визначаються: вартість монтажу цих елементів і енергетична ефективність запропонованих

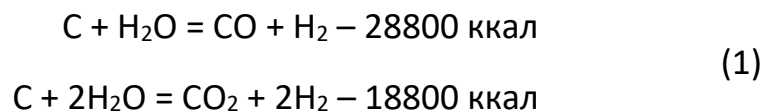
варіантів термомодернізації.

Оптимізація товщини ізоляції зовнішнього захисту

Згідно з наказом № 247 Міністерства України в справах будівництва і архітектури від 27 грудня 1993 року "Про введення в дію нових нормативів опору теплопередачі огорожувальних конструкцій", бажано застосовувати таку товщину ізоляції, щоб дійсний термічний опір захисту не був нижчим від нормативного. При цьому відношення додаткових витрат на збільшення товщини ізоляції до зменшення коштів за рахунок надмірних тепловтрат має бути оптимальним.

Критерієм оптимізації виступає величина максимальної різниці: зекономлених за рахунок зменшення тепловтрат коштів та інвестицій, вкладених у додаткове утеплення, що визначається показником МРУ.

Якщо розглядати захисну конструкцію будинку як плоску поверхню, то величину $IP\sqrt{\quad}$ для інвестиції на збільшення товщини теплоізоляції стіни можна визначити за таким виразом:



$$ACI = (U_s - u_n), \text{ Bm}/(m^2 \cdot K) \quad (2)$$

де U_s – коефіцієнт теплопередачі захисної конструкції до утеплення; U_n – коефіцієнт теплопередачі захисних конструкцій після утеплення; S_d – кількість градусо-днів в опалювальному сезоні; C_o – вартість одиниці енергії в опалювальний сезон (грн/кВт); C_{op} – вартість утеплення 1 м² поверхні стіни, грн/м²; r – величина дисконту; n – термін окупності, роки.

Як впливає з відповідних обчислень, оптимальна товщина ізоляції з пінополістиролу становить 12 см. В такому разі додаткові витрати на збільшення товщини ізоляції понад 5 см важко компенсувати за рахунок економії тепла.

Аналогічно – і для реальних об'єктів без застосування цієї спрощеної методики.

Такий результат для багатьох інвесторів може здатися несподіваним. Вважається, що доутеплення зовнішніх стін слід виконувати, наприклад, пінополстиролом товщиною 5 см, і при цьому коефіцієнт теплопередачі буде невищ_и за нормативний. Але додаткові фінанси на утеплення обернуться у майбутню му значною економією коштів на опалення.

Втрати тепла через зовнішні захисні конструкції та з вентиляцією

Згідно з розрахунками для типового п'ятиповерхового будинку, втрати тепла розподіляються таким чином: стіни і покрівля – 40 %; вікна – 27 %; две. рі – 1 %; підвал – 2 %; вентиляція – 30 %.

Отже, найбільше тепла втрачається через зовнішні захисні конструкції та; вентиляльованим повітрям. Далі за рівнем втрат тепла з приміщення йдуть вікна, Зазвичай мешканці будинків розглядають складові цих тепловтрат незалежно один від одного. Сподівання, що втрачатиметься удвічі менше тепла, тобто можна досягти 20 % економії тепла, якщо посилити теплоізоляцію зовнішні» стін, – марні. Необхідно брати до уваги і стан системи опалення. При додатковому утепленні зовнішніх стін часом трапляється гідравлічне розрегулюван-ня системи. Зазвичай витрата тепла не зменшується і після доутеплення стін, оскільки мешканці квартир, які отримують більше необхідного тепла, просто випускають його назовні, відкриваючи вікна.

Завданням опалення не є створення максимально високої температури повітря у квартирах. Воно повинно забезпечувати тепловий комфорт. Приймається, що комфортною є температура 20°C. Вона відчувається наближено як середня від суми температур на стіні і температури повітря в приміщенні. Якщо температура на внутрішній поверхні стіни – 16°C, то стан комфорту настане, коли в приміщенні буде 24°C. Для цього треба збільшити витрату теплової енергії на понад 20 %.

Тому для створення теплового комфорту треба стіни утеплювати одночасно з регулюванням навантаження на систему опалення. Утеплюючи перекриття над підвалами, можна отримати зворотній ефект. Хоча втрати тепла через неопалювальні підвали є невеликими, – тепловий комфорт у приміщеннях першого поверху може значно покращитися. Якщо ж приміщення першого поверху опалюватимуться завчасно, можна досягнути більш суттєвої економії коштів на опалення.

Подібні зауваження до різних термомодернізаційних заходів можна навести, наприклад, стосовно способу приготування гарячої води. Це означає, що будь-які рішення повинні прийматись індивідуально для кожного будинку.

Модернізація внутрішньої системи опалення

Як вже зазначалося, утеплення зовнішніх стін може не дати очікуваного економічного ефекту. Попередньо слід потурбуватися про оптимізацію роботи системи опалення. В рамках аудита це означає:

- споживання тепла у будинку в залежності від змінної – добової або погодної – потреби в ньому;
- регулювання роботи системи з метою розподілу тепла в залежності від змінних навантажень в окремих споживачів;
- безперебійність надходження тепла до будинку;
- безперебійність продукування тепла в джерелі.

Модернізація роботи системи опалення потребує певних заходів, як-от: герметизації, промивання та регулювання системи, монтажу термостатичних і балансувальних вентилів на стояках, встановлення повітрозбірників, заміни озподільних гребінок, засувок і грязьовиків у вузлі вводу, встановлення розподільників коштів тощо.

Кошти, вкладені в модернізацію системи опалення, повертаються набагато швидше, ніж витрачені на утеплення зовнішніх захисних

конструкцій.

Заслуговує на увагу тенденція до застосування індивідуальних розподільників коштів. Вони щораз більше зацікавлюють споживача можливістю споживати тепло залежно від потреби. Однак їх встановлення потребує додаткових коштів на обслуговування системи індивідуальних розрахунків. Якщо ж споживач матиме можливість індивідуально регулювати витрату тепла і відчує ефект від економії коштів – він погодиться на додаткові витрати. Тому мета аудитора – це й участь в інформуванні, переконуванні та навчанні всіх груп населення. Без цього навіть найкраща система автоматичного регулювання може стати нераціональною витратою коштів.

Висновки

Енергоаудит дає можливість не тільки проаналізувати обсяги інвестиційних витрат, але й оцінити економічний ефект термомодернізації. Потенційному інвесторові аудит дає змогу чітко визначити максимальну витрату коштів на необхідне обладнання, а отже, й прийняти найменш ризиковане рішення. Не виключено, що інвестор вирішить придбати й новітнє високоефективне обладнання, щоби позбутися проблем із системою опалення, "схильною" до підвищеної аварійності. Аудит дає змогу порівняти недоліки й переваги того чи іншого вибору.

Наслідки неякісної або неграмотно виконаної термомодернізації виправити практично неможливо, а вартість професійного енергоаудита є набагато нижчою від інвестиційних витрат на модернізаційні роботи.

Енергоаудит, виконаний незалежною організацією, викликає у споживачів більше довіри, ніж дії безпосередньо зацікавлених у споживанні енергії організацій.

І нарешті, слід окремо відзначити, що енергоаудит активно сприяє зростанню рівня культури споживання теплової енергії.

РОЗДІЛ 2 ФУНКЦІОНУВАННЯ ТА ПРАКТИЧНІ ПОРАДИ ЯК ЗАОЩАДЖУВАТИ ЕНЕРГІЮ

Енергоощадність – нагальна потреба сьогодення. На жаль, розмов на її тему більше, ніж реальних дій. Найчастіше поняття енергоощадності трактується як економія електроенергії. Набагато менше уваги приділяється ощадному використанню теплової енергії та води, хоча їх запаси також обмежені.

Якщо зменшити споживання енергії, обмежитья емісія двоокису вуглецю – одного з чинників невідворотних кліматичних змін, зокрема глобального потепління. Економія тепла й електроенергії дасть змогу заощаджувати сотні тисяч тонн енергетичної сировини. Раціонально організоване водне господарство сприятиме збереженню водних ресурсів планети.

2.1.Електроенергія

Економія електроенергії передбачає насамперед зменшення обсягів її споживання, що, своєю чергою, сприятиме заощадженню коштів на її оплату та збереженню довкілля.

У середньостатистичному помешканні для освітлення використовується близько 36% від усієї споживаної електроенергії. Заощаджувати електроенергію слід, вимикаючи електроприлади, коли ними не користуються, та освітлення у приміщеннях, коли там нікого немає. Якщо ж світло у приміщенні з певних причин небажано вимикати, то найдоцільніше скористатися люмінесцентними компактними лампами, – вони споживають у п'ять разів менше електроенергії ніж традиційні лампи розжарювання. Крім того, 11% енергіїу компактній електролампі випромінюється у вигляді світла, тоді як традиційна лампа випромінює заледве 2,5% світла, а решту – у вигляді тепла. Люмінесцентні лампи дають змогу заощаджувати до 80% енергії і таким чином зменшити

рахунки за електроенергію. Додаткову економію забезпечує експлуатаційний термін компактних ламп, – майже вдесятеро довший, ніж у традиційних електроламп.

