



**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
СУМСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

**Кафедра:** Архітектури та інженерних вишукувань  
**Спеціальність:** 192 "Будівництво та цивільна інженерія"

**ЗАВДАННЯ**

**НА МАГІСТЕРСЬКУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ**

Білоус Артем Віталійович

**1. Тема роботи** Реконструкція 5-ти поверхової житлової будівлі в м. Охтирка

*Затверджено наказом по університету №\_\_\_\_\_ від "\_\_\_" \_\_\_\_\_ 202\_р.*

**2. Строк здачі студентом закінченої роботи:** "\_\_\_" \_\_\_\_\_ 202\_р

**3. Вихідні дані до роботи:** \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**4. Зміст розрахунково - пояснювальної записки (перелік питань, що підлягають розробці)**

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**5. Перелік графічного матеріалу (з точною вказівкою обов'язкових креслень)**

\_\_\_\_\_



## АНОТАЦІЯ

**Білоус Артем Віталійович. Реконструкція 5-ти поверхневої житлової будівлі в м. Охтирка.** – Кваліфікаційна робота магістра на правах рукопису.

**Кваліфікаційна робота магістра** за спеціальністю 192 «Будівництво та цивільна інженерія». – Сумський національний аграрний університет, Суми, 2024.

Робота складається із змісту, загальної характеристики роботи та її кваліфікаційних ознак, огляд досліджень за обраною темою, розділів основної частини, висновки за результатами МКР (українською та англійською мовами).

**Сформульовано мету, задачі, об'єкт та предмет дослідження, методи наукового дослідження.**

**Результати досліджень:** викладені у пояснювальній записці магістерської роботи та розглянуто у науковій тезі даної роботи.

**В основній частині:** розглянуто в шести розділах в першому розділі розглянуто загальну характеристику роботи, другий розділ складається з бібліографічного огляду досліджень, третій розділ розглянуто стан альтернативної енергії на часі та у майбутньому, четвертий розділ розглянуто застосування альтернативної енергії для житлового будинку, у п'ятому розділі виконані рекомендації щодо 5-ти поверхової житлової споруди, а у шостому розділі наведений економічний розрахунок до застосування альтернативної енергії яка застосована для будинку.

**У висновках:** розглянуті мета та завдання які пов'язані із застосуванням альтернативної енергії і як суттєво вона може вплинути на ефективну роботу для всього будинку. Чим більша інтенсивність сонячної радіації, тим більше потенціал для вироблення електроенергії.

**Ключові слова:** енергоефективність, пасивна система опалення будинку, сонячні батареї, альтернативна енергія.

**Список публікацій та виступів на конференціях студента:**

Білоус А.В., Андрух С.Л. Енергоефективність, як засіб використання пасивних систем опалення будинку/ Матеріали щорічної науково-практичної

конференції викладачів, аспірантів та студентів Сумського національного аграрного університету (13-17 листопада 2023р). – Суми, 2023.

В додатках наведено; тези конференції, альбом слайдів мультимедійної презентації.

***Структура роботи.***

Робота складається з основного тексту на \_\_\_ сторінках, у тому числі 4 таблиць, 34 рисунки. Текст роботи містить загальну характеристику роботи, \_\_\_ розділів, висновки і рекомендації за результатами роботи, список з \_\_\_ використаних джерел, 1 додатку на 2 сторінках. Графічна частина складається з 3 аркушів креслень та \_\_\_ слайдів мультимедійної презентації.

## ABSTRACT

**Bilous Artem Vitaliyovych. Reconstruction of a 5-story residential building in Okhtyrka.** – Master's qualification work on manuscript rights.

Master's qualification work in specialty 192 "Construction and civil engineering". – Sumy National Agrarian University, Sumy, 2024.

**The work consists of the content**, the general characteristics of the work and its qualification features, an overview of research on the chosen topic, sections of the main part, conclusions based on the results of the MKR (in Ukrainian and English).

The goal, tasks, object and subject of research, methods of scientific research are formulated.

The results of the research are presented in the explanatory note of the master's thesis and considered in the scientific thesis of this thesis.

**In the main part:** considered in six chapters, the first chapter considers the general characteristics of the work, the second chapter consists of a bibliographic review of research, the third chapter considers the state of alternative energy in time and in the future, the fourth chapter considers the application of alternative energy for a residential building, in the fifth Section 5 provides recommendations for a 5-story residential building, and Section 6 provides an economic calculation for the use of alternative energy for the building.

**In the conclusions:** the purpose and tasks associated with the use of alternative energy and how it can significantly affect the efficient operation of the entire house are considered. The greater the intensity of solar radiation, the greater the potential for electricity generation.

**Key words:** energy efficiency, passive house heating system, solar batteries, alternative energy.

### **List of publications and speeches at student conferences:**

Bilous A.V., Andruh S.L. Energy efficiency as a means of using passive home heating systems/ Materials of the annual scientific and practical conference of teachers, graduate students and students of the Sumy National Agrarian University (November 13-17, 2023). – Sumy, 2023.

In the appendices are given; abstracts of the conference, an album of multimedia slides

presentations

**Structure of work.**

The work consists of the main text on \_\_\_ pages, including \_4\_ tables, \_34\_ figures. The text of the work contains a general description of the work, \_\_ sections, conclusions and recommendations based on the results of the work, a list of \_\_used sources, 1 appendix on 2 pages. The graphic part consists of 3 sheets of drawings and \_\_ slides of a multimedia presentation.

## ЗМІСТ

Завдання .....	
Анотація .....	
Вступ .....	
<b>РОЗДІЛ 1. ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ .....</b>	
<b>РОЗДІЛ 2. БІБЛОГРАФІЧНИЙ ОГЛЯД ДОСЛІДЖЕНЬ.....</b>	
2.1. Історичний огляд пасивних систем опалення будівель .....	
2.2. Різновиди альтернативних джерел енергії .....	
<b>РОЗДІЛ 3. СТАН АЛЬТЕРНАТИВНОЇ ЕНЕРГІЇ ЗАРАЗ І У МАЙБУТНЬОМУ .....</b>	
<b>РОЗДІЛ 4. ЗАСТОСУВАННЯ АЛЬТЕРНАТИВНОЇ ЕНЕРГІЇ .....</b>	
4.1. Використання сонячної енергії .....	
4.2. Сонячна енергія .....	
4.3. Негативні та позитивні сторони аспекти сонячної енергії .....	
4.4. Система геліотермальна .....	
4.5. Геліотермальні системи з позитивними аспектами .....	
4.6. Енергія вітру .....	
4.7. Недоліки та переваги вітроенергетики .....	
<b>РОЗДІЛ 5. ЗАСТОСУВАННЯ РЕКОМЕНДАЦІЙ ЩОДО РЕКОНСТРУКЦІЇ 5-ти ПОВЕРХОВОГО БУДИНКУ .....</b>	
5.1. Огляд загальних понять .....	
5.2. Вихідні дані .....	
5.3. Три - D моделювання будівлі за допомогою програми «МОНОМАХ»..	
<b>РОЗДІЛ 6. ЗАСТОСУВАННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ВІД ПРОВАДЖЕННЯ ЩОДО АЛЬТЕРНАТИВНОЇ ЕНЕРГІЇ .....</b>	
6.1. Розрахунок економічного з вибору альтернативної енергії .....	
6.2. Розрахунок окупності сонячної панелі .....	
<b>ВИСНОВОК</b>	
Список використаних джерел .....	
Додаток .....	

## ВСТУП

Останнім часом енергетичні ресурси набули подвійних стандартів, а саме як енергетична складова та засіб впливу на окремо взяту країну. А саме вплив однієї країни на іншу веде до залежності від цих ресурсів.

Сучасна енергетична ситуація та постійне зростання вартості енергоресурсів змушують нас задуматися, як ефективно використовувати енергію в побуті. Сьогодні питання щодо концепції пасивного будинку, є важливою з точки зору збереження енергії та розвитку будівельних технологій. Стандартний пасивний будинок є прикладом сталого дизайну, який поєднує в собі енергоефективність, комфорт та екологічну відповідальність.

Цей тип будинку відрізняється мінімальними тепловтратами та низьким рівнем енергоспоживання, що досягається завдяки п'яти основним принципам:

1. Комплексна система теплоізоляції.
2. Використання енергозберігаючих вікон.
3. Постійний контроль за кліматичними умовами.
4. Комплексний підхід до вентиляції повітря з використанням рекуперації тепла.
5. Максимальне використання альтернативних джерел енергії.

Пасивний будинок може скоротити витрати електроенергії до 90% на рік, що дозволяє відшкодувати вкладені кошти через економію на покупці енергоресурсів.

Викопні джерела енергії невдовзі можуть вичерпатися. Це підтверджується історією, коли перша енергетична криза на початку 70-х років XX століття призвела до зростання цін на паливо, а у 2022-му це досягло рекордних показників. Потрібно економити енергію, оскільки в сучасних будинках зростає кількість побутової техніки, а опалення вимагає значних енергетичних затрат.

Для зменшення витрат енергії необхідно встановлювати енергоефективні прилади та будувати енергозберігаючі будівлі. Економія енергії має багато переваг, особливо для тих, хто будує свої власні будинки. По-перше, це знижує витрати на енергоносії, а по-друге, підвищує вартість будівлі в разі її продажу.

## РОЗДІЛ 1. ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

*Актуальність теми.* Після того як закінчилася світова енергетична криза 1974 року світова будівельна практика зосередилася на збереженні паливно-енергетичних ресурсів, що витрачаються на опалення будівель. Враховуючи поточне використання природних джерел енергії (нафта, газ, вугілля), вони, ймовірно, будуть вичерпані протягом наступних 50 років. Постійне зростання цін на викопне паливо змушує шукати альтернативні, більш дешеві відновлювані джерела енергії. Існує багато способів використання енергії навколишнього середовища. Потенційними джерелами енергії є вода (особливості підземні, поверхневі води та стічні води), ґрунт, повітря та сонячна енергія. З усіх видів нетрадиційних і відновлювальних джерел енергії найпотужнішим і доступним є сонячна енергія. Як правило, належним чином спроектований «пасивний сонячний будинок» може зменшити витрати на опалення на 75% порівняно з традиційним будинком такої ж площі лише на 5-10% від вартості будівництва. В архітектурі сонячна енергія може бути використана шляхом створення пасивних, активних і інтегрованих систем на основі явища фототермічного перетворення (перетворення сонячного випромінювання в теплову енергію). Завдяки різним системам використовуючи сонячну енергію пасивних будинків отримуємо три загальні функції: - поглинання і переробка сонячної енергії в теплову; - накопичення теплоти, за рахунок сонячної радіації, яка може бути не постійною; - розподіляти теплову енергію в зони обігріву у період коли це необхідно. Під час застосування пасивної системи можуть бути застосовані три різні системи в різній конфігурації при цьому не змінювати енергетичні потоки. При активній сонячній енергії за рахунок потрібної функції виконуються абсолютно різними засобами і ця тепла енергія може передаватися з зони поглинання у зону накопичення або у зону споживання за рахунок носіїв. Наприклад у вигляді гарячої води по трубах або повітря по каналах з механічним спонуканням при цьому може використовуватись зовнішнє джерело. За рахунок інтегрованої системи може бути об'єднане ефективність та гнучкість активної системи і відповідної надійності та простоті пасивної. Застосування певної позиції

геліосистеми, яка може вплинути на обрання об'ємно-планувальної концепції в будівлі.

**Мета і завдання дослідження.** Впровадження сонячної енергії як альтернатива існуючим нафтогазовим та атомним джерелам енергії. Завдання дослідження:

- визначити вартість сонячної енергії та термін окупності; - вплив географічного положення на виробництво сонячної енергії; - детермінація безпеки використання сонячної енергії; - ефективність використання сонячної енергії взимку та необхідність обслуговування системи взимку.

**Об'єкт дослідження.** Альтернативні джерела енергії.

**Предмет дослідження.** Пасивні сонячні системи.

**Методи дослідження.** Вивчення нормативних вимог у сфері енергоефективності будівель та питання її реконструкції з урахуванням цих вимог. Виконання 3-D моделювання будівлі після реконструкції та визначення НДС будівлі. Аналіз техніко-економічного обґрунтування застосування сонячних панелей.

**Наукова та технічна новизна одержаних результатів.** Враховуючи нові підходи та напрямки щодо збереження та використання сонячної енергії для житлового господарства.

**Практичне значення одержаних результатів.** З одержаних теоретичних знань нами можна використати цей досвід на практиці.

**Апробація та публікація результатів роботи.**

Білоус А.В., Андрух С.Л. Енергоефективність, як засіб використання пасивних систем опалення будинку/ Матеріали щорічної науково-практичної конференції викладачів, аспірантів та студентів Сумського національного аграрного університету (13-17 листопада 2023р). – Суми, 2023.

## РОЗДІЛ 2. БІБЛОГРАФІЧНИЙ ОГЛЯД ДОСЛІДЖЕНЬ

### 2.1. Історичний огляд пасивних систем опалення будівлі

У багатьох кліматичних регіонах світу, якщо будинки спроектовані з урахуванням енергоефективності, вони можуть не потребувати опалення і не потребують активного охолодження. Наприклад, у деяких частинах Ірану, на узбережжі Португалії, у деяких районах Китаю (рис.1) завжди будувалися "пасивні будинки", хоча цей термін був вперше введений Адамсоном у 1990 році. Ідея можливості перенесення цього досвіду за допомогою технічних засобів у Європу породила ідею наукових досліджень стосовно "пасивних будинків".



Рис. 1. Традиційний будинок у південному Китаї

У Середньовіччі, коли в Ісландії (рис.2) стало недостатньо лісу, мешканці почали будувати будинки з торфу. Ці будинки, хоча в них не було відповідних вікон та достатньої вентиляції, фактично були пасивними, оскільки добре утримували тепло. Криза деревини в Європі у 17-18 століттях, викликана масовою вирубкою лісів, привела до пошуку альтернативних джерел палива, таких як вугілля. Однак у Ісландії це не було можливим, і місцеві мешканці виявили, що добре ізольовані будинки з торфу залишаються теплими, що є хорошим прикладом пасивного будівництва.



Рис. 2. Традиційні пасивні будинки в Ісландії

Першим дійсно функціонуючим і повноцінним пасивним будинком був не будинок, а корабель - це був «Фрам» Фрїтьйофа Нансена у 1883 році (див. рис.3). Ф. Нансен описував, що зовнішні боки судна були покриті просмоленим фетром, після чого йшов прошарок із оббивки корком, панелі оббивки, товстий шар повсті, герметичний лінолеум і внутрішня обшивка. Стелі салону й кабіни мали загальну товщину близько 15 дюймів. Незалежно від того, чи була температура  $22^{\circ}$  вище нуля чи  $22^{\circ}$  нижче, в кораблі завжди було тепло і затишно без використання печі, завдяки відмінній вентиляції і повітряним вітрилам, які постачали холодне повітря через вентилятор.



Рис.3. Пасипедія. «Фрам» Фрїтьйофа Нансена

“Будинок Нульової Енергії ДТН”, розроблений професором Вегном Корсгеардом у Копенгагені у 1973 році, був першим пасивним будинком. У Технічному Університеті Данії проводилися систематичні моделювання, оптимізація проектів, і був побудований перший будинок нульової енергії. Цей будинок зараз використовується як невеликий готель для університету, і всі його пасивні системи все ще працюють. Проте активна сонячна технологія не була відновлена після того, як вийшла з ладу. У результаті, концепцію “Будинку Нульової Енергії ДТН” було змінено на “енергозберігаючий будинок”.



Рис. 4. Будинок Нульової Енергії ДТН

Паралельно зі скандинавськими та американськими дослідженнями, в Німеччині проводилися систематичні дослідження енергозберігаючих будинків (рис.5). Х. Херстером (який був лідером дослідницької групи), Б. Стейймюллером та іншими за підтримки Федерального Міністерства Досліджень були проведені моделювання і перевірки в польових умовах. Ці дослідження дозволили визначити важливі параметри енергозберігаючих будинків. Один з результатів цих досліджень - спорудження суперізолюваного будинку для однієї родини з використанням активних сонячних технологій.



Рис.5. Експериментальний будинок з енергозбереження

Так розробки у 1970-80-х роках минулого століття в Північній Америці було побудовано цілий ряд "суперізольованих будинків", які були дуже близькими до концепції Пасивного Будинку. Велика кількість публікацій з цього питання належить Вільяму А. Шеркліффу (1981), чия робота стала важливим джерелом для розвитку енергозберігаючих і пасивних будинків у Європі (рис.6).



Рис. 6. Приклад “Суперізольованого Будинку” у США

Так відомий Аморі Ловінс, своїми публікаціями про альтернативну енергію, не лише теоретизував, але й перейшов до активних робіт з цього напрямку. Він створив надзвичайно добре ізольований сонячний пасивний будинок у Старому Сноумасі в Колорадо на висоті 2164 метрів. У зимовому саду цього будинку квітнула тропічна рослинність, а піч використовувалась дуже рідко. Вивчення цих прикладів пасивних будинків підтвердило, що фізика працює на практиці. У 1995 році Аморі Ловінс відвідав пасивний будинок у місті Дармштадт-Краніхштайн. Саме він запропонував, щоб пасивний будинок був розглянутий не лише як науково-дослідна робота, а і як стандарт майбутнього з енергозаощадження (рис.7).



Рис. 7. Сонячний пасивний будинок у Старому Сноумасі в Колорадо на висоті 2164 метрів

"Будинок Нульової Енергії" був розроблений Ерхардом Вірс-Кейзером та організацією "Майстерня Екологічного Майбутнього для Низькоенергетичних Будинків і Будинків Нульової Енергії, е. V." у 1989 році з вимогами, які були менш строгими, ніж вимоги до Пасивного Будинку. Однак під час експлуатації виявилось, що споживання енергії в цьому будинку вище, ніж було спочатку передбачено. Це було спричинено проблемами з герметичністю (недостатня захищеність з'єднань будівельних конструкцій), ізоляцією, яка була не досконалою, та технологією зберігання сонячної енергії, яка була неефективною. Пізніше, для звільнення простору для нового крила, сонячний резервуар об'ємом 10 м<sup>3</sup> було вилучено. Однак, незважаючи на ці проблеми, будинок продовжував використовуватися як "майже Пасивний Будинок" (рис.8).



Рис. 8. Будинок нульової енергії

*Перші будинки зазнали значних проблем через:*

- Недостатнє розуміння важливості герметичних конструкцій, інформація про які була переважно отримана з Швеції. Один з провідних піонерів у цій сфері - професор Арне Ельмрот.
- Відсутність успішних конструктивних рішень для вискоефективних вікон, через що вікна часто були маленькими або потребували тимчасової ізоляції. Цей підхід не був широко прийнятим.
- Відсутність надійних технологій ефективного використання енергії. У багатьох проектах виявлялися проблеми, схожі на "технологічні різдвяні ялинки": складна технологія, яка або не працювала, або працювала дуже недовго.

Також важливо відзначити внесок у розвиток концепції Пасивного Будинку досвіду піонерів з Швейцарії (наприклад, Конрад У. Бруннер, Руеді Кріезі та

Йосип Дженні) та з Австрії (Гельмут Крепмайер, Річард Кальдонацці, Стюр Ларсен).

Шлях до успіху "енергоефективного будинку" розпочала Швеція. Досвід зі складною й ненадійною технологією надав шведам можливість правильно зробити наступне: високий рівень герметичності, дуже хороша ізоляція, відмінні



Рис. 9. Таунхауси німецько-шведського проекту Ingolstadt-Halmstad Projekt

вікна, надійна механічна вентиляція. Головним рушієм був у Швеції Ханс Ік. Події про будівельні дослідження висвітлені безпосередньо в його життєписі: від "технологічної різдвяної ялинки" і супер-енергоефективного будинку до Пасивного Будинку. На фотографії (рис.9) - таунхауси німецько-

шведського проекту Ingolstadt-Halmstad Projekt. Ці таунхауси - не Пасивні Будинки, а лише маленький крок у напрямку до Пасивного Будинку. Ханс Ік був і залишається партнером, який співпрацює на всіх етапах розвитку Пасивного Будинку.

"Енергетично-Незалежний Сонячний Будинок" (ІСНБ) відомий також як будинок (рис.10), що має багато загального з концепцією Пасивного Будинку, був зведений у Фрайбурзі в 1991-1992 роках під керівництвом Вільгельма Шталь. Варто відзначити, що технологія незалежного енергопостачання з водяним резервуаром іноді виявлялася дещо складною і не завжди працювала після завершення періоду вимірювань. Однак пасивні технології та рекуперація тепла виявилися дуже ефективними. На сьогоднішній день в ІСНБ проводяться випробування ефективності компактних одиниць опалення Пасивного Будинку за реальними умовами. Під час будівництва ІСНБ Група Дослідників Пасивного Будинку обмінювалася досвідом з ІСНБ та Вільгельмом Шталем, і була забезпечена взаємна підтримка кожною стороною.



Рис.10. Енергетично-Незалежний сонячний будинок у Фрайбурзі в 1991-1992 р.

Група вчених прийняла участь у проєкті "Пасивний Будинок - Попередня Науково-Дослідна Робота" (рис.11), який був частиною міжнародної співпраці та включав участь таких вчених, як Бо Адамсон та Герд Хаузер. За підтримки уряду землі Гессен, Німеччина, проводилися систематичні дослідження вимог до енергоефективних будинків. У рамках проєкту були вдосконалені та виготовлені дослідні зразки нових елементів будинку, включаючи ізольовані віконні рами, зменшені теплові мости та вентиляцію з рекуперацією тепла.

У 1990-1991 роках Асоціацією розробників приватної власності були побудовані чотири житлові таунхауси (рис.11) за проєктом професорів Ботта, Риддера та Вестермейера. Ці будинки були заселені у 1991 році. Супровідна програма контролю надала інформацію про суперізольовані елементи будинку, вікна, вентиляцію з рекуперацією тепла, поведінку користувачів, якість повітря в приміщеннях, теплові втрати від внутрішніх джерел тепла та інше.



Рис. 11. Таунхаус за проєктом проф. Ботта, Риддера та Вестермейера

Цей проект підтвердив бездоганне та безперервне функціонування всіх важливих складових будинків за умови їх нормальної експлуатації. З 1991 року середнє споживання енергії для опалення залишилося на рівні менше 10 кВт•год/(м<sup>2</sup>), що становить заощадження більше 90% у порівнянні з



Рис. 12. Пасивний Будинок Краніхштайн, північна сторона

традиційними будинками. Було зафіксовано дуже високу якість повітря в приміщеннях, а результати польових вимірювань та огляди користувачів підтвердили високий рівень теплового комфорту. Для більшості компонентів (наприклад, ізольованих віконних рам) були виготовлені унікальні розв'язки вручну. Бездоганне функціонування застосованих компонентів стало ключовим фактором для подальшого виробництва цих якісних елементів будівельних конструкцій.

Із цього всього можна зробити деякі висновки:

Точне визначення Пасивного Будинку полягає у концепції забезпечення найвищого теплового комфорту при дуже низькому споживанні енергії на опалення (охолодження). Згідно з РНІ, Пасивний Будинок - це будівля, де тепловий комфорт (згідно з ISO 7730) досягається виключно за рахунок додаткового попереднього підігріву (або охолодження) маси свіжого повітря, необхідного для підтримання в приміщеннях повітря високої якості, без його додаткової рециркуляції. Це визначення є виключно функціональним і не містить чисельних значень, що робить його застосовним у всіх кліматичних зонах. З цього визначення випливає, що Пасивний Будинок - це базове поняття, а не норма, що встановлюється без підстав. Пасивні Будинки не були винаходом кимось, але фактично принцип Пасивного Будинку був виявлений.

Дуже часто в минулому принцип Пасивного Будинку застосовувався, навіть не розглядаючи його як такий. Багато людей та установ внесли важливий вклад у виявлення цього принципу, і кожен з них додав свою частку до "розгадки". Жоден список не може бути повним, оскільки наукова робота завжди

ґрунтується на попередніх досягненнях. Також завжди важливо мати опонентів - людей, які висловлюють сумніви щодо цього підходу. Вони допомагають зосередитися та розвинути концепцію Пасивного Будинку на більш високому професійному рівні.

"Пасивний Будинок" не є лише новою назвою для "суперізольованого будинку". Хоча в холодному кліматі Пасивний Будинок зазвичай дуже схожий на суперізольовані будинки. Концепція Пасивного Будинку навіть не визначає конкретні технічні засоби досягнення функціональної мети. Наприклад, "пасивні сонячні будинки" більш старого походження можуть бути основою для функціонуючого Пасивного Будинку. Протягом довгого часу "пасивні сонячні будинки" та "суперізольовані будинки" розглядалися їхніми прихильниками як конкуруючі концепції. Піонер американської "пасивної сонячної архітектури" Роберт Хастінгс допоміг подолати ці протиріччя.

Найважливішим аспектом є розуміння функціональних особливостей дійсно комфортних і енергоефективних будинків. Для успішного проектування такого будинку важливо зрозуміти його роботу перед початком будівництва. Ця робота включає забезпечення теплового комфорту взимку та влітку, якість повітря в приміщеннях та споживання енергії. Сучасні інструменти для точного обчислення цих параметрів вже доступні, що є ключовим для успішного дизайну. Особливо це стосується будівництва Пасивного Будинку, оскільки програма PHPP (Пакет Планування Пасивних Будинків) стала доступною для всіх професіоналів у цій галузі. Цей інструмент надійний, зручний і прозорий. PHPP може бути основою для співпраці між інвесторами, архітекторами, інженерами та будівельними фахівцями. Використовуючи цю програму, можна вирішити всі ключові питання, такі як дизайн системи вентиляції, оптимізація шарів ізоляції, уникнення проблем теплових місткостей та забезпечення високої якості внутрішнього комфорту. Це перший і найважливіший крок, який дозволяє будувати Пасивні Будинки кожному архітектору та будівельнику, хто має мотивацію працювати в цьому напрямку.

## 2.2. Різновиди альтернативних джерел енергії

Альтернативні джерела енергії є важливою складовою сучасної енергетики, оскільки вони дозволяють зменшити залежність від традиційних джерел, таких як вугілля, нафта та природний газ, і сприяють зменшенню викидів парникових газів. Ось деякі різновиди альтернативних джерел енергії:

1. Сонячна енергія: використовує сонячні панелі для перетворення сонячної енергії на електрику або тепло. Це найбільш доступне істотне джерело альтернативної енергії.

2. Вітрова енергія: використовує вітряні турбіни для генерації електроенергії. Вітряні ферми можуть бути розташовані на суходолі або в морі.

3. Гідроенергія: використовує енергію руху води для виробництва електроенергії. Гідроелектростанції можуть бути розташовані на річках або створювати штучні водосховища.

4. Біомаса: використовує органічні матеріали, такі як деревина, біопаливо та відходи, для виробництва енергії. Це може бути використано для опалення, виробництва електроенергії або біопалива для транспорту.

5. Геотермальна енергія: використовує тепло, що виходить з надр землі, для виробництва електроенергії або опалення.

6. Хвильова та припливно-відпливна енергія: використовують рухи хвиль та течії для генерації електроенергії.

7. Ядерна енергія: хоча це не вважається традиційно альтернативною, але ядерна енергія може бути важливим джерелом низько-вуглецевої електроенергії.

Враховуючи це можна чітко сказати, що розвиток альтернативних джерел енергії є важливим напрямком для зменшення залежності від викопних палив та зменшення викидів парникових газів. Проте, для ефективного використання альтернативних джерел енергії потрібно вирішувати технічні, економічні та соціальні виклики. Наприклад, зберігання енергії є ключовим аспектом, оскільки альтернативні джерела, такі як сонячна та вітрова енергія, можуть бути нестабільними в залежності від погодних умов. Також, потрібно розвивати технології для покращення ефективності та зниження вартості виробництва енергії з альтернативних джерел.

### РОЗДІЛ 3. СТАН АЛЬТЕРНАТИВНОЇ ЕНЕРГІЇ ЗАРАЗ І У МАЙБУТНЬОМУ

Це вражаючі цифри, які демонструють стрімкий розвиток сонячної енергії як важливого джерела електроенергії. Збільшення виробництва сонячної енергії свідчить про поступове відмовлення від використання вугілля, нафти та інших вуглеводнів у виробництві електроенергії. Завдяки цьому енергетичні системи стають більш стійкими та екологічно чистими, сприяючи боротьбі з кліматичними змінами.

До воєнні роки вже була додатково створена потужні станції сонячної енергії в розмірі 98ГВт у всьому світі це може бути еквівалентно понад 40000 сонячних панелей щогодини. В результаті підвищення загальної її сукупності становитиме до 402 ГВт (рис.1) [9].

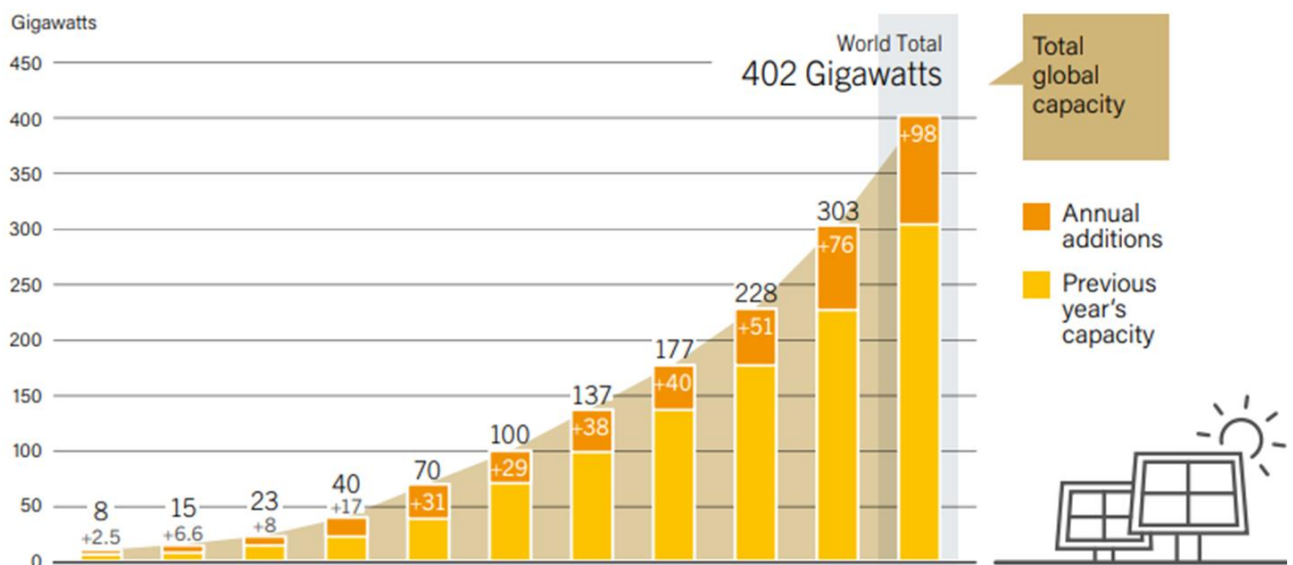


Рис.13. Збільшення потенціалу сонячної енергії

Це вражаючі показники розвитку відновлювальної енергетики в Україні. Зростання встановленої потужності сонячних та вітрових станцій свідчить про поступове переходження країни до більш стійкої та екологічно чистої системи енергопостачання. Такі дії сприяють зменшенню залежності від імпортованих вуглеводнів та зниженню викидів парникових газів, сприяючи збереженню навколишнього середовища. Так було побудовано аж 120,8 МВт потужностей об'єктів відновлювальної альтернативної електроенергетики, що склало у 4 рази більше у порівнянні з попередніми роками.