Таблиця 1. Порівняння обсягів споживання електроенергії компактними і традиційними лампами

Потужність традиційної електролампи, Вт	Потужність аналогічної компактної електролампи, Вт
25	6
40	9
60	11
75	16
100	18

Близько 16% електроенергії у побуті споживає постійно працюючий холодильник. Найновіші моделі, виготовлені за інноваційними технологіями, споживають у п'ять разів менше енергії, ніж їхні попередники. При цьому неабияку роль відіграє і місце розташування холодильника – на сонячному боці або в теплому місці (наприклад біля кухонної плити) він споживатиме більше електроенергії. Додатково заощадимо, якщо не будемо довго тримати дверцята холодильника відкритими.

Чимало енергії споживається телевізорами та пристроями з увімкненою функцією *stand-by*. Діод, що світиться, означає, що пристрій постійно відбирає струм із мережі. Таким чином щороку в країні марнується близько 300000 МВт-год електроенергії. Завдяки повному вимиканню пристроїв з мережі можна заощадити до 10% енергії протягом року.

Наступний енергоємний прилад – електричний чайник. Щоб заощадити близько 35% електроенергії упродовж року, достатньо під час кип'ятіння води щільно закривати кришку чайника. Ще 10% можна заощадити, усунувши камінь з нагрівальних елементів. Можна суттєво заощаджувати електроенергію,

готуючи лише стільки води, скільки потрібно в даний момент. Кип'ятіння цілого чайника води, коли потрібна лише одна склянка – марнотратство.

Наведемо декілька корисних вказівок щодо ефективного енергоспоживання.

Кухонна електроплита

- Діаметр каstrулі повинен бути на 2 см більшим від діаметра пальника плити.
- Готуйте їжу в якнайменшій кількості води і користуйтеся кришками (вони зменшують витрату електроенергії на 15%).
- Посуд для варіння чи смаження повинен мати плоске алюмінієве або мідне дно, яке добре проводить тепло.
- Вимикайте плиту за кілька хвилин до закінчення готування, – справу завершить теплова енергія пальника.
- Купуючи електричну кухонну плиту, поцікавтеся, чи керамічна нагрівальна поверхня розрахована на каstrулі різних розмірів (в нових моделях плит) та чи є індикатор використання "залишкового тепла". Це дасть змогу заощаджувати близько 15% енергії, – нагріватиметься лише частина поверхні, а не ціла плита.
- Страви, що потребують більше часу для приготування, готуйте у скороварці. Так можна заощаджувати до 40% енергії.

Холодильник

- Встановіть холодильник на максимальній відстані від джерел тепла (кухонних плит, радіаторів, сонячного проміння).
- Не тримайте довго відчиненими дверцята холодильника.
- Регулярно розморожуйте холодильник, – іній товщиною 3 мм спричиняє збільшення витрат енергії на 10%, а 7 мм – удвічі.
- У холодильник страви потрібно ставити охолодженими, найкраще у щільно закритому посуді.

- Решітка дефлектора холодильника повинна бути відкритою.
- Продукти з морозильника розморозуйте у холодильнику – вони поглинатимуть його внутрішнє тепло, і холодильник споживатиме менше енергії.
- Доцільніше купувати холодильник з морозильником (споживає 1,2 кВт·год на добу), ніж окремо холодильник і морозильник (разом споживають 1,89 кВт·год на добу).

Посудомийна машина

- Усувайте рештки їжі з посуду перед його закладанням у машину.
- Слід завантажувати весь об'єм посудомийної машини.
- Для не надто забрудненого посуду використовуйте коротку економічну програму миття, що дасть змогу заощаджувати не лише енергію, а й воду.
- Програма експрес-змивання заощаджує і воду, і електроенергію. Застосовуйте її для невеликої кількості посуду безпосередньо після споживання їжі.
- Посудомийна машина з написом ЕКО (ВІО) устаткована системою, яка дає змогу заощаджувати 30% електроенергії завдяки скороченому циклу сушіння.

Пральна машина

- Попереднє прання застосовуйте лише для дуже брудної білизни.
- Вживайте високоякісні пральні порошки, якими можна прати при низьких температурах (наприклад із функцією TAED, що зменшує витрату енергії).
- Повністю завантажуйте барабан або використовуйте функцію $\frac{1}{2}$ завантаження барабану чи функцію добору кількості води до кількості білизни. Два прання з неповним завантаженням – це на 35% більше споживання енергії.
- Користуйтеся економічними програмами. Якщо є можливість, скоротіть час викручування білизни у центрифусі наполовину і подовжіть час полокання на 10% – отримаєте той же ефект, заощаджуючи при цьому 20% електроенергії.

- Купуючи пральну машину, зверніть увагу на клас енергоспоживання. Економ-модель – це машина, яка споживає менше 2 кВт·год електроенергії за одне прання.

Електричний чайник

- Кип'ятіть лише ту кількість води, яка потрібна.
- Регулярно видаляйте накип.
- Кип'ятіть воду тільки при щільно закритій кришці.

Освітлення

- Дві електролампи по 60 Вт або три лампи по 40 Вт дають стільки ж світла, що й одна лампа на 100 Вт, яка споживає на 20% менше енергії.
- У приміщеннях, де штучне освітлення використовується постійно (або тривалий час), застосовуйте компактні люмінесцентні електролампи, а у місцях, де освітлення використовується тимчасово – традиційні лампи розжарювання.
- Добирайте лампи відповідно до призначення приміщення, наприклад інтенсивніші – для ванної кімнати, менш потужні – для спальні.
- Виходячи ненадовго з приміщення, що освітлюється компактними електроощадними лампами, не вимикайте світло; мінімальний час між вимиканням і вмиканням таких ламп повинен складати 1-2 хв. Часте вмикання/вимикання скорочує термін їх експлуатації. Кожне натискання вимикача – це також збільшення витрати електроенергії.
- Світлий колір стін і стель дасть змогу довше користуватися денним світлом; крім того, приміщення видаються світлішими, тож і потребують менше ламп для освітлення.

Тепло

Все більшої ваги набуває заощадження теплової енергії в житловому

будівництві. Щороку сотні тонн вугілля, нафти і газу марнуються через недосконалість теплового господарства. Для зменшення витрат тепла потрібно дотримуватися кількох простих рекомендацій, які дадуть змогу зменшити видатки навіть на 30%.

Регулювання температури за допомогою термостатичного регулятора.

Різні приміщення потребують різної температури, наприклад у ванній кімнаті має бути тепло; у спальні краще відпочивати при нижчій температурі; в кухні не потрібне інтенсивне обігрівання. Використання термостатичних регуляторів допомагає встановити потрібну температуру у приміщеннях залежно від функцій приміщень та часу перебування в них людей. Отже:

- для спальні, де люди відпочивають, встановлюємо 18°C;
- для загальної кімнати, де концентрується сімейне життя, – 21°C;
- кухня – 18-20°C (під час приготування їжі виникає додаткове джерело тепла, тому відпадає потреба у додатковому обігріванні);
- ванна кімната – 22°C, що дає змогу уникнути інтенсивної конденсації вологи та забезпечує комфорт під час купання.

У випадку тривалої відсутності мешканців потрібно встановити термостатичний регулятор на мінімум, але до температури не нижчої за 16°C. Охолодження приміщень нижче цієї температури може призвести до негативних наслідків (виникнення вологості та розвитку грибка).

Метод індивідуального розрахунку вартості центрального опалення передбачає застосування подільників вартості опалення. Ці пристрої фіксують розподіл тепла, яке постачається тепловим пунктом до будинку, між мешканцями (пропорційно до індивідуального споживання), тож саме від них залежить величина рахунків і обсяг спожитого тепла. Люди самі вирішують, скільки тепла ^{1M} потрібно, і, відповідно, не оплачують тепло, яким вони не користувались.

Термомодернізація будинку. Термомодернізація передбачає комплекс заходів, які обмежують теплові втрати назовні, зокрема:

- ущільнення вікон за допомогою звичайних ущільнювачів. Не рекомендується використовувати гумові ущільнювачі, – вони занадто герметизують помешкання, ускладнюючи мікрорентильяцію і створюючи "парниковий ефект".

Найкращими є традиційні ущільнювачі з губки;

- утеплення стін і горища;
- заміна вікон.

Ефективне провітрювання приміщень. Найдоцільніше організувати швидкий повітрообмін у помешканні. Перед провітрюванням слід закрити термостатичні крани на радіаторах і почекати близько 10 хв (особливо треба дотримуватись цього правила, якщо радіатори – чавунні. Вони розраховані на великий об'єм теплоносія і, незважаючи на швидкодію терморегуляторів, реакція всієї системи запізнюється). Після цього можна ненадовго відкрити вікно. Тривале провітрювання призводить до відчутного зниження температури, зокрема й до охолодження терморегулятора, що може спричинити його відкривання і максимальну віддачу тепла радіатором.