В Україні до початку повномасштабного вторгнення росії до України, працювало 98 сонячних станцій загальною встановленою потужністю 819 МВт.

Доля вітрової альтернативної енергетики склало 52 ГВт електроенергії, в результаті чого загальна кількість потужності становить 539ГВт (рис.14).

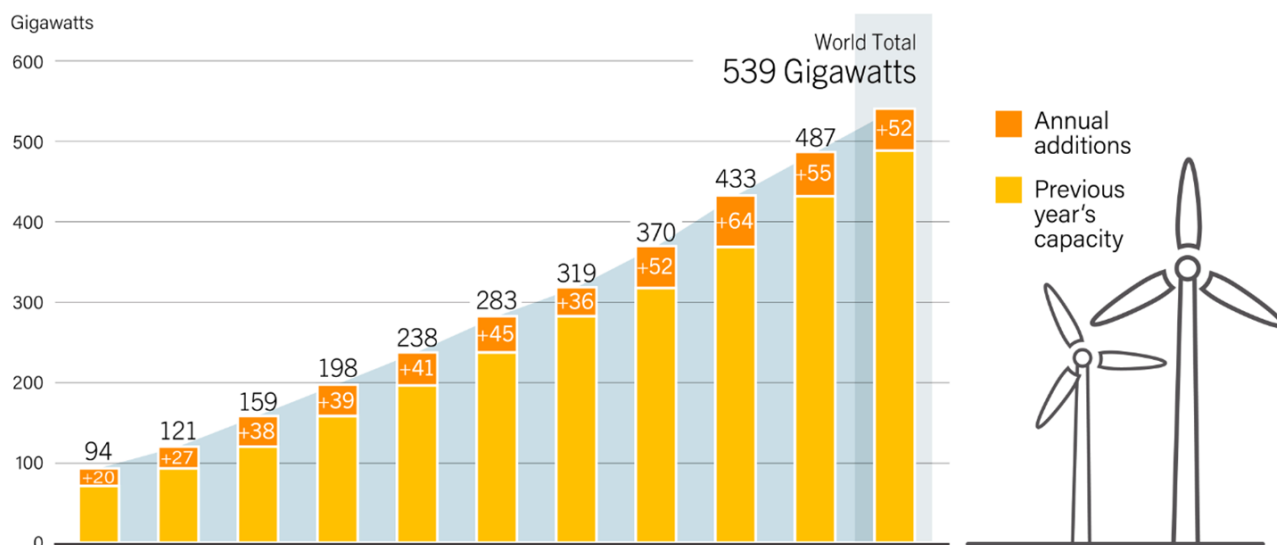


Рис.14. Частка вітрової енергії в Україні

Половина згаданої потужності розподіляється між Азією, Європою і Північною Америкою. Навіть при тому, що нові ринки по всьому світу постійно розвиваються, лише 24 країни задовольняли всього 5% річного попиту на електроенергію з використанням вітрової енергії в 2017 році, а в 13 країнах цей показник був більш ніж на 10%.

Будівництво українських вітрогенераторів розпочалося у 1996 році з проектування Новоазовської вітроелектростанції потужністю 50 МВт. У 1997 році була спроектована Трускавецька вітроелектростанція. На початок 2000 року в Україні вже працювали 134 турбіни.

У 2017 році було введено в експлуатацію 16 ГВт нових геліотермальних потужностей, що збільшило світовий потенціал до 472 ГВт\*год. Китай зберіг світове лідерство, додаючи 8,9 ГВт. Також значні потужності були додані в країнах, таких як Бразилія, Еквадор, Ефіопія, В'єтнам, Перу, Туреччина, Лаос, Малайзія та Індія (рис.15).

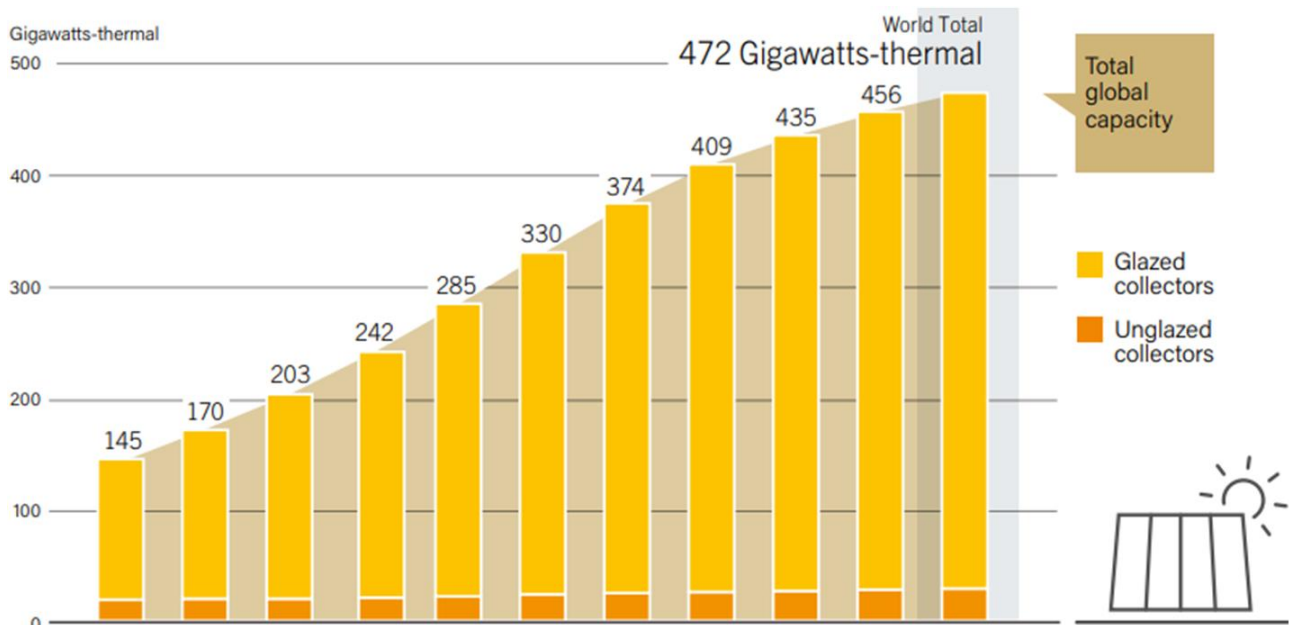


Рис.15. Загальні потужності геліотермальної енергії

Розпочавши деяку модернізацію та переобладнання вже існуючих будівель та споруд та впроваджуючи нові підходи у технології управління та аналізу даних для цифрового розширення виробництва електроенергії, важливо враховувати кліматичні зміни на планеті. Це викликає не передбачувальні кліматичні ризики у контексті фінансування та операцій проекту, що залишається на даному етапі актуальною проблемою. Були розпочаті та розроблені зусилля для поліпшення кліматичних впливів на навколишнє середовище.

## РОЗДІЛ 4. ЗАСТОСУВАННЯ АЛЬТЕРНАТИВНОЇ ЕНЕРГІЇ

### 4.1. Використання сонячної енергії

Протягом тривалого періоду NASA досліджує різні аспекти нашої планети. Благодаря наданим даним космічної агентства NASA про територію (рис.16), на якій показано річне глобальне опромінення, ми можемо розглянути Україну як приклад. За даними NASA, середньомісячна сонячна радіація в місті Суми становить 3,16 кВт\*г/м<sup>2</sup>/добу.

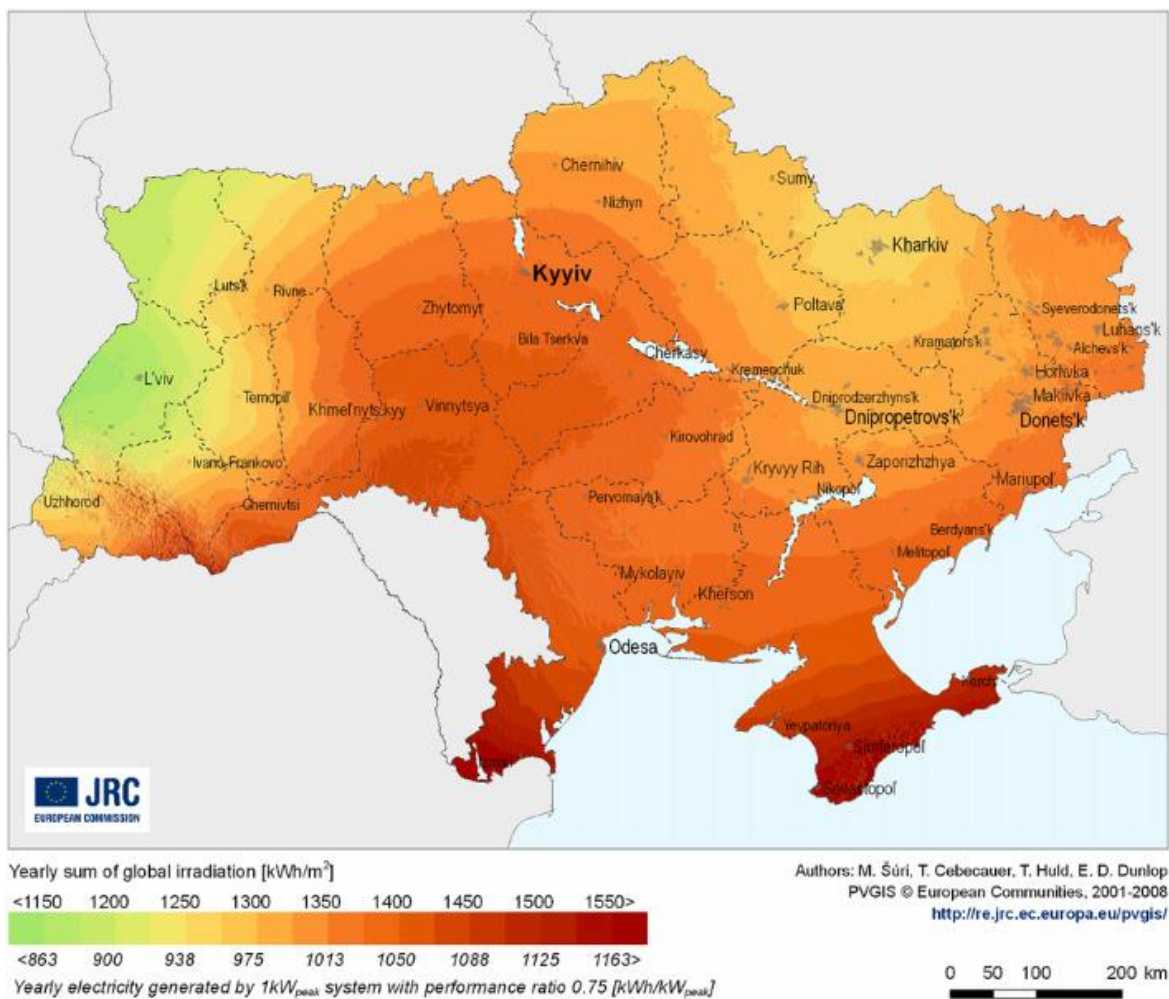


Рис.16. Верхня шкала представляє річне сонячне опромінення території України, а нижня шкала відображає річну електроенергію, що виробляється системою потужністю 1 кВт з коефіцієнтом виробництва 0,75 кВт\*г

Середньомісячний рівень сонячної радіації в місті Суми, України за останні 22 роки (за даними NASA) можна побачити на рисунку 17.

Під час дослідження наукової новизни у використанні альтернативної енергії порівняно з традиційними джерелами, такими як газ, нафта і електроенергія, було виявлено, що за останні роки всі традиційні енергоресурси

Регионы / Месяцы	янв	фев	март	апр	май	июнь	июль	авг	сент	окт	ноя	дек	Средн
Сумы	1,13	1,93	3,05	3,98	5,27	5,32	5,38	4,67	3,19	1,98	1,10	0,86	3,16

Рис.17. Сонячна радіація по місту Суми за останні роки

в Україні значно подорожчали, а це призвело до потреби розгляду можливостей переходу на альтернативні джерела енергії. Серед таких джерел найбільш доступними є енергія сонячного випромінювання, вітрова, геотермальна енергія, теплові насоси, біопаливо та інші.

Переваги використання поновлюваних джерел енергії порівняно з традиційними включають:

1. **Невичерпність:** Поновлювані джерела енергії, такі як сонячна та вітрова енергія, є практично нескінченними.
2. **Екологічна безпека:** Вони не забруднюють навколишнє середовище та не спричиняють викидів парникових газів.
3. **Менше етапів обробки:** Використання поновлюваних джерел енергії усуває потребу у добуванні, переробці та транспортуванні традиційних видів палива.
4. **Водні ресурси:** Не потребують використання води для охолодження, видалення відходів або продуктів розпаду.
5. **Матеріали:** Не вимагають дефіцитних високотемпературних матеріалів, за винятком деяких сонячних теплових концентраторів.
6. **Можливість автономної роботи:** Деякі системи можуть функціонувати без постійного обслуговування.

Необхідність використання поновлюваних джерел енергії визначається декількома факторами:

1. **Зростанням попиту на електроенергію:** Споживання електроенергії очікується зростати в середньому в 3–4 рази за наступні 50 років та в 5–6 разів у розвинутих країнах.
2. **Вичерпанням запасів органічного палива:** Запаси органічного палива будуть вичерпані в найближчому майбутньому, що робить необхідним пошук альтернативних джерел енергії.

3. **Забрудненням навколишнього середовища:** Використання традиційних джерел енергії призводить до забруднення навколишнього середовища оксидами азоту, сірки, вуглекислим газом, пилом та радіоактивним забрудненням.
4. **Тепловим перегрівом при використанні ядерного палива:** Використання ядерного палива може призводити до теплового перегріву, який може мати негативні наслідки для навколишнього середовища.

Розгляньмо кожен з альтернативних енергетичних систем окремо.

5. **Транспортування:** Не потребують транспортування енергії, оскільки вони виробляють енергію на місці.

Недоліком більшості поновлюваних джерел енергії є непостійність їхнього енергетичного потенціалу, що може створювати проблеми зі стабільністю постачання електроенергії.

#### 4.2. Сонячна енергія

Сонячна енергія вважається одним з ключових джерел для виникнення і розвитку інших джерел альтернативної енергії, таких як вітер, вода, тепло морів, біомаса. Також вона є вихідним джерелом для утворення торфу, бурого і кам'яного вугілля, нафти та природного газу, які накопичувалися протягом тисяч або навіть мільйонів років.

Сонячну енергію можна використовувати безпосередньо для отримання тепла та електроенергії. Для цього необхідно розробити спеціальні пристрої, що концентрують енергію Сонця на малих площах і в малих об'ємах.

Отже кількість загальної сонячної енергії, яка поглинається атмосферою, поверхнею суходолу і океанами, становить близько 3 890 000 Ексаджоулів (ЕДж) на рік. Це значно перевищує загальний енергетичний обсяг, який весь світ використовував за весь 2023 рік. Наприклад, фотосинтез використовує близько 3 000 ЕДж на рік для виробництва біомаси. Кількість сонячної енергії, яка досягає поверхні Землі, настільки велика, що за рік вона приблизно вдвічі перевищує загальний обсяг енергії, яку можна потенційно виробити з усіх невідновлюваних джерел, таких як вугілля, нафта і уранові руди. Як виглядає сонячна панель, зображено на рис.18.

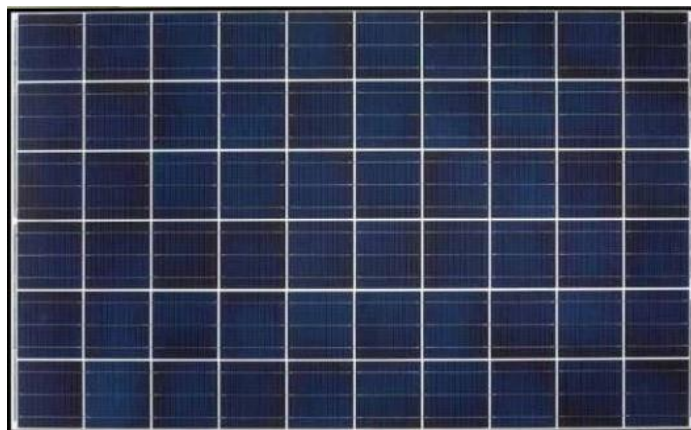


Рис. 18. Сонячна панель

Дані про річне надходження сонячного випромінювання (табл.1) та споживання енергії людиною можуть бути використані для аналізу стосунку між потенційно доступною сонячною енергією та споживаною енергією. Це дозволяє оцінити можливість використання сонячної енергії для виробництва електроенергії та інших цілей у порівнянні з загальним енергетичним попитом. Такий аналіз може бути корисним для розробки стратегій енергоефективності та підвищення використання відновлюваних джерел енергії.

Таблиця 1. Річне надходження сонячного випромінювання і споживання енергії людиною, (ЕДж)

Сонце	3 890 000
Вітер	2 250
Потенціал біомаси	~200
Світове споживання енергії	539
Електроенергія	~67
Енергію подано в ексаджоулях 1 ЕДж = $10^{18}$ Дж = 278 ТВт/год	

Щодо кількості сонячної енергії, яка потенційно може бути використана людиною, визначається рядом факторів, що зменшують доступну енергію. Наприклад, зміна дня і ночі, хмарність та доступна поверхня суходолу впливають на кількість енергії, яка може бути використана.

Географічне положення також має велике значення, оскільки більш близькі до екватора регіони отримують більше сонячного випромінювання. Проте використання фотовольтаїчних панелей, які можуть змінювати свою орієнтацію для максимізації сонячного випромінювання, може підвищити енергетичний потенціал у віддалених від екватора областях.

Доступність земель також важлива, оскільки для встановлення сонячних панелей потрібні відповідні земельні ділянки, які не використовуються для інших цілей. Наприклад, дахи будівель можуть бути використані для встановлення сонячних панелей, що підвищує їхню доступність.

Сонячні системи можна розділити на активні та пасивні, залежно від способу збору, конвертації та розподілу сонячної енергії.

Активні сонячні технології використовують фотовольтаїку, концентроване сонячне випромінювання, сонячні колектори, насоси та вентилятори для перетворення сонячної енергії на корисний вихід енергії. Вони підвищують енергопостачання.

Пасивні сонячні технології, натомість, використовують матеріали зі сприятливими тепловими характеристиками, розробку приміщень з природною циркуляцією повітря та вигідне розташування будівель відносно положення Сонця. Вони зменшують потребу в додаткових джерелах енергії.

Згідно з оцінкою, проведеною програмою розвитку ООН у 2020 році, Департаментом з економічних і соціальних питань ООН і Світовою енергетичною радою, глобальний потенціал сонячної енергії для використання людством становить від 4,5 до 11,060 Ексаджоулів на рік, враховуючи такі фактори, як інсоляція, хмарність і доступна для використання поверхня суходолу.

Таблиця 2. Всесвітній потенціал сонячної енергії

Region	Західна Європа	Центральна і Східна Європа	Країни колишнього Радянського Союзу	Близький Схід і Північна Африка
Мінімум	25,1	4,5	199,3	412,4
Максимум	914	154	8 655	11 060

### 4.3. Негативні та позитивні сторони аспекти сонячної енергії

*Негативні сторони* сонячних технологій включають у себе питання щодо безпеки для навколишнього середовища. На даному етапі розвитку "сонячних" технологій при виготовленні сонячних батарей використовуються шкідливі речовини, які можуть негативно впливати на природу. Наприклад, фотоелементи

містять такі отруйні речовини, як свинець, кадмій, галій та миш'як. Використання цих матеріалів може створювати проблеми з утилізацією і впливати на навколишнє середовище в разі неналежної обробки відходів.

*Позитивні сторони* сонячних технологій включають у себе наступні аспекти:

1. **Необмежені ресурси:** Сонячне світло, як джерело енергії, є практично необмеженим, оскільки Сонце є стійким джерелом енергії, яке не буде вичерпане у найближчі мільярди років.
2. **Широкий доступ:** Сонячна енергія доступна всюди, де є сонце, що означає, що практично будь-яка область планети може використовувати її як джерело енергії.
3. **Екологічна чистота:** Використання сонячних технологій не супроводжується викидами шкідливих речовин у навколишнє середовище, що допомагає зменшити негативний вплив на здоров'я людей і екосистему.
4. **Споживання місцевих ресурсів:** Виробництво сонячних панелей та інших компонентів сонячних систем може використовувати місцеві ресурси, що сприяє розвитку місцевої промисловості і економіки.
5. **Сприяння енергетичній незалежності:** Використання сонячних технологій може зменшити залежність від імпортованих джерел енергії, що дозволяє країнам бути більш енергетично незалежними.
6. **Додаткові можливості:** Сонячні панелі можуть бути використані не лише для генерації електроенергії, а й для обігріву води та інших процесів, що розширює їхнє застосування.

Так, проблема переробки відживих сонячних модулів існує, і для її вирішення потрібні ефективні технології рециклінгу. Щодо непостійності енергопостачання, це дійсно один з викликів для сонячних систем. Однак існують різні методи, які можна використовувати для зменшення впливу цієї проблеми:

1. **Системи зберігання енергії:** Використання акумуляторів і систем зберігання енергії може допомогти компенсувати коливання виробництва енергії та споживання.

2. **Гібридні системи:** Поєднання сонячних систем з іншими джерелами енергії, такими як вітроенергетика або біогаз, може зменшити залежність від сонячного випромінювання.
3. **Мережеві зв'язки:** Підключення сонячних систем до електромережі дозволяє вирівнювати коливання виробництва енергії та споживання, передаючи надлишкову енергію у мережу і отримуючи її в періоди недостатньої сонячної активності.
4. **Покращені технології прогнозування:** Використання передових систем прогнозування погоди може допомогти передбачити коливання виробництва сонячної енергії і вчасно вжити заходів для зменшення їх впливу на енергосистему.

Хоча ці проблеми існують, здатність сонячних систем виробляти чисту енергію з сонця є значною перевагою. Розвиток нових технологій та стратегій експлуатації може допомогти знизити їх вплив і зробити сонячні системи більш ефективними та стійкими.

Звичайно сонячні технології мають свої виклики, але з розвитком технологій ці проблеми поступово вирішуються. Ось деякі можливі шляхи розв'язання недоліків:

1. **Переробка віджилых модулів:** Розвиток методів переробки та використання більш екологічно чистих матеріалів у виробництві може сприяти зменшенню впливу на довкілля.
2. **Непостійність виробництва енергії:** Розробка систем зберігання енергії та підвищення ефективності сонячних батарей може зробити виробництво енергії стабільнішим.
3. **Вплив погодних умов:** Використання передових технологій прогнозування погоди та адаптивні системи керування може допомогти зменшити вплив погодних умов на ефективність сонячних установок.
4. **Вартість і матеріальні витрати:** Постійний технологічний прогрес дозволяє знижувати вартість виробництва сонячних панелей та підвищувати їх ефективність.

5. **Технічна підтримка та обслуговування:** Розробка автоматизованих систем моніторингу та діагностики може спростити процес обслуговування сонячних ферм і зменшити його вартість.

З розвитком технологій та зростанням свідомості щодо питання використання сонячної енергії, ці недоліки будуть поступово подолані, зробивши сонячні технології більш доступними та ефективними.

#### **4.4. Система геліотермальна**

Існують кілька типів геліотермальних систем:

- а) сезонні геліотермальні системи;
- б) сезонні термосифонні геліотермальні системи під тиском;
- в) цілорічні геліотермальні системи;
- г) геліотермальні системи на вакуумних геліоколекторах;
- д) геліотермальні системи на плоских сонячних колекторах;
- е) геліотермальні системи на гібридних геліотермальних-фотоелектричних колекторах.

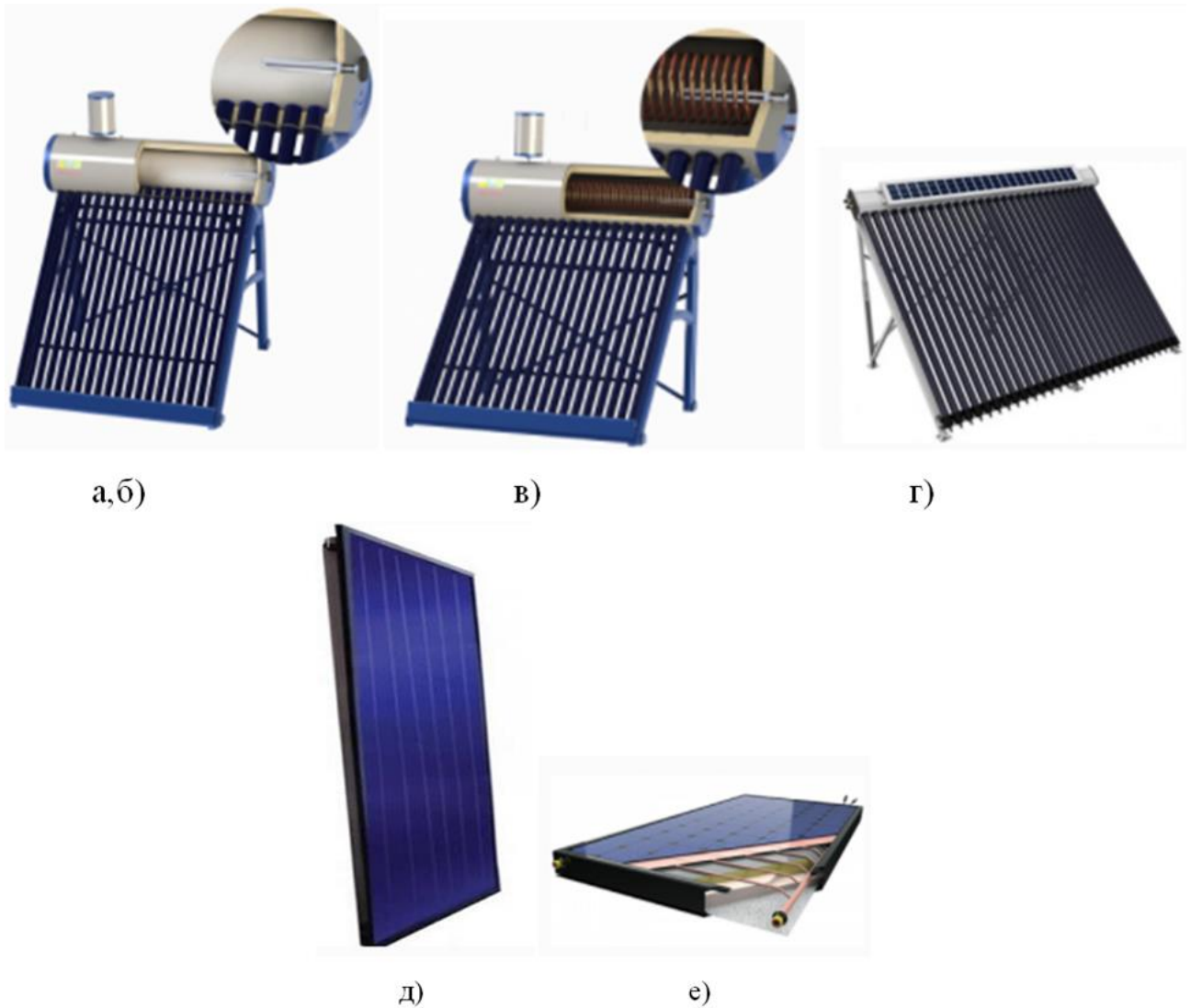


Рис.19. Геліотермальні системи

Усі ці види геліотермальних систем використовуються для забезпечення гарячої води та додаткового джерела енергії для опалення.

### Робота геліотермальної систем

1. Захоплення сонячної енергії вакуумними трубками, зібраними у вакуумному колекторі, яке відбувається через нагрівання внутрішньої стінки трубки за допомогою багатошарового високо селективного покриття, що дозволяє збирати до 98% сонячної енергії. Температура внутрішньої стінки трубки може сягати 230°C.
2. Передача сонячного тепла у вакуумних трубках до основи колектора за допомогою вбудованих пристроїв HeatPipe.
3. Відведення нагрітого тепла з сонячного колектора за допомогою незамерзаючої рідини-теплоносія (на основі гліколя), яка циркулює в контурі.

4. Передача тепла у бак-накопичувач через вбудований нижній теплообмінник. Нагріта вода у баці за допомогою природної конвекції піднімається у верхню частину бака-накопичувача.

5. Відведення нагрітої води з бака-накопичувача через вихідний отвір у верхній частині бака для гарячого водопостачання (душ, санвузол, кухня).

6. Відведення тепла з бака-накопичувача через верхній теплообмінник, який підключений до основної системи опалення через обратний контур. Теплоносій, що циркулює через верхній теплообмінник, передає тепло для опалення.