Не слід затуляти радіатори меблями, шторами, фіранками, не варто сушити на них білизну, оскільки тепло, що накопичується біля вікна, швидше "тікає" крізь нього, так само як і крізь стіни. В темну пору доби бажано закривати вікна, не затуляючи радіаторів, щоб зменшити віддачу тепла крізь найтоншу частину стіни, тобто вікно.

Екрани за радіаторами захищають від безпосереднього нагрівання стіни і від передачі тепла назовні, особливо коли радіатор встановлений у ніші, де стіна тонша. Екран відбиває теплове випромінювання до приміщення і перешкоджає потраплянню холоду від зовнішніх пін, не допускаючи їх нагрівання. Встановлені за радіаторами екрани дають змогу заощадити близько 4% вартості опалення.

Зберігайте тепло у місцях спільного користування у будинку. Якщо мешканці виявлять неполадки, як-от: відсутність шиб на сходових клітках, у

підвалах тощо; нещільне закривання вхідних дверей; надто інтенсивне нагрівання радіаторів на сходових клітках; відсутність ізоляції на трубопроводах центрального опалення тощо, – потрібно якнайшвидше повідомити адміністрацію комунального підприємства чи будинку.

Питна вода

Запаси питної води обмежені. Вода покриває 75% нашої планети, але з них лише 3% – прісної води, решта 97% – солоня вода. До ресурсів прісної води, крім озер і рік, зараховуються і льодовики. Для побутових потреб (зокрема для пиття) зазвичай відбирають воду з річок, а вони, на жаль, щораз більше забруднюються промисловими відходами. Ресурси прісної води швидко зменшуються, тож нагальна потреба часу – організувати раціональне, ошадне її споживання. Щоб зменшити витрати води, достатньо дотримуватись кількох простих правил:

- приймати душ, а не ванну (у ванні витрата води складає 100-150 л, а витрата в душі – лише 8 л/хв);
- вимикати воду при намилюванні тіла і волосся, уникаючи непотрібного витоку води з крану;
- не мити посуд під проточною водою, для споліскування використовувати холодну воду;
- не виливати спожиту воду, якщо її можна використати, наприклад для підливання квітів, саду або для прибирання;
- час від часу перевіряти, чи внутрішня система водопроводу не має протікань. Записати покази водоміра до і після двогодинної перерви у користуванні водою. Зміна показів водоміра означає, що десь є витік води;
- ремонтувати крани, з яких крапає вода, замінюючи ущільнювальні прокладки. Якщо вода з крана крапає з частотою 1 крапля/с, протягом року змарнується 11935 л води. А за це треба платити;

Таблиця 2. Обсяги споживання води

Процедура	Споживання води
Душ і прийняття ванни	15-50 л і більше
Миття рук	10-20л
Туалет	20-40 л
Миття автомобіля	20-100 л щоразу
Прання	17-32л
Приготування напоїв і їжі	6-10 л
Прибирання	5-10 л
Підливання присадибної ділянки	5-13 л/м ²

- перевіряти, чи не витікає вода з бачка в унітаз. Насипати (налити) у бачок харчовий барвник. Якщо витік є, то через 30 хв він вже буде помітний;
- уникати надлишкового зливання унітазу. Паперові хусточки, комах, інше сміття такого типу краще викидати у відро для сміття, а не в унітаз;
- витратити якнайменше води для купання. Наповнити ванну на третину, щільно закривши злив пробкою. Початковий притік холодної води нагріється за рахунок подальшого притоку гарячої;
- закривати кран під час гоління;
- замінити всі крани на економічні з аераторами;
- пральну і посудомийну машини заповнювати повністю або застосовувати економ-програму для витрати лише необхідної кількості води, що відповідає ступеню заповнення машини;
- вкрити труби ізоляцією. Гаряча вода подаватиметься швидше і не марнуватиметься при підігріві.

Дотримуючись наведених порад, можна суттєво заощаджувати кошти й зменшити енерговитрати:

- електроенергії – на 25%
- теплової енергії – на 30%
- води – на 20%.

2.2 ТЕХНОЛОГІЇ МАЙБУТНЬОГО

2009 рік розпочався для України черговим газовим протистоянням, яке переросло у справжню "газову війну" і загрозу нової "холодної війни" для цілої Європи. Європа мужньо витримала удар і лише зайвий раз переконалася у безальтернативності вибраного шляху до альтернативних джерел і альтернативних постачальників енергії. Україна ж у повній розгубленості та беззахисності почала хаотично множити заяви і постанови про "життя без газу", тобто про необхідність скорочення його використання аж до повної заміни іншими видами палива. Не бралось до уваги навіть питання економічної доцільності таких дій. Адже заміна газу іншими видами енергії не завжди веде до економії коштів.

Європа з успіхом застосовує газ для опалення, незважаючи на те, що він для неї завжди коштував дорожче, ніж для України. Очевидно, що вирішальною є не ціна газу, а ефективність його використання. Висока ж ціна газу стимулює споживачів раціональніше його споживати. Низькі "пільгові" ціни на газ призвели до того, що нині в Україні норми енергоспоживання на опалення будівель є найвищими в Європі (210 кВт·год/м²/рік), які на 90% не дотримуються, причому відсутня будь-яка відповідальність за їх недотримання.

Україна є найбільшим в Європі споживачем російського газу. Вона впевнено лідирує за енергоємністю внутрішнього валового продукту (ВВП), безнадійно відстаючи за його об'ємом. Результат цього – безнадійно низька конкурентна здатність нашої економіки і такі болючі наслідки економічної кризи.

В той час, коли Європа масштабно замінює високопродуктивні газові котли з ККД 92-94% на ще кращі – конденсаційні продуктивністю до 110%

(!), основна маса котлів в Україні має продуктивність 30-70% (!!). Додавши до цього "вічнозелені" взимку теплотраси і будинки, для яких термін "енергозбереження" – просто космічне поняття, отримаємо дуже непривабливу картину. Порівняно із сучасними європейськими нормами – 70 кВт·год /м²/рік, – в Україні середній показник споживання енергії на опалення будівель перевищує 400 кВт·год/м²/рік. Отже лише у цій сфері ми перевитрачаємо понад 200 млрд кВт·год енергії, або близько 20 млрд м³ газу щороку!

Зрозуміло, що жодні альтернативні джерела енергії не в стані задовольнити такі відверто "непристойні" об'єми її споживання. Висока інвестиційна вартість систем для отримання альтернативної енергії за такого споживання **повністю виключає** можливість їх широкого впровадження в Україні.

В той же час, декларуючи курс на енергозбереження, українська влада продовжує послідовно ігнорувати світовий досвід і технології ефективного використання енергії. Щоб вирішити найактуальніші для нашої держави проблеми, вітчизняні ентузіасти енергозбереження змушені долати неймовірний опір чиновників усіх рівнів. Будь-яка ініціатива в цьому напрямку безславно помирає під купами макулатури у джунглях дозволів, погоджень та інструкцій.

Отже, доходимо висновку, що енергетична криза в Україні носить не економічний, а скоріше політичний характер. Неспроможність і небажання системи влади забезпечити енергоефективне функціонування економіки і всіх сфер життєдіяльності людини є загрозою економічній і політичній безпеці держави. Але для задоволення своїх кланових інтересів влада не зупиняється навіть перед такою небезпекою.

Такий шлях веде до самознищення. Тож варіантів відповіді на питання, виведене в заголовок цього розділу, сьогодні вже немає: *енергоощадність – це єдиний шлях виживання економіки і держави в цілому, а найбільшим для України*

джерелом "альтернативної" енергії є колосальні резерви за рахунок зменшення її непродуктивного споживання.

Нова технологія енергоефективного будівництва – Система БС – дає змогу повноцінною використовувати це джерело.

Технологія чудово зарекомендувала себе у Польщі, здобувши вдячні відгуки мешканців будинків і численні нагороди на будівельних виставках і форумах.

Система БС оптимально поєднала найширше використовувані у будівництві матеріали – гіпс, пінополістирол і залізобетон, взаємно підсиливши їх позитивні властивості та нівелювавши негативні. Для будівництва стін використовується найдешевший у виробництві, найдовговічніший в експлуатації та екологічно найчистіший природний гіпс, для їх утеплення застосовується один з найкращих і найдешевших теплоізоляторів – пінополістирол, а залізобетонний каркас надає будівлям міцності та сейсмічної стійкості.