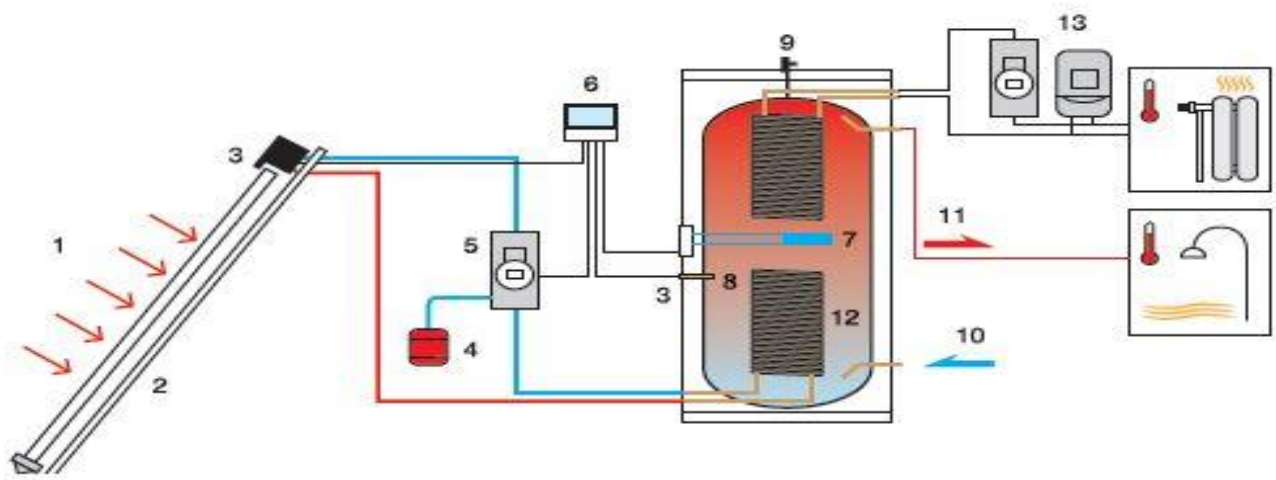


Рис.20. Сонячні колектори з бівалентним ємнісним водонагрівачем

- |                                 |   |
|---------------------------------|---|
| 1. Сонячні промені;             | 7.електронагрівач;  |
| 2. сонячний вакуумний колектор; | 8. датчик температури № 2;  |
| 3. датчик температури № 1;      | 9. запірний клапан;   |
| 4.розширювальний бак;           | 10. вхідний отвір (холодна вода);                                     |
| 5. робоча станція;              | 11. вихідний отвір (гаряча вода);                                     |
| 6. контролер;                   | 12. накопичувальний резервуар з одним/двома мідними теплообмінниками; |

13. основна система опалення на основі газового, електричного або іншого котла.

#### 4.5. Геліотермальні системи з позитивними аспектами

Забезпечення повного покриття потреб у теплі для гарячого водопостачання.

Можливість використання системи як додаткового джерела енергії для традиційних систем опалення, здатна покрити від 50% до 90% потреби в теплі для опалення.

Можливість використання надлишкового тепла влітку для обігріву басейнів.

Використання в установках вакуумних колекторів, які є найбільш ефективними для помірною і холодного клімату, здатних витримувати температури до  $-50^{\circ}\text{C}$  і зберігати працездатність при низькій інтенсивності сонячного випромінювання.

Є велика кількість схем підключення. Проста вбудовуваність в існуючій системи гарячого водопостачання та опалення.

Розташування бака-накопичувача не вимагає спеціального розміщення, що дозволяє встановлювати його на значній відстані від сонячних колекторів. Це робить простою модифікацією системи в порівняно з пасивними та сифонними системами.

Значна продуктивність завдяки активній циркуляції теплоносія та інтелектуальному контролеру, який керує роботою системи.

Контролер забезпечує оптимальні параметри циркуляції теплоносія в системі і дозволяє підтримувати задану температуру. У разі недостатньої сонячної активності контролер включає додатковий електронагрівач, встановлений у баку-акумуляторі.

Влаштуваючи сонячні колектори, ви отримаєте, передусім, певну автономію від традиційних джерел енергії, що постійно підвищуються у ціні – природного газу або рідкого палива. Сонячна енергія – вона є абсолютно безкоштовна!

### **Чи є економія при витратах**

При влаштуванні сонячного колектору, можна заощадити на використанні дорогого природного газу або рідкого палива і гарантуєте собі зменшення витрат на експлуатацію системи опалення.

### **Захист довкілля та екологія**

Влаштуваючи сонячні колектори, ми визначаємо свою відповідальність перед майбутніми поколіннями. Ви не тільки зекономите традиційні джерела енергії, а й значно зменшите шкідливі викиди в атмосферу при їх спалюванні та викиди парникових газів. Сонячна енергія – є абсолютно чистий екологічний вид

енергії. Досліджуючи цей графік (рис. 21), можна говорити про те, що в зимовий період використання цієї системи дозволить покрити витрати сонячної енергії в межах від 24 % до 41 %, а показники весна - літо - осінь становлять в межах від 59 % до 89 %.

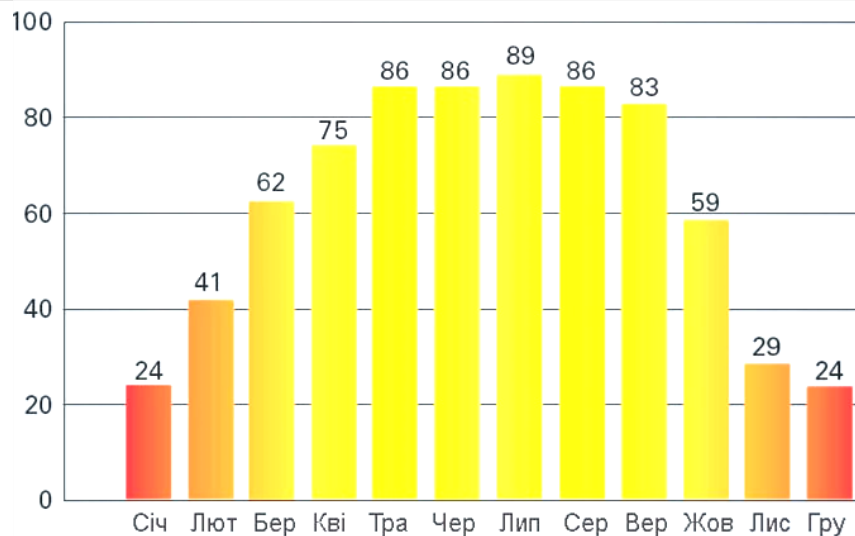


Рис. 21. Степінь покриття витрат сонячною енергією (%)

#### 4.6. Енергія вітру

Останнім часом спостерігається зростаючий інтерес до вітроенергетики. У контексті стрімко зростаючої світової популярності відновлювальних джерел енергії та підвищення обізнаності про екологічні проблеми, пов'язані з використанням традиційних органічних палив, вітрова енергетика стає все більш привабливим варіантом для забезпечення енергетичних потреб. У 80-90-х роках вітроенергетика пережила період значного розвитку за рахунок нових технологій та привернула увагу тисяч висококваліфікованих спеціалістів.



Рис.22. Вітряна електростанція в Криму (Тарханкутська ВЕС)

Україна має великий потенціал для швидкого розвитку вітроенергетики. Незважаючи на це, за рівнем використання енергії вітру вона посідає 14-те місце серед країн Європи. Найбільша в Україні вітроелектростанція - Тарханкутська ВЕС, розташована на мисі Тарханкут у Криму, була введена в експлуатацію в 2001 році. На момент завершення будівництва її проектна потужність становила 70 МВт, а кількість вітроустановок планується збільшити до 700. У 2020 році станція містила 127 вітроустановок типу USW56-100 загальною установленою потужністю 13,5 МВт і чотири типу T600-48 потужністю 1,8 МВт.

У 2020 році загальна потужність всіх вітрових електростанцій України склала 87 МВт. У 2021 році лише кримські вітроелектростанції забезпечили виробництво електроенергії на рівні близько 27 мільйонів кіловат-годин. Згідно з розробленими НАН України разом з Національним космічним агентством України "Доповненнями до Енергетичної стратегії України на період до 2030 року в частині розвитку вітроенергетики", до 2030 року планується побудувати в Україні вітрові електростанції загальною потужністю 16 000 МВт.

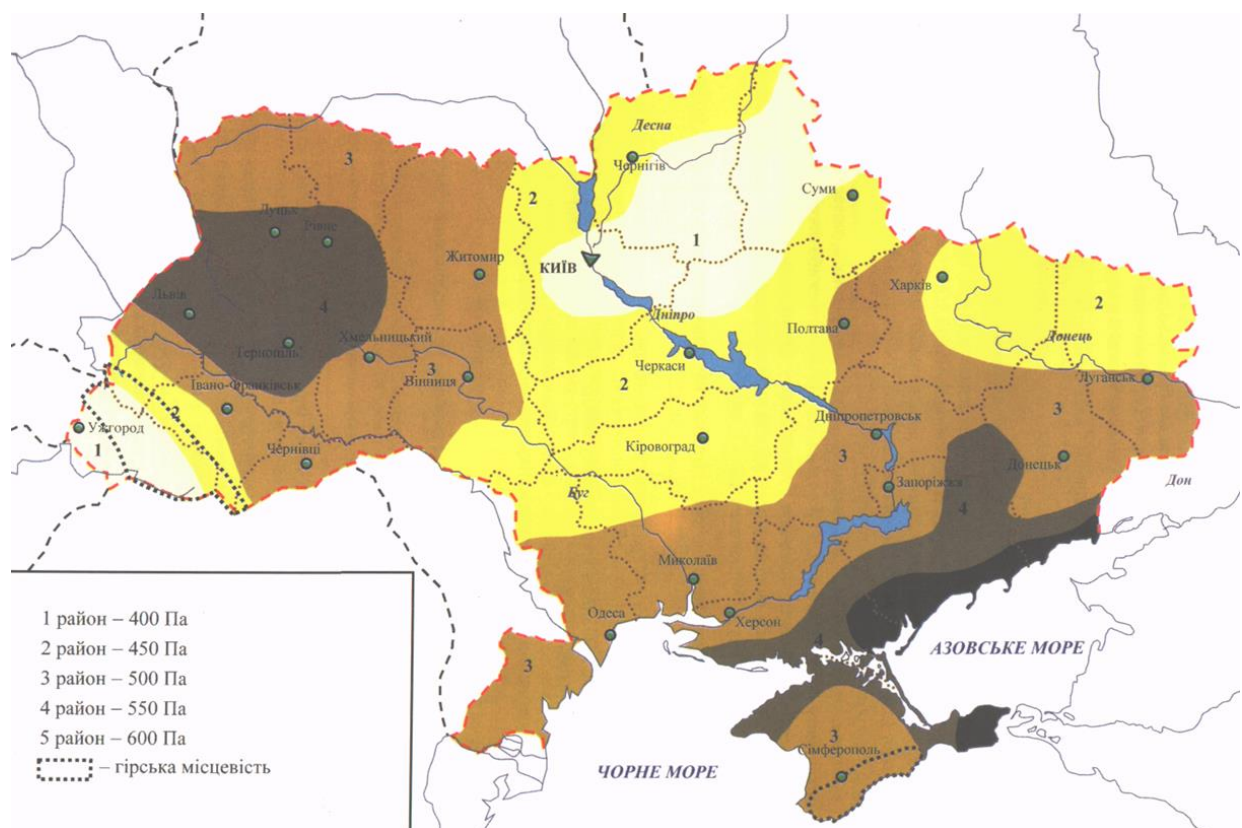


Рис. 23. Значення вітрового тиску по території України

Враховуючи карту вітрового тиску в межах території України, можна визначити, що ефективно будівництво вітрових електростанцій буде можливе на

території Криму, Миколаївської, Херсонської, Донецької і Запорізької областей. Україна має потенціал будувати вітрові електростанції на узбережжях Чорного і Азовського морів, у степових районах, у горах Криму і Карпат, загальною потужністю близько 15 мільйонів тонн умовного палива, що значно перевищує фактичні обсяги виробництва атомної енергії. Перші такі проекти в Україні були практично реалізовані лише в 2015 році, коли була відкрита електростанція, на якій працює 10 вітрових турбін загальною потужністю 25 МВт, і були встановлені вітрові турбіни на Новоазовській вітроелектростанції, що дозволило отримати майже 89 мільйонів кіловат-годин електроенергії. Згідно з прогнозними розрахунками, оптимальне використання вітроенергії в Україні може забезпечити 2,5% загального річного споживання електроенергії, щорічно виробляючи 5,71 млн. МВт/год. У 2012 році, який ООН визначила роком сталої енергетики для всіх, планується запуск 600 МВт вітроелектростанцій, загальна потужність яких перевищить 1000 МВт. Таким чином, вітроелектростанції виявляються більш вигідними з економічної та енергетичної точок зору, ніж традиційні теплові або атомні електростанції. В Україні на сьогоднішній день стає популярним використання невеликих вітроенергетичних установок, які встановлюються домогосподарствами для власних потреб. Такі малопотужні вітроустановки (від 200 Вт до 20 кВт) цікаві тим, що їх можна швидко встановити, і вони ідеально підходять для місць, де немає доступу до інших джерел енергії або підключення до існуючих мереж є надто дорогим. Одним з важливих аспектів є те, що вітроустановки потужністю до 20 кВт не потребують спеціальних дозволів або ліцензій для використання. Наприклад, електроенергія, що потрібна для живлення середнього будинку, становить близько 35 кВт на добу, а вітряна установка подібної потужності коштує від 30 тисяч гривень в залежності від виробника та комплектації. Якщо взяти вітрогенератор WG-1000 торгової марки «ДОМ» з номінальною потужністю 1000 Вт, то разом з комплектуючими (інвертор, мачта, акумуляторні батареї), це може коштувати від 3,4 до 5,05 у.о.

Таблиця 3. Рекомендована комплектація ВЕУ

Найменування	Ціна, у.о.
1. Вітрогенератор 1кВт	926
2. Інвертор 2 кВт	730
3. Мачта-ферма вітрогенератор 15м	2000
4. АКБ 12В 200А*год - 4 шт.	1660
5. Загальна вартість ВЕУ (вітроенергетична установка)	5316
6. Знижка на ВЕУ 5%	266
7. Вартість ВЕУ зі знижкою	5050

Таблиця 4. Мінімально можлива комплектація ВЕУ

Найменування	Ціна, у.о.
1. Вітрогенератор 1кВт	926
2. Інвертор 1 кВт	367
3. Мачта-ферма вітрогенератора 6м	436
4. АКБ 12В 40А*год - 4 шт.	1620
5. Загальна вартість ВЕУ (вітро енергетичної установки)	3349
6. Знижка на ВЕУ 5%	168
7. Вартість ВЕУ зі знижкою	3381

Термін окупності вітроенергетичної установки від 3 до 8 років залежно від різних факторів, таких як місцевість, наявність комунікацій, потужність установки і т.д. Питомі капітальні витрати для станцій малої потужності коливаються від 800 до 1000 доларів за 1 кВт встановленої потужності і зменшуються зі збільшенням потужності установки. Наприклад, капітальні витрати на вітроенергетичну станцію потужністю 250 кВт в Данії становлять 40 тисяч доларів при терміні окупності 6,7 року.

Вартість електроенергії (грн/кВт\*год) може бути підрахована за виразом:

$$B = \frac{K * F}{0.25 * P * T}$$

де К - капітальні витрати, грн (дол.);

F - фактор поновлення витрат, за гарантованого терміну дії установки 25 років

$F = 0,125$ ;

P - потужність установки, кВт;

T - кількість годин роботи установки на рік,  $T = 8760$  год.