Таблиця 3 - Порівняльна характеристика параметрів будівельної системи БС із нормативними вимогами ДБН

Параметр	Норми ДБН	Система БС
Товщина стіни, мм		300
Вага 1 м ² стіни, кг		150
Коефіцієнт теплопровонності U , Вт/м ² ·К	≤ 0,39	0,15
Тепловий опір стін, м ² ·К/Вт	≥ 2,6	6,8
Енергоспоживання будівель кВт·год/м ² /рік	210	30
Споживання газу на опалення 1 м ² площі, м ³ /рік	19,6	2,8
Радіоактивне випромінювання матеріалу, Б _{кр} /кг	≤ 370	7,8

Протягом 2003-2008 років Систему БС вдосконалено і суттєво доповнено цілим рядом конструктивних рішень, частина з яких становить ноу-хау міжнародного українсько-польського авторського колективу. Група вчених, інженерів і економістів виконала детальний комплексний аналіз найновіших досягнень у галузі будівництва і енергозбереження та систематизувала його результати. ^аким чином отримали економічно обґрунтований комплексний розв'язок питання енергоефективності будівель з одночасним скороченням термінів і собівартості будівництва. Зокрема, досягнуто термічного опору стінових огорожувальних конструкцій будівель на рівні $R = 6,8$, що вдвічі вище від сучасних вимог ЄС і майже втричі перевищує вітчизняні нормативні вимоги. За максимальної акумулятивності стін, тобто здатності гіпсу швидко поглинати і довго утримувати тепло (або прохолоду), використанні потрібних склопакетів та децентралізованих прямоточних систем вентиляції з рекуперацією це дає змогу отримати рівень споживання енергії для опалення в межах до 40 кВт·год/м²/рік. Низькотемпературний тепловий бар'єр у конструкції повністю виключає (!) потребу у системах кліматизації (охолодження) та дозволяє втричі зменшити потужність і вартість опалювальної системи. При цьому розрахункова потужність генераційного забезпечення зменшується у 15 разів – зі 105 Вт/м² до 6,9 Вт/м². Показник питомого споживання енергії на опалення за цих умов не перевищує 29,3 кВт·год/м²/рік, що робить економічно високорентабельним використання для опалення і гарячого водопостачання сонячної енергії та систем теплових pomp. Так, потужність теплової помпи для опалення квартири площею 120 м² становитиме 790 Вт і вона споживатиме від електричної мережі близько 200 Вт. Для порівняння: у будинках, збудованих з дотриманням державних будівельних норм – ДБН України, – для опалення аналогічної квартири необхідно понад 12 кВт (!) теплової потужності.

Використання гіпсу в якості стінового матеріалу дозволило у **20-25 разів**

(!) **знизити енергоємність** процесу будівництва. Адже для отримання 1 тонни будівельного гіпсу потрібно у **8-10 разів менше енергії**, ніж для виробництва керамічної цегли чи цементу. Виготовлення з гіпсу стінових блоків відбувається **без використання теплової енергії**. Стіни в Системі БС у 5-6 разів легші за цегляні, що пропорційно зменшує витрати енергії і коштів на транспорт і підйомні механізми.



Рис. 2. Середньорічне споживання теплової енергії на опалення

Зменшення енергоємності будівництва і експлуатації будівель дає колосальний екологічний ефект – зменшення забруднення навколишнього середовища продуктами спалювання вуглеводнів, зменшення емісії вуглекислого газу.

Запаси основної сировини для Системи БС – гіпсу в Україні невичерпні.

Найдоступнішим і єдиним використовуваним у нас сьогодні джерелом є природні родовища.

Другим джерелом є колосальні за об'ємами звалища фосфогіпсів – відходів гірничо-видобувної промисловості і виробництва мінеральних добрив. У Львівській області ці запаси становлять 4,5 млн тонн, у Рівненській – 15,6 млн тонн, а загалом по Україні це сотні мільйонів тонн гіпсу. Використання фосфогіпсів у будівництві веде до зменшення техногенного забруднення

територій.

Сучасні технології спалювання вугілля підвищують ефективність теплових електростанцій і дають нам третє колосальне джерело – мільйони тонн найчистішого синтетичного гіпсу щороку.

Ці джерела здатні на сотні років забезпечити будівельну галузь високоякісною сировиною, а її клієнтів – екологічно комфортним, доступним за ціною і коштами утримання житлом.

Універсальність і технологічна еластичність Системи БС дозволяє однаково ефективно застосовувати її для односімейного садибного будівництва, багатоквартирного низькоповерхового або ж висотного будівництва в різних кліматичних зонах від субтропіків до Крайньої Півночі.

Особливо перспективним напрямом є використання Системи БС для реконструкції і надбудов будинків. Це дозволяє з найнижчими витратами проводити модернізацію або заміну фізично і морально зношеного житлового фонду високотехнологічними енергоефективними будівлями. Сучасні архітектурно-планувальні рішення у проєктуванні як окремих будівель, так і цілих мікрорайонів дозволяють створювати неповторний комфорт проживання при оптимальному використанні територій.

Найбільший ефект досягається при проєктуванні з "чистої сторінки". Авторами технології розроблена Концепція будівництва житлового мікрорайону з повною інфраструктурою у передмісті Львова (www.obgiy.org). В основу Концепції закладене впровадження екологічних технологій у всіх сферах життєдіяльності людини, мінімізація споживання енергії і шкідливого впливу на навколишнє середовище.

Першим етапом втілення Концепції в життя став пілотний проєкт "Тепла Оселя", реалізація якого розпочалась у 2008 році у м. Винники біля Львова за підтримки Львівської обласної державної адміністрації. Завданням проєкту є практична демонстрація переваг технологій енергоефективного будівництва і досягнення показника енергоспоживання на рівні 30 кВт·год/м²/рік.

Україна – наш спільний дім. В ньому живемо ми і будуть жити наші діти і внуки. Майбутнє наших дітей і нашої Держави будується сьогодні. Щоб це майбутнє було щасливим і заможним, будувати його слід за новими розумними технологіями. Система БС – технологія майбутнього.

РОЗДІЛ 3 АРХІТЕКТУРНІ ФОРМИ БУДИНКУ ТА ЕНЕРГООЩАДНОСТІ

З глобальних наукових прогнозів випливає, що людство у XXI столітті широко використовуватиме сонячну енергію – практично невичерпну, екологічно чисту та безпечну в експлуатації. У загальному енергетичному балансі частка сонячної енергетики незабаром складатиме 10-25%. В архітектурі сонячну енергію можна використовувати, створюючи пасивні, активні й інтегральні системи. Пасивні сонячно-енергетичні системи відомі з давніх часів. Ще давньогрецькі філософи Ксенофонті Сократ висунули ідею пасивного "сонячного будинку". Форма "будинку Сократа" розширюється на південну сторону горизонту, а дашок над галереєю або портиком закриває внутрішній простір від гарячих променів високого літнього сонця і одночасно пропускає у приміщення теплі промені низького зимового сонця [14].

Активні сонячні системи з'явилися в архітектурі XX століття як відповідь на екологічні катастрофи й енергетичні кризи. Ці системи складаються з колектора, акумулятора та каналів-комунікацій. Колектор є збирачем сонячної енергії та її перетворювачем у теплову або електричну енергію. Найпростішими є плоскі сонячні колектори, які використовують парниковий ефект у повітряному прошарку, закритому склом, – "гаряча скринька". Як теплоносій в сонячних колекторах використовується рідина або повітря. Складні колектори мають плоскі або криволінійні відбивачі-концентратори, ефективну теплоізоляцію, вакуумні прошарки, пристрої для

стеження за сонцем тощо. Наступним важливим елементом геліосистем є акумулятор, який найчастіше має вигляд резервуара, заповненого щебенем, водою або парафіном, розчином солей у режимі фазових перетворень.

З архітектурно-морфологічних і техніко-економічних міркувань краще досягати органічного суміщення елементів сонячних систем з конструкціями будинків, які мають відповідну форму й орієнтацію [11,13]. Зокрема, поверхня геліоколектора добре суміщується із зовнішніми стінами будинків, їх похилими покриттями, ліхтарями, огороженнями балконів і лоджій, сонцезахисними пристроями світлових отворів. У свою чергу, кам'яний масив акумулятора може використовуватись як основа для підлоги, а пожежний чи декоративний басейн одночасно виконуватиме функцію теплонакопичувача.

Баланс двох принципів. При проєктуванні форми сонячних будинків основну роль відіграють міркування мінімізації тепловитрат і максимізації тепло-надходжень. По-перше, мінімум тепловитрат залежить від компактності форми. Для оцінки геометричних характеристик компактності форми слід застосовувати коефіцієнт компактності, який визначається за формулою:

$$K = P_3 : P_e, \quad (1)$$

де P_3 – площа зовнішньої поверхні конкретного будинку;

P_e – площа зовнішньої поверхні еталонного будинку кубічної форми, який має однаковий об'єм з попереднім об'єктом.

По-друге, максимум теплонадходжень сонячної енергії залежить від коефіцієнта сонячної ефективності форми, який визначається за формулою:

$$K = P_n : P_3, \quad (2)$$

де P_n – площа проєкції форми будинку на площину, перпендикулярну до сонячних променів зовнішньої поверхні конкретного будинку,

P_3 – площа зовнішньої поверхні будинку.