#### 4.7. Недоліки та переваги вітроенергетики

Основні недоліки та обмеження використання вітроенергетики включають:

1. **Географічні обмеження:** необхідність розташування установок у районах з високою інтенсивністю вітру, що може призводити до конфліктів з іншими видами господарської та природоохоронної діяльності.
2. **Високі витрати:** питомі інвестиції у вітроенергетичні проекти можуть бути вищими, ніж у традиційних галузях енергетики.
3. **Екологічні недоліки:** можливість негативного впливу на довкілля, такий як шум, можлива шкода для птахів та інших видів тварин, а також стробоскопічний ефект у північних регіонах.
4. **Потенційно небезпечний вплив на птахів:** зіткнення з лопатями вітроустановок, турбування та бар'єри переміщенню, що можуть призводити до поранень та зниження успішності розмноження птахів.

Незважаючи на ці недоліки, вітроенергетика залишається одним із важливих напрямків розвитку відновлювальних джерел енергії з метою зменшення використання викопних палив та зниження викидів CO<sub>2</sub>.

## **РОЗДІЛ 5. ЗАСТОСУВАННЯ РЕКОМЕНДАЦІЙ ЩОДО РЕКОНСТРУКЦІЇ 5-ТИ ПОВЕРХОВОГО БУДИНКУ**

### **5.1. Огляд загальних понять**

Дано тлумачення щодо терміну «Реконструкція» - це перебудова споруди для поліпшення її функціонального призначення або відтворення порушеного первісного вигляду населеного пункту, архітектурного ансамблю або окремої будівлі. Для поліпшення умов експлуатації житлового 5-ти поверхового будинку вирішувались наступні цілі:

- відновлення технічного стану: внутрішнє часткове перепланування приміщень, заміна вікон, дверей, електричної мережі будинку та санітарно-технічних систем і комунікацій;
- підвищення енергоефективності будівлі: застосування новітніх матеріалів та технологій (зменшивши витрат у споживанні електроенергії на утриманні житлового будинку);
- відповідність до сучасних норм з приводу енергозаощадження існуючої будівлі;
- оновлення систем водопостачання та каналізації;
- оновлення зовнішнього вигляду та внутрішнього оздоблення з ціллю покращення архітектурного оздоблення та комфортного проживання в будинку.


Для виконання поставленої мети потрібно провести ряд заходів щодо отримання загальної картини в якому стані знаходиться будинок:

- технічний огляд будівлі;
- демонтаж конструкцій та вивіз будівельного мусора;
- підготовка до ремонтних робіт;
- внутрішні роботи (заміна системи водопостачання та каналізації, електромережі);
- внутрішнє та зовнішнє оздоблення будівлі.

## 5.2. Вихідні дані

В дипломній роботі виконуємо дослідження щодо енергоефективності для житлового будинку застосовуючи пасивну систему опалення будинку згідно з ДСТУ-НБА.2.2-5. Відповідає класу енергоефективності не вище «С».

Класифікація будинків за енергетичною ефективністю

<i>Класи енергетичної ефективності будинку</i>	<i>Різниця в % розрахункового або фактичного значення питомих тепловитрат, <math>q_{бу} \times d</math>, від максимально допустимого значення, <math>E_{max}</math>, <math>[(q_{бу} \times d - E_{max}) / E_{max}] \times 100 \%</math></i>	
	A	Мінус 50 та менше
	B	Від мінус 49 до мінус 10
	C	Від мінус 9 до 0
	D	Від 1 до 25
	E	Від 26 до 75
	F	76 та більше

Комфортні умови проживання в житловому будинку становить 20°C. По завершенню обстеження виконується звіт щодо технічного стану будівлі, де фіксуються всі пошкодження та дефекти будівлі в цілому.

### Загальний стан конструкцій елементів будівлі

Дипломному проєкті розглядалася 5-ти поверхова житлова будівля, яка розміщена в місті Охтирка. Для визначення загального технічного стану будівлі виконувалось обстеження з подальшою реконструкцією будівлі. Розглянемо технічний стан будівлі починаючи з фундаменту та закінчуючи дахом.

Фундаменти виконані із стрічкового збірного залізобетону та фундаментних блоків підвалу. Глибина закладання фундаменту становить 2,5 м. Грунтові води на ділянці де знаходиться будівля не виявлені. Підчас обстеження фундаменти підвалу критичних деформацій не мають, пошкодження також не виявлено.

Підвальне приміщення, а саме його підлога виконана по ґрунту з бетону класу С12/15. Відмітка підлоги є -1,95м.

Стіни будівлі виконані з глиняної цегли, товщина зовнішніх стін 510 мм. З паспарту будівлі відомо марка цегли М75 та марка розчину М50. Будівля побудована без каркасна. Жорсткість будівлі забезпечується за рахунок повздовжніх та поперечних несучих стін.

Перекриття та покриття виконано зі збірних залізобетонних плит перекриття згідно серії 1.141-1.

Дах в будівлі запроектований плоский, і має рулонну покрівлю з трьох шарів руберойду на бітумній мастиці.

Вікна та двері мають дерев'яну будову вікон і мають дві створки. Кожна створка має своє скло товщиною 4мм. В зв'язку з цим вікна не відповідають новим нормативним документам щодо енергоефективності. Двері у будинку дерев'яні мають значну зношеність до 45%. Щільності дверного полотна і дверної коробки немає, а і відповідно теплотехнічна характеристика дверей не відповідає дійсності.

Опалення в будинку виконано централізоване з міських мереж. Подача води виконується також із міської мережі водопостачання.

### 5.3. Три - D моделювання будівлі за допомогою програми «МОНОМАХ»

В магістерській роботі було виконано модель існуючої будівлі для визначення напружено – деформованого стану будівлі в теперішньому стані. Розрахунок виконувався за допомогою програмного комплексу «Мономах».

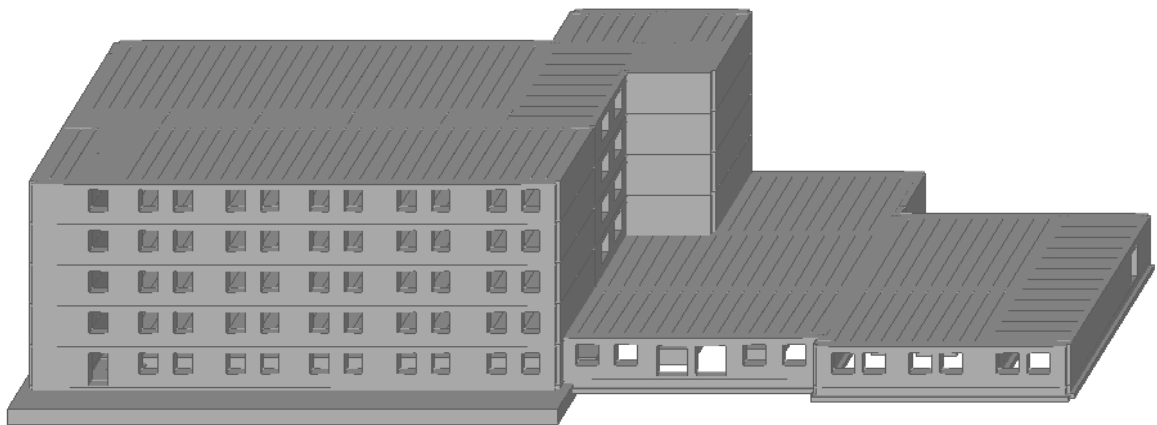


Рис. 24. 3-D моделювання існуючої будівлі

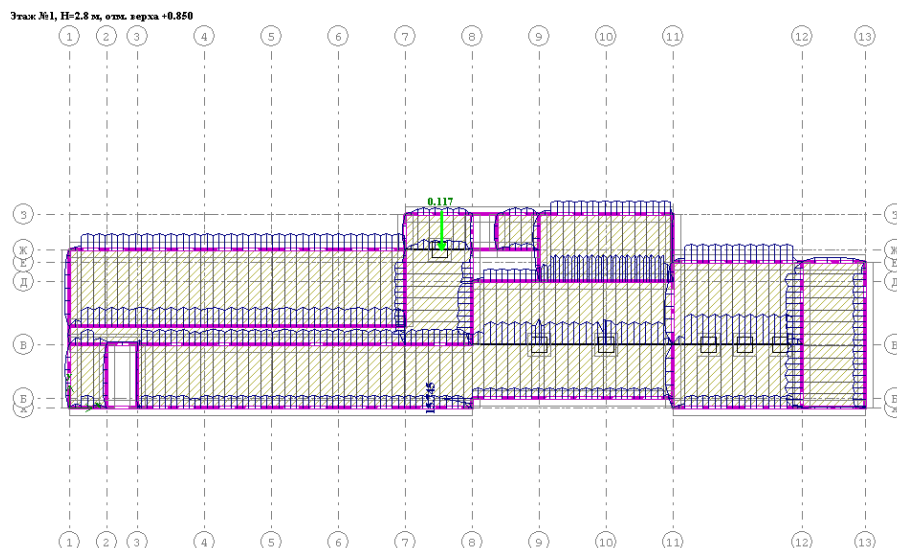


Рис.25. План першого поверху

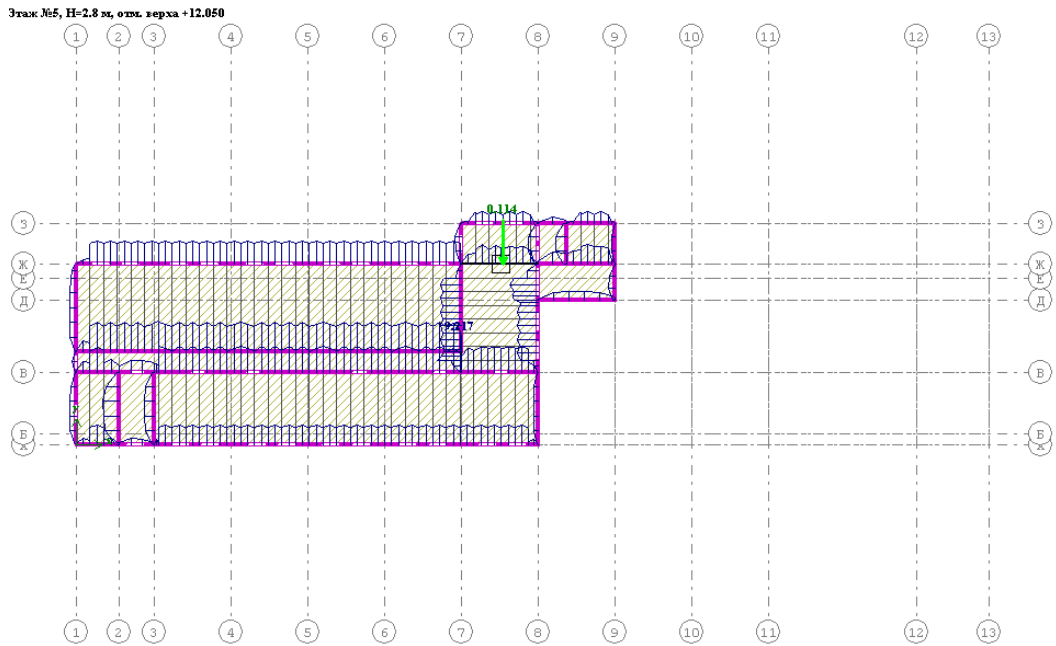


Рис. 26. Типовой поверх будівлі

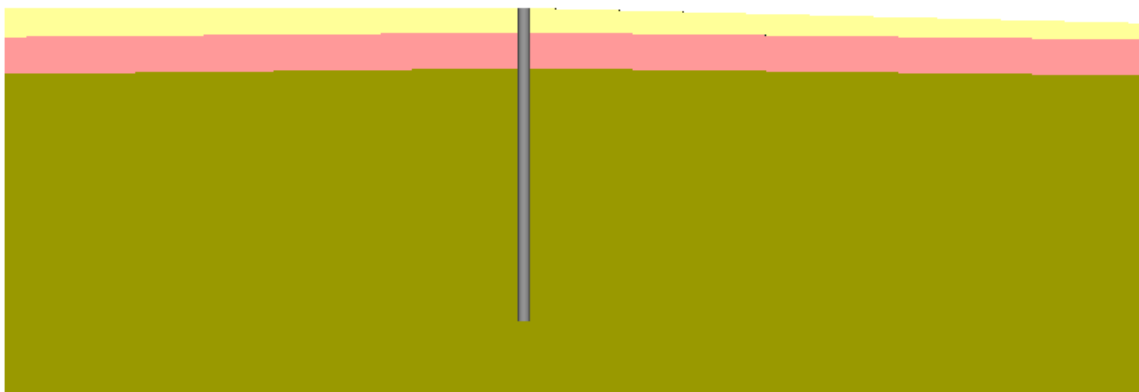


Рис. 27. Інженерно-геологічні умови

За допомогою програми «Грунт» визначалися умови інженерно-геологічні дослідження ґрунтів, а саме визначалася осадка будівлі за двома методами.