Перший коефіцієнт ілюструє принцип проєктування форми сонячних будинків "зсередини – назовні", коли компактна форма створює передумови для

досягнення комфорту внутрішнього середовища за мінімальних витрат енергії. Другий коефіцієнту свою чергу демонструє принцип сонячності архітектурного формотворення "зовні – до середини", який вимагає розвинути форму будинку назустріч сонячним променям для поглинання більшої кількості тепла (рис. 3).

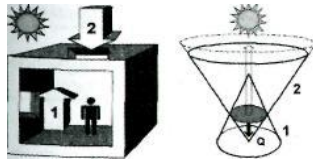


Рис. 3. А – геліоархітектурне формотворення як процес взаємодії двох принципів:

1 – компактності або "зсередини – назовні",

2 – сонячності або "зовні – до середини";

Б. Біонічне формотворення на основі закону "двох конусів":

1 – конусу гравітації:

2 – конусу сонячної радіації

Геліоархітектурна морфологія і типологія найбільш сучасного розвитку набули в об'єктах житлового призначення. За своїми витокami вони базуються на:

- об'ємно-планувальних особливостях;
- астрономічних спостереженнях за формою сонця та його рухом по небосхилу;
- біонічному формотворенні живої та неживої природи;
- дослідженнях печерних поселень первісної людини;
- традиціях народної архітектури;
- авангардних працях окремих архітекторів;
- міжнародних тенденціях розвитку сучасної архітектури.

Таблиця 4. Геліоморфологічно-типологічна класифікація в архітектурі житла

Тип будинку	Поверховість	Орієнтація поздовжньої осі	Аналог архітектурної форми сонячно- архітектурного об'єкта
Точковий (садибний)	Мала	Широтна довільна	Піраміда, спіраль, квітка, вежа, циліндр, дерево, атріум, гриб, парасоля, куля
Точковий(будинок- комплекс)	Велика, підвищена	Широтна, довільна	Віяло, спіраль, дерево, обернений конус, гриб, парасоля, піраміда
Блокований по горизонталі (килимова забудова)	Мала	Широтна, довільна	Атріум, стільники бджолиних вуликів, біологічна структура деревини
Блокований по вертикалі (терасова забудова)	Мала, середня	Діагональна, меридіональна, довільна	Сходинки, каскад, терасовий гірський рельєф, печерне поселення
Секційний (багатоквар- тирний)	Середня, велика	Широтна	Східчаста призма або піраміда, каскад водоспадів, терасовий гірський рельєф
Секційний (багатоквар- тирний)	Середня, велика	Діагональна	Полотно пилки з двостороннім розташуванням зубців, стовбур кактуса
Секційний (багатоквар- тирний)	Середня, велика	Меридіональна	Гірський рельєф, піраміда

Загальну класифікацію типів і форм житлової геліоархітектури доцільно подати у вигляді таблиці 1.

Прикладами геліоархітектурних форм можуть бути реальні об'єкти [10,11] побудовані на території Європи – в Італії, Великій Британії та Україні (рис. 2), проєктні пропозиції автора (рис. 3),

У більшості наведених прикладів сонячних форм будинків і споруд простежується тенденція до синтезу й балансу між принципами компактності та сонячності. Зокрема, на рисунку 3-А показана авторська пропозиція проєкту малоповерхового житлового будинку. Тут компактні й енергоощадні форми куба-будинку та піраміди-оранжереї поєднані з формою квітки із пелюстками – фотоелектричними панелями. Таким чином, процес переходу від традиційної до сонячної архітектурної форми може відбуватися революційним або еволюційним шляхом. Останній є більш прийнятним для людської свідомості.

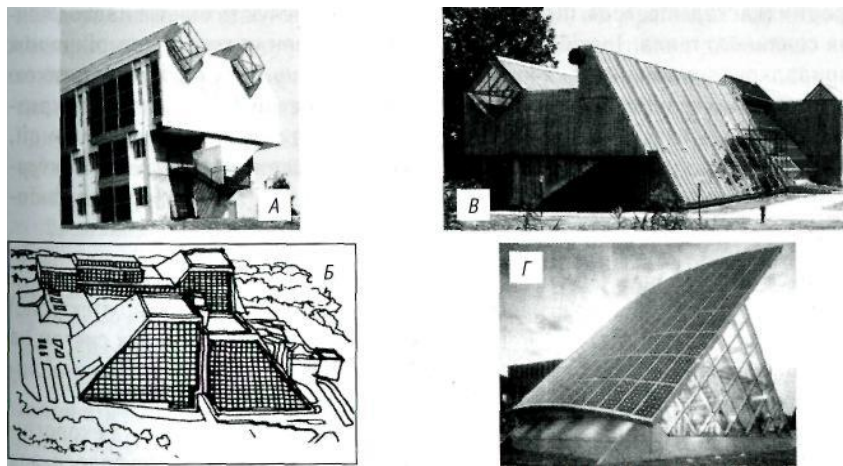


Рис. 4. А, В - будинок лабораторії дослідження сонячної енергії (ЕНЕА), споруджений у 1987 р. поблизу містечка Іспра (Італія), архітектори Ескудо і Сеассаро: боковий фасад з сонячними ліхтарями; загальний вигляд південного фасаду з сонячними панелями (кут нахилу близько 60°) [10]

Б - Будинок "Сонячна піраміда" [11] експериментальної бази з використанням сонячної енергії в районі Алушті (Крим, Україна), архітектор Г. Хорхот (основна частина будівництва завершена у 1988 р.)

Г - павільйон фірми ВР Зоіаг, побудований у 1998 р. на виставці у Бірмінгемі (Велика Британія). Форма споруди вирізняється гранчато-призматичним характером з великою нахиленою поверхнею південного фасаду, яка має позитивну кривизну для збільшення потужності фотоелектричних панелей

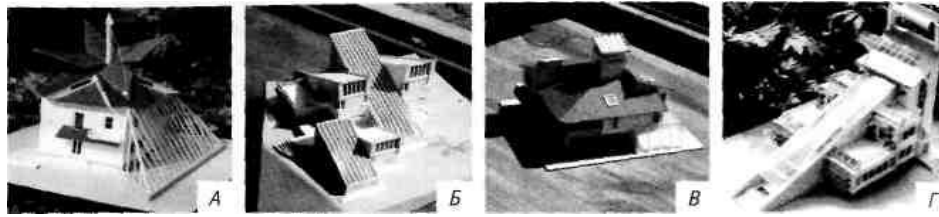


Рис. 5. *Проектні пропозиції, розроблені автором у галузі геліоархітектури малоповерхових житлових об'єктів з морфологічними прототипами А – квітка (фотоелектричні панелі), Б - піраміда (світлопрозорі огороження, сонячні панелі), В – спіраль (розташування поверхів), дерево (комунікаційно-енергетична башта), Г – каскад (тераси)*

На цьому шляху визначаються три характерні етапи. На початковій стадії до традиційної форми додаються окремі геліотехнічні й конструктивні елементи (сонячні панелі, вікна, ліхтарі, каміни). На другому етапі відбуваються зміни форми (каскад, піраміда, підкова, віяло), які забезпечують більше надходження сонячного тепла. Третій, заключний етап, повинен усунути протиріччя між природною динамікою сонячної радіації (пори року, часу доби) та статикою архітектурної форми. На цьому етапі основні елементи форми (стіни, покриття) набувають властивостей мобільної регуляції та слідкуючої за сонцем дії. Ця послідовність в мініатюрі нагадує процес народження великих архітектурних стилів, коли все починається з незначних змін зовнішньої форми, а закінчується глибокими перетвореннями планувальної структури будинків.

Висновок

1. Сучасні геліотехнічні можливості значно випереджають розвиток архітектурної морфології і типології, що призводить до використання сонячних систем на фоні традиційних архітектурних форм, які дискредитують ідею сонячної архітектури.

2. Завдання архітектурної теорії і практики в умовах енергетичної та екологічної кризи – активізувати розвиток нової геліоархітектурної морфології, яка значною мірою базується на балансі й діалектичній взаємодії двох принципів компактності та сонячності.

3. Вирішальний внесок у справу становлення сонячної архітектури дає використання досягнень суміжних галузей знання, а також досвід міжнародного реального й конкурсного проєктування, який розкриває можливості обміну ідеями, глобалізації творчої архітектурної думки та визначення рейтингу окремих архітектурних шкіл.

РОЗДІЛ 4 ОРГАНІЗАЦІЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ В БУДІВЛЯХ ЗАСОБАМИ АРХІТЕКТУРИ

Проблеми енергозбереження привертають щораз більшу увагу вчених, державних діячів, журналістів і навіть футурологів. Усвідомлення важливості цих проблем постійно зростає, а поняття енергії та способи її розумного використання розглядаються як своєрідна філософія.

Можливості енергоощадності в архітектурі ще далеко не вичерпані. В Україні подібні питання і досі перебувають на рівні декларацій. Необхідність пильного дослідження цих питань зумовлена передусім відсутністю відповідних розділів у нормативних актах з енергозбереження, законах та рекомендаціях.

Шкільні будівлі, комплекси як один з найпоширеніших архітектурних типів громадських споруд першочергово потребують вирішення питань економії енергоносіїв. Архітектурні енергоощадні засоби дають змогу позбутися невиправданих витрат тепла і відкривають широкі, обґрунтовані можливості та варіативність застосування різноманітних архітектурних прийомів.

Щороку близько сотні шкіл змушені взимку призупиняти навчальний процес через неможливість підтримувати мінімальну задовільну температуру в навчальних приміщеннях. Ще в 60% шкіл не дотримуються нормативних внутрішніх температур без зупинки навчального процесу або забезпечуються необхідні температури, але зі значною перевитратою теплоносіїв.

Видатки освіти на придбання та використання енергії та енергоносіїв ще у 2005 році впевнено посіли другу позицію в основних категоріях витрат. За показниками бюджету, на оплату теплопостачання припадало 11,5%, оплату газу – 2% від загальної суми бюджету [20]. Серед енергетичних потреб в установах освіти найбільший відсоток припадає на опалення – 75-80% [21]. В сучасних економічних умовах зі стійкою тенденцією до невпинного

зростання цін на енергоносії відповідно зростає і ця частка у загальному розподілі коштів по освіті. Тому питання організації ефективних заходів з енергоощадності саме в цій галузі є надзвичайно актуальними. Адже більшість українських шкіл потребують термомодернізації або термореновації, впровадження інноваційних проєктів, спрямованих на економію енергії, – економічно обґрунтованих з врахуванням вимог до реформування освіти. Виконання таких завдань має реальне економічне підґрунтя. У бюджеті 2008 року консолідовані витрати на освіту складуть 33 млрд грн проти 25,7 млрд грн минулорічних (+28,2%). Частково можна використати кошти і спільного зі Світовим банком проєкту "Рівноправний доступ до якісної освіти". Це близько 90 млн грн протягом п'яти років. Безперечно, можна було б залучити і зовнішні кредитні кошти, – завдяки гарантіям місцевих органів влади, і власні кошти установ.

Спеціальних науково обґрунтованих методичних і комплексних рекомендаційних визначень в Україні щодо енергоефективних заходів на сьогодні немає. Це підтверджується станом і напрямками наукових досліджень не тільки в нашій країні, а й у країнах, які донедавна формували СРСР. І це в той час, коли різних типів шкіл в Україні – тисячі, а крім того – 163 комплекси університетів і понад 120 інститутів, не говорячи вже про будівлі інших типів навчальних закладів. Всі рекомендаційні публікації 80-90 років СРСР щодо покращення рівня проєктування шкільних будівель обмежуються методиками проєктування шкіл з виокремленими блоками приміщень для учнів і населення, рекомендаціями по структурах шкільних будівель з начальною технікою, функціонально-планувальними вимогами до сільських шкіл і особливостей їх архітектурно-художніх рішень, оглядами окремих просторових, функціональних і комунікаційних елементів [16], [17], [18], [19]. Не висвітлювались методики організації енергоефективних заходів засобами архітектури при проєктуванні шкіл і в дисертаційних роботах [23], [24], [25], як, між іншим, і в дослідженнях [20], [21], [22] архітектури вищих

навчальних закладів. Всі згадані праці присвячені виключно оновленню матеріальної бази вузів, розробці програм реставраційних робіт та поновлення втрат предметного наповнення архітектурного середовища історично сформованих вищих навчальних закладів, організації функціонування у новітніх спеціалізованих формах загальноосвітніх навчальних закладів.

Відсутність досліджень щодо організації енергоефективності можна пояснити в першу чергу тим, що вони завжди базуються на стику архітектурних та інших наук, і дослідник має бути творчим архітектором і водночас обізнаним фахівцем у спеціальних галузях. По-друге, такі дослідження в методичному сенсі просто неможливі в сучасних національних НДІ, які все ще практично імушені виживати. Окрім того, таку працю варто розпочинати ще на освітньому рівні, у підготовлених лабораторіях, причому без залучення значних коштів. Визначати перелік та формувати комплекси архітектурних заходів з енергоощадності для кожної з будівель слід за результатами енергетичного аудиту. Перший реальний проєктний експеримент виконано на прикладі іншої громадської будівлі. Для цього на замовлення Альянсу за збереження енергії в 1999 році розробили Пілотний проєкт енергетичного аудиту будівлі міської ради на площі Ринок №1 у Львові, в якому запропоновано ряд конкретних і практичних розрахунків, пропозицій та рекомендацій [26]. Мета проєкту – виявлення найвигіднішого варіанта комплексу термореноваційних заходів з позицій їх енергоефективності й економічної доцільності. Безперечно, ані енергоощадні прийоми об'ємної композиції, ані дизайн не посідають чільних місць в ієрархії економічно найвигідніших рішень, але деякі з них входять до переліку окупних заходів. Кілька з опрацьованих архітектурних заходів наведено в таблиці 1. За результатами експериментально-розрахункових досліджень будівлі міської ради сформувались певні міркування.

Таблиця 5. Результати економічних й енергетичних розрахунків архітектурних енергоефективних заходів *

Назва заходу	Сума інвестицій, грн	Економія коштів за сезон, грн/сезон	Економія енергії, КВт·год, %	Час повернення інвестицій, рік
Утеплення горищного перекриття (без влаштування мансардного поверху)	29776	39892	557771	0,75
			19%	
Ущільнення і часткова реставрація вікон	151148	19643	274644	7,69
			9,4%	
Заміна вікон (як порівняльний захід)	614756	22983	321393	26,75
			11%	
Встановлення позарадіаторних екранів	9300	16127	225551	0,58
			7,7%	
Утеплення стін (як порівняльний захід)	680312	11135	155694	95,5
			5,3%	
Перекриття внутрішнього подвір'я	998364	40568	651329	6,2
			20,6%	

* Розрахунок виконаний за цінами 1999 року. Результати розрахунків, наведені в таблиці, отримані за математичною моделлю будівлі, виконаної з допомогою програмного продукту ТЕКМО-Оап/ок фірми АйАіор:. Економічний розрахунок проведено в програмі Аудуіог

Беззастережне застосування найчастіше використовуваних архітектурно-конструктивних рішень, скажімо, для утеплення стін в будівлях, що є цінними пам'ятками архітектури й історії, щонайменше неприпустиме. Тим не менш велика кількість в Україні саме таких будівель, що є загальноосвітніми школами, і донині не втратила свого утилітарного

значення. Нові економічні умови їх експлуатації потребують якнайретельнішого й виваженого розв'язання цілого комплексу питань, в тому числі й питань енергоощадності. В результаті теплотехнічного перерахунку виявилось, що, згідно з новими нормативами, стіни потребують додаткового утеплення – як мінімум ще 5 см (!) пінополістиролу. Як показали обчислення на математичній моделі будівлі, такий захід дає змогу заощадити 5,3% енергії, що йде на опалення. Паралельно виконаний економічний розрахунок додав наступне: у разі утеплення стін час повернення інвестицій складає мало не 100 років. В галузі енергоощадності у світі напрацьовано досвід, згідно з яким привабливими для інвестування вважаються проєкти й заходи, час повернення капіталовкладень для яких не перевищує 8 років. За цей час зекономлена завдяки "роботі" енергоощадного заходу енергія в грошовому еквіваленті має покрити витрати на ^{го} впровадження. Рішення, які не "відпрацьовують" себе упродовж такого терміну (а бажано – якнайменшого) з урахуванням інфляції (плюс банківські відсотки), не можна розглядати як перспективні. Оцінка сукупності результатів архітектурного, енергетичного й економічного аналізу переконує, що утеплення стін такої будівлі категорично не можна рекомендувати для реалізації.

Енергетичний аудит, виконаний в аналогічній послідовності для прогнозування результатів перекриття внутрішнього підвір'я скляною конструкцією атріуму, навпаки, переконує у доцільності такого рішення. Розрахунки свідчать, що за відносно незначних витрат можна забезпечити суттєву економію енергії – 20,6%, а кошти, витрачені на будівництво й матеріали, повернуться до інвестора упродовж 6,2 роки.

Аналогічні розрахунки автор виконав для чималої кількості архітектурних заходів і прийомів. Результати дослідів перевірені реаліями прикладної діяльності. Пріоритетність архітектурних енергоощадних заходів, залежно від можливостей економії коштів, визначена в роботах автора "Демонстраційний проєкт енергообстеження будівлі загальноосвітньої школи №13 в м. Тернопіль", "Демонстраційний проєкт енергетичного аудиту

загальноосвітньої школи №19 в м. Луцьку", "Демонстраційний проєкт енергетичного аудиту загальноосвітньої школи №161 в м. Харків", "Демонстраційний проєкт енергообстеження будівлі загальноосвітньої школи №9 в м. Івано-Франківську", "Демонстраційний проєкт енергетичного аудиту Палацу творчості дітей та юнацтва в м. Хмельницькому", "Проєкт енергетичного аудиту для загальноосвітньої школи в с. Малі Дідушичі Стрийського району" [27].