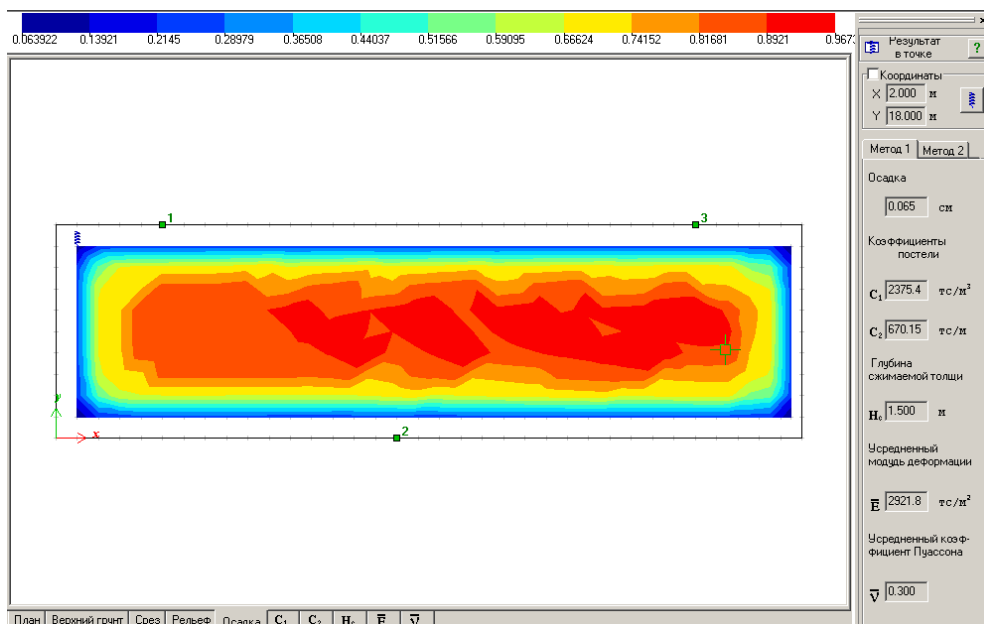


Рис. 28. Визначення осадки ґрунту за методом 1

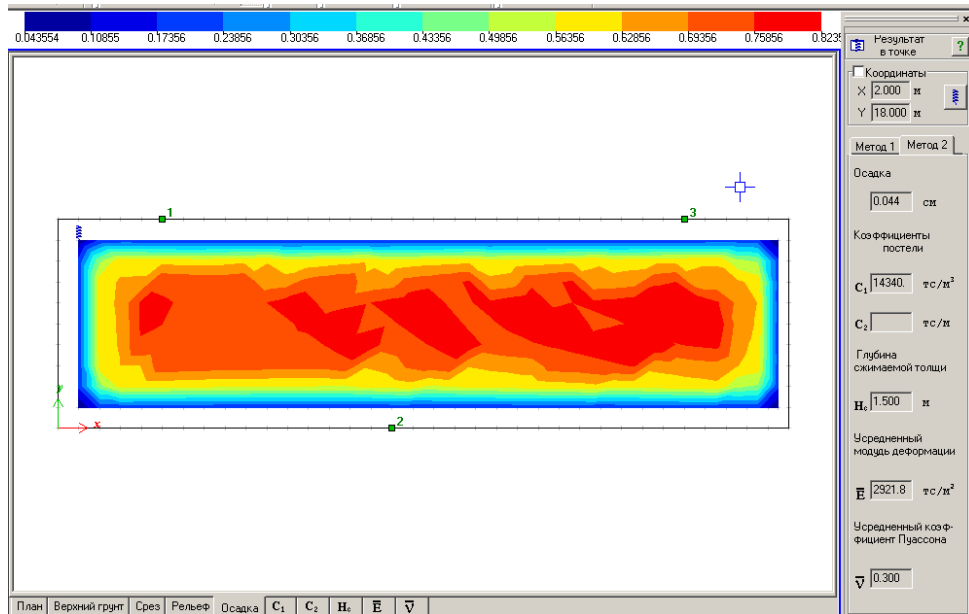


Рис. 29. Визначення осадки ґрунту за методом 2

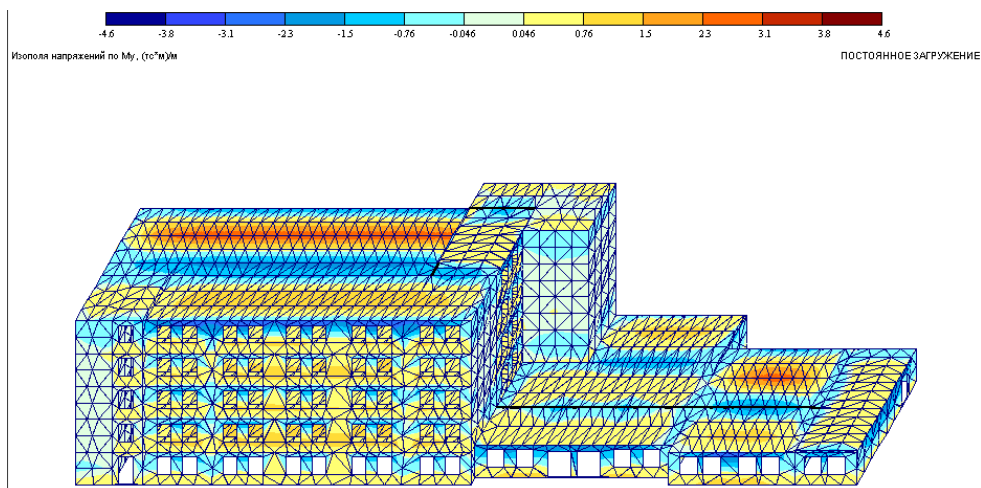


Рис. 30. Изополе напряжень  $M_u$

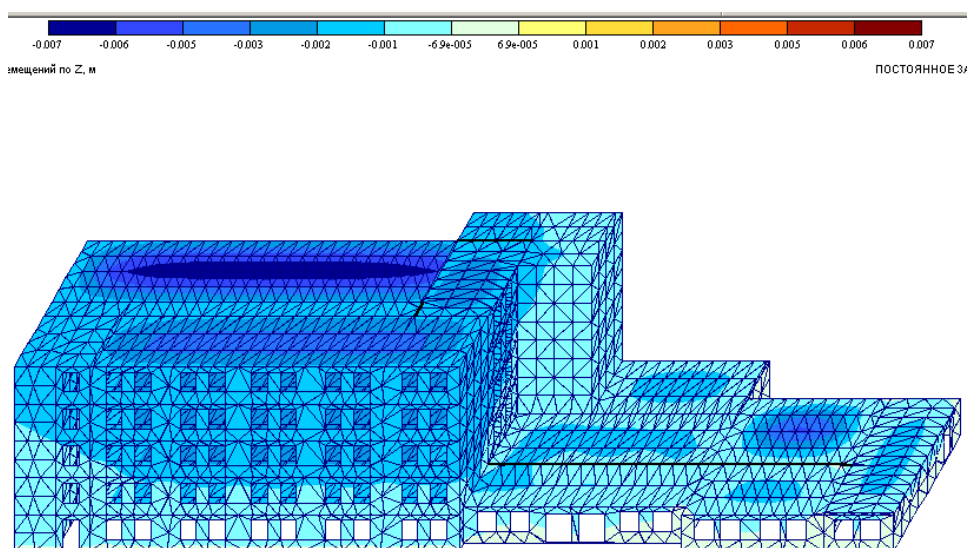


Рис. 31. Изополе переміщень Z

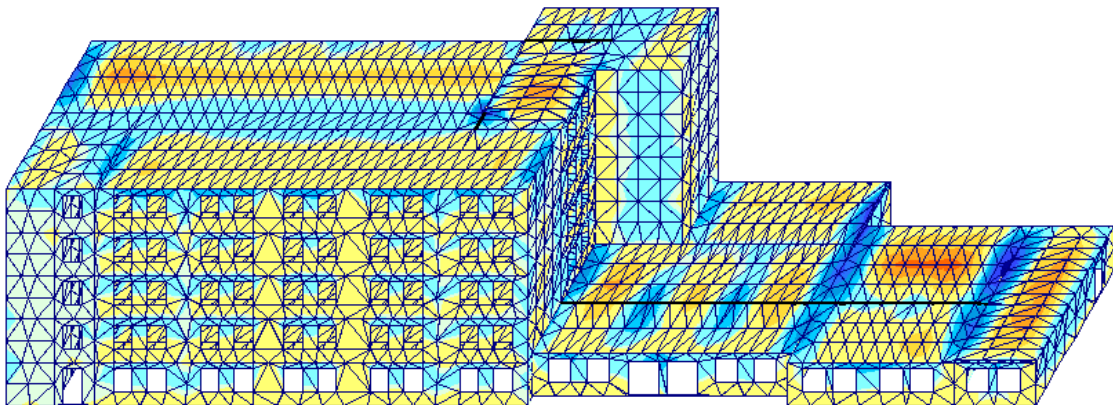
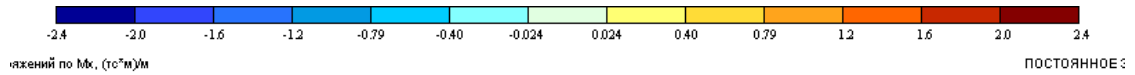


Рис. 32. Ізополе переміщень  $M_x$

Висновок: Осадка будинку склала за двома методами 0,065см та 0,044см. Згідно ДБН «Основи та фундаменти споруд» для «Багато поверхових безкаркасних будівель з несучими стінами крупних блоків або цегляної кладки» осадка будинку не повинна перевищувати 12 см.

## РОЗДІЛ 6. ЗАСТОСУВАННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ВІД ПРОВАДЖЕННЯ ЩОДО АЛЬТЕРНАТИВНОЇ ЕНЕРГІЇ

### 6.1. Розрахунок економічного з вибору альтернативної енергії

#### Розрахунок сонячної енергії

Дані для розрахунку житлового будинку вводимо в таблицю для визначення вартості міської та сонячної енергії.

Таблиця 4. Розраховуємо вартість електроенергії за 1 кВт\*год

№ п.п.	Підключення мережі	Ціна за 1 кВт*г, грн.	Всього спожито електроенергії з освітлювальних приладів за місяць, кВт*г	Рекомендована сума до сплати за рік, грн.
1	Міська мережа електропостачання Сумиобленерго	2,64	450	14256

Час окупності сонячних панелей залежить від декількох факторів, включаючи ціну за 1 кВт\*г при використанні сонячної панелі, кількість сонячних днів у місяці, та профілактичні дні (дні, коли проводяться ремонтні роботи).

Для міста Суми враховано середньо місячний рівень сонячної радіації за *липень* ( $5.38 \text{ кВтг/м}^2$ ) та *грудень* ( $0,86 \text{ кВтг/м}^2$ ).

Для визначення споживання електроенергії на освітлення за добу, розділили загальне споживання електроенергії за місяць на кількість днів у місяці:  $450 / 30 = 15 \text{ кВт*г/добу}$ .

При розрахунку втрат на розряд - заряд акумулятора, враховано величину втрат на розряд - заряд, що становить 20%.  $W = 15 * 1,2 = 18 \text{ кВт*г}$

Для розрахунку приймемо сонячну панель потужністю 100 Вт\*г (полікристалічна ALTEK ALM-100M-36; 100Вт). Площа сонячної панелі має розміри  $S = 1,0 \text{ м} \times 0,67 \text{ м} = 0,67 \text{ м}^2$ , вагою 7,2 кг.

### 6.2. Розрахунок окупності сонячної панелі

Для розрахунку окупності сонячної панелі потрібно визначити кількість електроенергії, яку вона буде виробляти за період окупності та порівняти це значення з вартістю панелі.

1. Визначте кількість електроенергії, яку виробляє одна сонячна панель за рік. Для цього використовуйте дані про середній денний рівень сонячної радіації і коефіцієнт ефективності сонячних панелей.
2. Розрахуйте кількість електроенергії, яку виробляє одна панель за весь період окупності (у роках).
3. Порівняйте отримане значення з вартістю сонячної панелі, включаючи витрати на її установку та обслуговування.
4. Визначте час, за який зробите повернення вкладеного капіталу у сонячну панель (час окупності).

Сонячні станції, які створюють електроенергію для власних потреб, зазвичай встановлюються на даху будівель. Оцінюючи окупність такого проекту необхідно враховувати вартість традиційної електроенергії, яку буде замінювати "сонячна" електроенергія, а також географічне розташування, що впливає на кількість сонячної радіації.

Важливо врахувати, що в розрахунках окупності не враховано постійне підвищення тарифів на традиційну електроенергію, яке за останній час стало все частішим явищем.

Досліджуючи питання собівартості сонячних панелей, слід врахувати, що їх устаткування вимагає значних фінансових витрат. Проте, як показують розрахунки, ці капіталовкладення можуть окупитися протягом певного періоду. Процес окупності сонячних панелей залежить від кількості генеруючих панелей та кількості й ємності акумуляторних батарей. Крім того, у майбутньому можливий прибуток за рахунок продажу надлишків електроенергії. Правильно, для розрахунку окупності сонячних панелей важливо враховувати місце розташування об'єкта, параметри сонячної панелі, такі як її ефективність та потужність, а також середню добову потребу в електроенергії. Крім того, потрібно врахувати час автономної роботи системи, який залежить від ємності та напруги акумуляторних батарей. Всі ці параметри впливають на розрахунок окупності проекту і дозволяють зробити ефективний вибір в галузі відновлюваної енергетики.

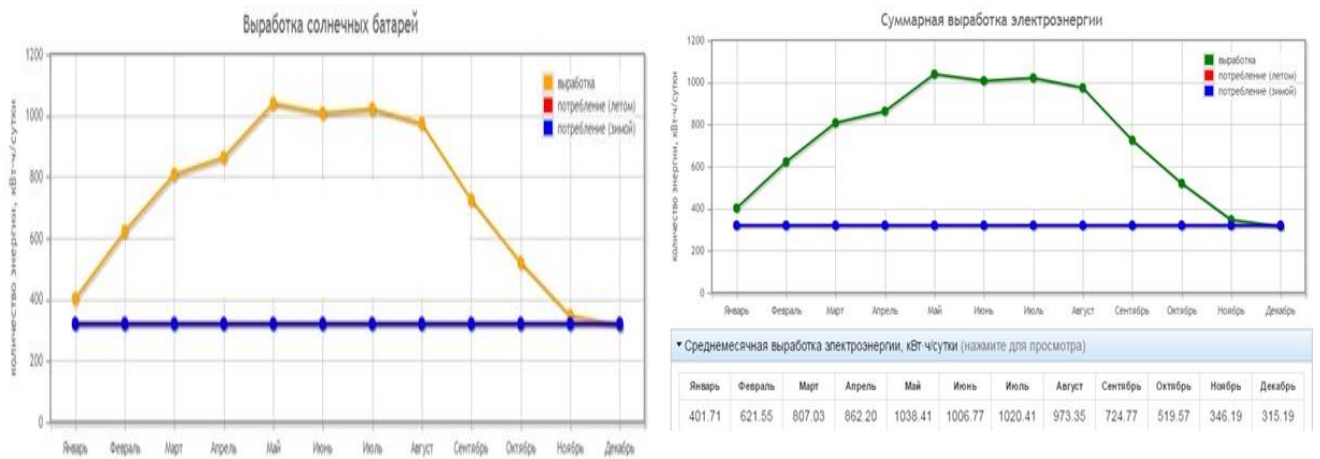


Рис.33. Визначення потужності сонячної панелі

З розрахунку ми можемо дати висновок з приводу ефективності та окупності сонячних панелей  $5400(\text{кВт}\cdot\text{г}/\text{рік})/12(\text{міс.})=450(\text{кВт}\cdot\text{г}/\text{міс.})/30(\text{днів})=15(\text{кВт}\cdot\text{г}/\text{добу})$ . Мій розрахунок показує, що сонячні панелі можуть виробляти достатньо електроенергії, щоб задовольнити практично у 2,2 рази більшу потребу, ніж вам потрібно. Це означає, що ви можете використовувати зелений тариф для продажу надлишкової електроенергії і отримувати додаткові доходи. Такий підхід дозволяє не лише економити на власних енергетичних витратах, а й забезпечує можливість отримувати прибуток з виробництва та продажу чистої енергії.

Так, на сьогодні кіловат / годину в РЕМ варто 2,64 грн., в той час як сонячний – 590,24коп/(кВт·год) (14 євроцентів). Це за умови, що сонячні батареї будуть підключені до 01.01.2024 року. Пізніше - ціна буде збільшуватись за умови ринкових стрибків. Врахуйте, що якщо сонячної енергії буде не вистачати, то власник батареї може добрати енергію від РЕМ за звичайною ціною.

2) Розглядаючи друге питання щодо безпеки сонячної енергії можна додати, що ця система є: як «ЗА» так і «ПРОТИ».

### Позитивні сторони

Так, сонячне світло - це безмежний та постійний джерело енергії, яке ніколи не закінчується. Це робить сонячну енергію одним з найбільш екологічно чистих та стійких джерел енергії. Крім того, сонячна енергія є загальнодоступною, оскільки сонце світить по всьому світу, і може бути використана для

виробництва електроенергії навіть у віддалених або відсутніх від централізованих мереж регіонах.