Як приклад застосування повного об'єму архітектурних засобів для створення психофізичного комфорту та суттєвого зменшення енерговитрат будівлі можна назвати проєкт "Енергетичне обстеження та проєкттермореновації загальноосвітньої школи в с. Стинава Стрийського району Львівської області", виконаного в рамках гранту CG5-UA-2 ECO-Links у 2002 році. Додатковий розділ проєкту, розроблений Л.О. Шулдан, стосується благоустрою пришкольної ділянки, удосконалення об'ємно-просторового й архітектурно-планувального рішень будівлі школи, містить архітектурно-конструктивні рекомендації. Основні положення проєкту енергетично й економічно підтверджені та розраховані на інвестиційну привабливість. Вони завершені відповідним розділом енергоаудиту. Проєктом передбачається поступове втілення розроблених заходів та поетапна реконструкція школи.

Ця школа, споруджена у 1991 році, розрахована на 162 учня. Наявна будівля розроблена на основі типового проєкту 224-1-501.86 з внесенням суттєвих коректив, які, слід зазначити, аж ніяк не покращили мікроклімату школи, – він залишився незадовільним. В результаті, особливо у найбільш холодний період або у випадку негараздів у роботі систем опалення з нижньою розводкою, температура в класних приміщеннях II поверху сягає $t_B = 10^\circ\text{C}$, $t_P = 6^\circ\text{C}$, а коридорах і холі – t_B до 8°C ! Об'ємно-планувальне рішення – двоповерхова будівля складної конфігурації; навчальний корпус розмірами в плані 56x24 м має надбудову, що імітує третій поверх та має виконувати роль світового ліхтаря; висота поверхів – 3,0 і 3,3 м; корпус від південно-східного зку примикає до триповерхового Будинку культури, від південно-західного

боку прибудовано перехід-галерею (6х3 м) до спортзалу; головний фасад з центральним входом зорієнтовано на південний захід; підвал розташовано під всією площею навчального корпусу.

Обстеження виявило такі недоліки:

- невиправдано великі площі вікон; подекуди висота підвіконних стін не перевищує 500 мм;
- ушкоджена системи водовідводу з покрівлі, що призводить до замочування конструкцій стін та зменшення їх теплозахисних властивостей;
- центральний та дворовий вхідні вузли наскрізно перетинають простір першого поверху, що суттєво збільшує тепловтрати з будівлі;
- горищне перекриття наполовину виконане з армоскла, крізь яке неможливо забезпечити природне освітлення через втрачену і без того незначну пропускну здатність матеріалу, розбиття та неможливість його миття;
- горищний та другий поверх утворюють, з теплотехнічних позицій, суцільний простір висотою від 7,2 до 11,3 м, що завершується конструкцією покрівлі з пошкодженими даховими вікнами, а система опалення та, зокрема, місця розміщення опалювальних пристроїв розраховані на обігрівання об'єму поверху висотою 3,3 м;
- відсутнє перекриття над сходовою кліткою. У проєкті, відповідно до рекомендованої поетапності реалізації, запропоновано:
- архітектурно-конструктивні заходи з вказанням матеріалів та їх товщини, розробкою вузлів:
 - влаштування над коридорами, холлом другого поверху та сходовою кліткою повноцінного утепленого перекриття, утеплення решти площі горищного перекриття,
 - заміна/ремонт конструкції даху та системи водовідводу з усуненням зайвих дахових світлових отворів,
 - додаткова теплоізоляція стін з підсиленням утепленням "містків холоду";
- об'ємно-планувальні заходи:

- часткове перепланування поверхів з урахуванням призначення приміщень, їх орієнтації і функціонального зв'язку та розподілу температурних зон, влаштування світлових кишень,
- перебудова дворового вхідного вузла з улаштуванням тамбура,
- часткове зменшення площі світлових отворів до визначеної світлотехнічним розрахунком необхідної площі в класах і переході. Заміна конструкцій віконних і дверних заповнень на вироби відповідної якості,
- прибудова зимового саду – теплиці,
- влаштування експлуатованої покрівлі на плоскій покрівлі спортзалу,
- озеленення і благоустрій території школи.

В результаті впровадження таких заходів очікується економія до 73(!)% тепла, що надходить у будівлю. Ця величина виявилася значно більшою, ніж дають можливість заощадити інженерні методи.

Таким чином, розрахунки, виконані для експериментальних проєктів термореновації різних типів будівель шкіл, дають можливість зробити узагальнення, перейти від інтуїтивних і спонтанних рішень до обґрунтованих і виварних та впровадити результати таких досліджень у навчальний процес.

Частково результати опрацювання і розробки методик енергоощадності засобами архітектури при проєктуванні шкіл в ІАРХ НУ "Львівська політехніка" розглядаються в курсах дисциплін "Енергоощадна архітектура", "Архітектурна фізика", "Забезпечення енергоощадності цивільних та промислових будівель і споруд", що викладаються кафедрою "Архітектурні конструкції" ІАРХ НУ "Львівська політехніка". Ці дисципліни забезпечені методичною літературою і лабораторним обладнанням, що сприяє успішному виконанню лабораторних і розрахункових робіт. Упродовж 1999-2006 років студенти виконали 627 контрольних-розрахункових та 69 графічно-розрахункових робіт, спрямованих на набуття практичних навичок у проєктуванні та обстеженні будинків і споруд як енергоспоживаючих об'єктів, зокрема: "Концептуальні засади проведення архітектурно-

енергетичного обстеження будівлі та питання термореновації", "Будинок низьких затрат енергії", "Розрахунок загальних тепловтрат будівлі та енергоефективності архітектурно-конструктивних заходів термореновації". І як результат, вони розвинули або закріпили знання студентів з таких питань:

1. Теплофізичні властивості традиційних і сучасних будівельних матеріалів та виробів.
2. Фізичні процеси тепло- й масообміну в огорожувальних конструкціях будинку та використання їх закономірностей.
3. Визначення основних кліматологічних факторів району будівництва та їх впливу на енергетичний стан будівлі.
4. Методи дослідження фізичних параметрів клімату і середовища та шляхи створення комфортних умов життєдіяльності людини.
5. Урахування вимог для створення світлового середовища та закономірностей проектування природного і штучного освітлення, кількісних і якісних характеристик сонячного випромінювання.
6. Наукові основи раціонального застосування архітектурних енергоощадних засобів при організації комфортного мікроклімату й охорони природи.
7. Урахування досягнень та вимог споріднених дисциплін, зокрема квазіметрії, кольорознавства, теплотехніки, будівельних матеріалів, архітектурних конструкцій, світлотехніки.
8. Прийоми пошуку форми та знаходження енергоощадного планувального рішення для будівель різного призначення та застосування архітектурних заходів з енергоощадності.

В процесі навчального проектування отримано результати і для шкільних будівель. Зокрема, студентам пропонували опрацювати кілька найбільш розповсюджених типових проектів будівель шкіл на 9-12 класів для 300-400 учнів. Згідно із завданням, школи знаходилися в однакових кліматичних і містобудівних умовах; значення мікрокліматичних параметрів внутрішнього повітря прийнято нормативними. Найактуальнішими із запропонованих енергоощадних заходів виявилися архітектурно-

конструктивні та об'ємно-планувальні. Згідно з розрахунками, вони дають змогу зекономити до 60-70% теплової енергії. Архітектурно-конструктивні заходи (утеплення стін, утеплення горищного перекриття або встановлення похилого даху, заміна або утеплення вікон) у будівлях компактної форми дають кращі результати, тоді як об'ємно-планувальні рішення (прибудова зимового саду, атріуму, влаштування мансардного поверху або перекриття внутрішніх двориків) при складних планах будівель виявляються значно ефективнішими (табл. 6) за усі інші.

Таблиця 6. *Результати застосування архітектурних енергоефективних заходів для типових проєктів шкіл*

Назва об'єкта	План-схема будівлі	Заходи з термореновації	Економія енергії
1	2	3	4
Школа на 12 класів Типовий проєкт 224-1-134, розр. "УкрНИИГраждан-сельстрой"		Встановлення похилого даху	9,1%
		Утеплення стін	11,7%
		Надбудова/прибудова зимового саду	13,6%
		Заміна вікон	6,3%
Школа на 10 класів Типовий проєкт 224-1-349 "ЦНИИЗПГраждан-сельстрой"		Встановлення похилого даху та обладнання мансардного поверху	20,7%
		Утеплення стін	16,7%
		Заміна вікон	7,3%
		Атріум	14,8%

Продовження табл. 6

1	2	3	4
Школа на 9 класів Типовий проект 224-1-425.84 ЦИТП 1984 р.		Встановлення похилого даху та обладнання мансардного поверху	33,4%
		Утеплення стін	18,1%
		Заміна вікон	7,9%
		Прибудова зимового саду	7,3%
Школа на 9 класів Типовий проект 224-1-424М.84 ЦИТП 1985 р.		Встановлення похилого даху без утеплення	14,3%
		Утеплення стін	29,2%
		Заміна вікон	11,4,3 %
		Прибудова зимового саду	3,1%
Школа на 9 класів Типовий проект 223-1-412.83 ЦИТП 1985 р.		Встановлення похилого даху та обладнання мансардного поверху	27,6%
		Утеплення стін	20,2%
		Прибудова зимового саду	7,0%
		Заміна вікон	14,3%
Школа на 9 класів Типовий проект 224-1-430.84 ЦИТП 1985 р.		Встановлення похилого даху та обладнання мансардного поверху	31%
		Утеплення стін	17,9%
		Прибудова зимового саду	4,8%
		Заміна вікон	10,3%

1	2	3	4
Школа на 8 класів Типовий проєкт 224-1-160/75.2 ЦИТП 1983 р.		Утеплення конструкції похилого даху та обладнання мансардного поверху	17,9%
		Утеплення стін	24%
		Прибудова зимового саду	4,1%
		Заміна вікон	13,4%

ВИСНОВКИ

Питання енергоощадності в будівлях мають вирішувати в першу чергу архітектори. Фахівці інженерних спеціальностей розпочинають роботу в цьому напрямку доступними їм засобами лише в умовах, продиктованих задумом архітектора. Актуальність такого напрямку діяльності архітекторів зростає завдяки екологічній чистоті архітектурних енергоощадних рішень. Внесок архітектурної практики у розв'язання проблем енергоощадності здатний суттєво підвищити теплозахист шкільних будівель, а також забезпечити вагомі економічні результати, обсяги яких зростають в умовах збільшення об'ємів реконструкцій, зокрема спрямованих на термореновацію будівель, нового будівництва та значного розширення ринку сучасних технологій і матеріалів. Оптимальні рішення визначають комплексним підходом до теплозахисту будівлі та забезпечення теплового комфорту в приміщеннях, який би гарантував мінімальні річні витрати на опалення та був економічно обґрунтованим. Фахівців, які займаються проєктуванням шкіл, необхідно забезпечити інформацією про можливості раціонального використання енергії, а також спеціальними рекомендаційними матеріалами, що містять економічно обґрунтовані архітектурно-типологічні принципи енергоощадності. Крім значного енергетичного ефекту, впровадження більшості з цих заходів дає змогу покращити повітряновологісні та інші мікрокліматичні параметри у приміщеннях шкіл, суттєво урізноманітнити

архітектуру типової будівлі або додати їй функціональної варіабельності й залучити додаткові площі.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Пешук, Л.В. Перспектива розробки спеціальних продуктів харчування на м'ясній основі [Текст] / Л.В. Пешук, О.П. Карпенко // *Мясной бизнес*. - 2005. - №2. - С. 14-15.
2. Закон України про якість та безпеку харчових продуктів і продовольчої сировини зі змінами [Текст] www.zps.com.ua. 2005р.
3. Шаззо, Р.И. Функциональные продукты питания [Текст] / Р.И. Шаззо, Г.И. Касьянов. - М.: Колос. - 2000. - 248 с.
4. Jemenez - Colmenero, F. Healthier Lipid formulation approaches in meat - based functional foods. Technological options for, replacement of meat fats by non - meat fats [Text] / F. Jemenez - Colmenero // *Trends Food Sci. and Technol.* - 2007. - V. 18. - P. 567-578.
5. Buttriss, J. Hanging on the coat tails of the obesity epidemic: will metabolic syndrome be the next public health crisis and does nutrition have a role in its prevention? [Text] / J. Buttriss // *J. Sci. Food Agricul.* - 2006. - V. 86. - P. 2285-2289.
6. Chung-Yen, C. A nutrition and health perspective on almonds. [Text] / C. Chung-Yen, K. Lapsley, J. Blumberg // *J. Sci. Food Agricul.* - 2006. - V. 86. - P. 2245-2250.
7. Astley, S. B. The European Nutrigenomics Organisation: linking genomics, nutrition and health research [Text] / Sian B. Astley, Ruan M. Elliott // *J. Sci. Food Agricul.* - 2007. - V. 87. - P. 1180-1184.
8. Lionel, B. Lipid nutrition and eye health. [Text] / B. Lionel, A. Niyazi, B. Olivier, B. Alain, C. Catherine // *Lipid Technol.* - 2010. - V. 22. - P. 130-133.
9. Полумбрик, М. О. Вуглеводи в харчових продуктах та здоров'я людини [Текст] / М. О. Полумбрик . - К.: Академперіодика. - 2011. - 487 с.

10. Пищевая химия [Текст] / [А.П. Нечаев, С.Е. Траубенберг, А.А. Кочеткова и др.]; под. ред. А.П. Нечаева. - СПб.: ГИОРД. - 2007. - 640 с.
11. Федоров, А.О. Роль мікрокомпонентів і вітамінів харчових продуктів у раціональному харчуванні // А.О. Федоров, В.О. Федорова, Ж.С. Шевчук, [Електронний ресурс]. - Режим доступу: ntkonf.org/k-h-n-fedorov
12. Здорове харчування - проблема української нації. [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <https://peoplefirst.org.ua/uk/articles/healthy-nutrition-the-problem-of-the-ukrainian-nation>
13. Сімахіна, Г.О. Концепція оздоровчого харчування та шляхи її реалізації [Текст] / Г.О. Сімахіна // Наукові праці НУХТ. - 2010. - №33 - С.10-13.
14. Пересічний, М.І. Технологія продуктів харчування функціонального призначення [Текст] / За ред. М.І. Пересічного. // 2008. - К.: КНТЕУ. - 718 с.
15. Капрельянц, Л.В. Функціональні продукти [Текст] / Л.В. Капрельянц, К.Г. Іоргачова // Монографія. — Одеса: Друк. - 2003. — 312 с. ISBN 966-809983-4.
16. Bagchi, D. Nutraceutical and functional food regulations [Text] / D. Bagchi // Academic press: New York - 2008.. - 462 p.
17. Siro, I. Functional food. Product development, marketing and consumer acceptance - a review [Text] / I. Siro, E. Kopolna, B. Kopolna, et. al. // *Appetite*. - 2008. - V. 51. - P. 456-467.
18. Smith, J. Functional food product development. Edited by [Text] / J. Smith // Wiley-Blackwell: Oxford.- 2010. - 528 p.
19. Borchers, A. Food safety [Text] / A. Borchers, S. S. Teuber, C.L. Keen, et. al. *Food safety // Clin. Rev. Allerg. Immunol.* - 2010. - V. 39. - P. 95-141.
20. Gibson, G.R. Functional food: concept to product. Edited by [Text] / G.R. Gibson, C.M. Williams. // Woodhead Publishing: Cambridge. - 2000. - 356 p.
21. Caballero, B. Encyclopedia of human nutrition. 2th Edition [Text] / (edited by B. Caballero, L. Allen, A. Prentice). // Oxford.: Elsevier. - 2005. - 2000 p.
22. Fogliano, V. Functional foods: planning and development [Text] / V. Fogliano, P. Vitaglione // *Mol. Nutr. Food Res.* - 2005. - V. 49. - P. 256-262.

23. Капрельянц, Л.В. Функциональные продукты: тенденции и перспективы. [Текст] / Л.В. Капрельянц, Г.А. Хомич // *Харчова наука і технологія*. - 2012. - № 4. - С. 5-8.
24. Beltz, W. F. Estimation and use of kinetic parameter distributions in metabolism and nutrition [Text] / W. F. Beltz // *Adv. Food Nutr. Res.* - 1996. - V. 40. - P. 265-279.
25. Kovacs, E. Metabolically active functional food ingredients for weight control [Text] / E. Kovacs, D. J. Mela // *Obesity Rev.* - 2006. - V. 7. - P. 59-78.
26. Черевко, О. І. Сучасний ринок товарів та проблеми здорового харчування : Міжнародна науково-практична інтернет-конференція, 13-14 травня 2013 р. : [Текст] / редкол. : О. І. Черевко [та ін.] ; Харк. держ. ун-т харчування та торгівлі. - Харків. - 2013. - 171 с.
27. Устинова, А.В. Функциональные мясные продукты для питания детей дошкольного и школьного возраста [Текст] / А.В. Устинова, Н.В. Люйина и др. // *Мясные технологии*. - 2005. - № 5. - С.10-11.
28. Диас, Л.А. Использование эмульсий при производстве колбасных изделий [Текст] / Диас Л.А. и др. // *Мясная Индустрия СССР*. - 1985. - №12. - С. 25-26.
29. Schnackel, W. Evaluation of konjas gels as fat substitutes meat «emulsion» products [Text] / W. Schnackel // *J. Meat Sci.* - 2007 - 53. - P.47-53.
30. Храмцов, А. Г. Лактулоза: мифы и реальность [Текст] / А.Г. Храмцов // [и др.] -Ставрополь: СевКавГТУ. - 1999. - 30 с.
31. Храмцов, А. Г. Лактулоза: ценность, использование, маркетинг и эффективность производства [Текст] / А. Г. Храмцов, Б . А. Брыкалов, С. А. Рябцева, А. В. Серов // Ставрополь: Изд-во «Агрус». - 2004. - С .140