Так, сонячна енергія є одним з найбільш доступних джерел енергії, оскільки сонце світить на всіх континентах і ніколи не закінчується. Це робить її важливим джерелом для виробництва електроенергії, особливо в областях з високим рівнем сонячної активності. Використання сонячної енергії допомагає зменшити залежність від традиційних джерел енергії і сприяє зменшенню викидів парникових газів.

### **Негативні сторони**

Справді, питання безпеки та впливу на навколишнє середовище важливе для сонячних технологій. Незважаючи на те, що сонячна енергія є чистою енергією, виробництво сонячних панелей вимагає використання деяких шкідливих речовин. Наприклад, деякі фотоелементи містять свинець, кадмій, галій та інші речовини, які можуть бути небезпечними для навколишнього середовища при некоректному використанні або виведенні з ладу панелей.

Щодо вашого другого питання, сонячна енергія перетворюється у фотоелектричних перетворювачах, які зазвичай складаються з напівпровідникових матеріалів. Ефективність цього процесу залежить від електрофізичних та оптичних характеристик напівпровідників, а саме їх фотопровідності.

Фотоелектричні перетворювачі (ФЕП) з р - n-переходом є основою сонячних панелей. У них використовується р - n-перехід, що створюється шляхом поєднання позитивно навантаженої області (р-тип) з негативно навантаженою областю (n-тип) напівпровідника.

Під час опромінення сонячним світлом в області переходу відбувається фотоелектричний ефект. Фотони світла поглинаються напівпровідником, що викликає звільнення електронів від атомів. Електрони, які рухаються в напрямку р-шару, та "дірки" (відсутність електрона в атомі) у n-шарі створюють вільні заряди. Ці заряди створюють електричне поле, яке викликає фотоелектродвижущу силу - основну причину генерації електричного струму в сонячних панелях.

Кремній є ключовою складовою сонячних батарей і виробляється з використанням кремнію в чистому вигляді. Хоча кремній широко поширений у земній корі у формі  $\text{SiO}_2$  (оксид кремнію, або кварц), видобуття чистого кремнію з цього сполуку складне і вимагає високих технологій та витрат. Тим не менше, запасів кремнію на Землі вистачає більше, ніж запасів урану для атомних електростанцій у 100 тисяч разів, що робить його важливим та доступним ресурсом для сонячної енергії. Так, у зв'язку з високою вартістю кремнію, який використовується для виробництва сонячних елементів, дослідницькі центри активно працюють над пошуком альтернативних матеріалів або технологій, які дозволять знизити витрати на виробництво сонячних панелей. Наприклад, деякі дослідження спрямовані на використання тонких плівкових матеріалів замість традиційного кремнію. Це може допомогти знизити вартість сонячних елементів і зробити їх більш доступними для широкого застосування.

Взимку ефективність використання сонячної енергії може бути меншою через кілька факторів, таких як:

1. **Снігові осаді:** Випадання снігу на сонячні панелі може зменшити їх ефективність, оскільки сніг блокує доступ сонячного світла до панелей. Чистка сонячних панелей від снігу може бути необхідною для забезпечення нормальної роботи системи.
2. **Тривалість сонячного дня:** У зимовий період сонячний день коротший, що може зменшити кількість часу, протягом якого сонячні панелі можуть генерувати електроенергію.
3. **Хмарність:** У зимовий період може бути більше хмарних днів, що також може зменшити кількість сонячної енергії, що досягає сонячних панелей.

Необхідність обслуговування системи в зимовий період полягає, переважно, у чистці сонячних панелей від снігу та відміних опадів для підтримки їх ефективності. Хоча ефективність може бути меншою взимку, сонячні панелі все ще можуть бути ефективним рішенням для виробництва електроенергії, особливо в регіонах з великою кількістю сонячних днів і при правильному проектуванні системи.

## ВИСНОВОК

1. За таких умов, вам варто обдумати встановлення сонячних панелей для мого будинку. Не лише ми економим гроші, але також, робимо крок у напрямку енергоефективності та дбайливого ставлення до навколишнього середовища. дозволить отримати річний економічний ефект у сумі:  $2,64 * 450 * 12 = 14256$  грн. ця сума буде зекономлена на електромережі від міської мережі електропостачання.
2. Тепер можемо розрахувати окупність сонячних панелей. Щоб це зробити, потрібно врахувати економію, яку вони забезпечують. Так як ми раніше говорили, щорічна економія становить 14256 грн. Таким чином, час окупності сонячних панелей буде:  $29250 \text{ грн.} / 14256 \text{ грн./рік} \approx 2,1$  рік.
3. Отже, за цих умов вартість сонячних панелей повністю окупиться приблизно через 2,1 рік. Треба врахувати, що цей розрахунок базується на даних, які отримані з розрахунку. Окупність може бути різною в залежності від багатьох факторів, включаючи вартість електроенергії, розмір і потужність сонячних панелей, технічний стан та інше.

Залишок енергії для продажу становить  $719,76 - 100 = 619$  (кВт\*г/добу). Потім вартість 1(кВт\*г/добу) треба перемножити на “зелений тариф” він складає 5,90грн. \* 619 = 3652,1грн. /добу \* 30 (міс.) = 109563 (грн./міс) \* 12 (міс) = 1314756 грн./рік + 14256 = 1329012 (грн./рік.). Отже  $29250 / 1329012 = 0,022$  роки. Сонячні панелі зможуть окупитися за **22 дні**, що приблизно становить 1 місяць.

4. З врахуванням економії від продажу надлишкової електроенергії окупність сонячних панелей скориговано і становить 1 місяць. Важливо пам'ятати, що реальний час окупності може бути вплинутий різними факторами, такими як зміни в цінах на електроенергію, погодні умови та інші.
5. Так, географічне розташування суттєво впливає на ефективність використання сонячної енергії, і це важливо враховувати при розгляді можливостей встановлення сонячних панелей. Чим більша інтенсивність сонячної радіації, тим більше потенціал для вироблення електроенергії.

6. Щодо питання безпеки, важливо розглядати не лише переваги, а й можливі ризики та виклики. Потреба у вивченні та розв'язанні проблем утилізації та безпечного використання матеріалів у сонячних панелях є важливим аспектом, на який слід звертати увагу при розгляді переваг цих технологій. Щодо обслуговування сонячних панелей в зимовий період, важливо забезпечити доступ сонячної радіації до панелей, що може вимагати чистки від снігу при значних снігопадах.

## Список використаних джерел

1. Вико́пні джерела енергії / [Електронний ресурс]. - URL:  
<https://www.bosch-climate.ru/service-bosch/energy-efficiency/climate-andenergy/energiequellen/fossile-energiequellen.html>
2. Закон України «Про альтернативні види палива» від 14.01.2000 № 1391-XIV зі змінами та доповненнями / [Електронний ресурс]. - URL:  
<http://zakon5.rada.gov.ua/laws/main/1391-14>
3. Статистичний огляд світової енергетики "BP Energy Outlook», оновлення річного статистичного щорічника 2016 / [Електронний ресурс]. - URL: <https://www.bp.com/content/dam/bp/pdf/energy-economics/statistical-review-2016/bp-statistical-review-of-world-energy-2016-full-report.pdf>
4. The Federal Government's Energy Concept of 2010 and the Transformation of the Energy System of 2011 // Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation and Nuclear Safety. 2011. Oct. pp. 9-13.
5. Звіт про глобальну статус поновлюваних джерел енергії 2017 року, REN21 / [Електронний ресурс]. - URL: <http://www.ren21.net/status-of-renewables/global-status-report/>
6. The European offshore wind industry – key trends and statistics, February 2016, In the power of the wind / [Електронний ресурс]. – URL: <https://windeurope.org/about-wind/statistics/european/wind-in-power-2015/>
7. Альтернативна енергетика, матеріал з Вікіпедії - вільна енциклопедія / [Електронний ресурс]. - URL:

[https://ru.wikipedia.org/wiki/Альтернативная\\_энергетика](https://ru.wikipedia.org/wiki/Альтернативная_энергетика)

8. Атлас енергетичного потенціалу відновлюваних та нетрадиційних джерел енергії України / НАН України / [Електронний ресурс].- URL:

[http://www.intelcenter.com.ua/rus/library/atlas\\_alten\\_UA.htm](http://www.intelcenter.com.ua/rus/library/atlas_alten_UA.htm)

9. REN 21 / Міжнародна некомерційна асоціація, що базується в Програмі Організації Об'єднаних Націй з навколишнього середовища

(ЮНЕП) / [Електронний Ресурс]. - URL: <http://www.ren21.net/> 38

10. Інформаційне агентство ЛІГАБізнесІнформ, Спецпроект сонячні мільярдери 2017 / Дані графіків: УАВЕ, Держенергоефективності, ДТЕК, European Commission, Earth Policy Institute / [Електронний ресурс] - URL:

<http://www.liga.net/projects/energoeffektivnost/>

11 Державне агентство з енергоефективності та енергозбереження України / Держенергоефективності / [Електронний ресурс]. - URL:

<http://saee.gov.ua/uk/ae>

12. Національна бібліотека України імені В.І. Вернадського /

[Електронний ресурс]. - URL: <http://www.nbuv.gov.ua/>

13 Міжнародне енергетичне агентство IEA / Світова енергетична статистика, 2016 / [Електронний ресурс]. –URL:

[https://www.iea.org/bookshop/723-World\\_Energy\\_Statistics\\_2016](https://www.iea.org/bookshop/723-World_Energy_Statistics_2016)

14. Науково-технічні (інноваційні) проекти НАН України / І. М. Карп

[та ін.]; Міністерство освіти і науки України, Національна академія наук

України. – К., 2015. – 200 с.

15. Lawyers Daily Business and Innovations, 2017 / Український вибір і «зелений тариф» / [Електронний ресурс]. – URL: <http://lawyers.ua/ukrainskij-vybor-i-zelenyj-tarif-chto-zhdet-rynok-energetiki-v-blizhajshie-gody.html>
16. Закон України про внесення змін до закону «Про електроенергетику» щодо стимулювання виробництва електроенергії з альтернативних джерел енергії від 20.11.2012 № 5485-17 із змінами та доповненнями. / [Електронний ресурс]. – URL: <http://zakon5.rada.gov.ua/laws/show/5485-17>
17. Національна комісія, що здійснює державне регулювання у сферах енергетики та комунальних послуг(НКРЕКП) / [Електронний ресурс]. – URL: <http://www.nerc.gov.ua/>
18. Новини та публікації за даними сайту Північної екологічної фінансової корпорації НЕФКО 2017 р. / NordicEnvironmentFinanceCorporation / [Електронний ресурс]. – URL: <https://www.nefco.org/?language=ru> 39
19. Абрамов А.Б. Україна: проблеми енергозбереження і енергоефективності [Електронний ресурс] / Абрамов Артем Борисович // Нардеп. - 2016. - URL: <http://nardep.org.ua/news/19606>
20. Матвійчук Н. М. Пріоритети реалізації політики енергозбереження в Україні / Н. М. Матвійчук // *Juvenis scientia*. – 2016. – № 1. – С. 97- 100.
21. Прохоров С.М. Держава повинна стимулювати впровадження енергозберігаючих технологій / Прохоров Сергій Мефодійович // Український союз промисловців і підприємців. - 2016. / [Електронний

pecypc]. - URL: <http://uspp.ua/ru/gosudarstvo-dolzno-stimulirovat-vnedrenie-energoberegayushhix-texnologij.html>

**ДОДАТОК**

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
СУМСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

**МАТЕРІАЛИ  
ВСЕУКРАЇНСЬКОЇ НАУКОВОЇ  
КОНФЕРЕНЦІЇ СТУДЕНТІВ  
ТА АСПІРАНТІВ, ПРИСВЯЧЕНОЇ  
МІЖНАРОДНОМУ ДНЮ СТУДЕНТА**

**(13 - 17 листопада 2023 р., м. Суми)**

**ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ ЯК ЗАСІБ ВИКОРИСТАННЯ ПАСИВНИХ СИСТЕМ ОПАЛЕННЯ БУДИНКУ**

Білоус А.В., студ. 2м курсу ФБТ  
 Андрух С.Л., к.т.н., ст. викл.  
 Сумський НАУ

**Актуальність теми.** Після того як закінчилася світова енергетична кризи 1974 року світова будівельна практика зосередилася на збереженні паливно-енергетичних ресурсів, що витрачаються на опалення будівель. Враховуючи поточне використання природних джерел енергії (нафта, газ, вугілля), вони, ймовірно, будуть вичерпані протягом наступних 50 років. Постійне зростання цін на викопне паливо змушує шукати альтернативні, більш дешеві відновлювані джерела енергії.

Існує багато способів використання енергії навколишнього середовища. Потенційними джерелами енергії є вода (особливо підземні, поверхневі води та стічні води), ґрунт, повітря та сонячна енергія. З усіх видів нетрадиційних і відновлюваних джерел енергії найпотужнішим і доступним є сонячна енергія. Як правило, належним чином спроектований «пасивний сонячний будинок» може зменшити витрати на опалення на 75% порівняно з традиційним будинком такої ж площі лише на 5-10% від вартості будівництва. В архітектурі сонячна енергія може бути використана шляхом створення пасивних, активних і інтегрованих систем на основі явища фототермічного перетворення (перетворення сонячного випромінювання в теплову енергію). Завдяки різним системам використовуючи сонячну енергію пасивних будинків отримуємо три загальні функції: - поглинання і переробка сонячної енергії в теплову; - накопичення теплоти, за рахунок сонячної радіації, яка може бути не постійною; - розподіляти теплову енергію в зони обігріву у період коли це необхідно. Підчас застосування пасивної системи можуть бути застосовані три різні системи в різній конфігурації при цьому не змінювати енергетичні потоки. При активній сонячній енергії за рахунок потрібної функції виконуються абсолютно різними засобами і ця тепла енергія може передаватися з зони поглинання у зону накопичення або у зону споживання за рахунок носіїв. Наприклад у вигляді гарячої води по трубах або повітря по каналах з механічним спонуканням при цьому може використовуватись зовнішнє джерело. За рахунок інтегрованої системи може бути об'єднане ефективність та гнучкість активної системи і відповідної надійності та простоті пасивної. Застосування певної позиції геліосистеми, яка може вплинути на обрання об'ємно-планувальної концепції в будівлі.

**Мета і завдання дослідження.** Впровадження сонячної енергії як альтернатива існуючим нафтогазовим та атомним джерелам енергії.

Завдання дослідження: - визначити вартість сонячної енергії та термін окупності; – вплив географічного положення на виробництво сонячної енергії; – детермінація безпеки використання сонячної енергії; – ефективність використання сонячної енергії взимку та необхідність обслуговування системи взимку.

**Об'єкт дослідження.** Альтернативні джерела енергії.

**Предмет дослідження.** Пасивні сонячні системи.

**Методи дослідження.** Використовували для вивчення питання сонячної енергії, емпіричний метод дослідження.

**Наукова та технічна новизна одержаних результатів.** Враховуючи нові підходи та напрямки щодо збереження та використання сонячної енергії для житлового господарства.

Таблиця 1. Річне надходження сонячного випромінювання і споживання енергії людиною, (ЕДж)

Сонце	3 850 000
Вітер	2 250
Потенціал біомаси	~ 200
Світове споживання енергії	539
Електроенергія	~ 67
Енергія вимірюється в екстра джоулях 1 ЕДж = $10^{18}$ Дж = 278 ТВт/год	