

**Міністерство освіти і науки України
Любешівський технічний коледж Луцького НТУ**

Тема:

**Енерггозберігаючі технології в будівництві.
Пасивні будинки та будинки чотирьох нулів**

**Розглянуто на засіданні циклової
методичної комісії педпрацівників
будівельного профілю
Протокол № 5**

**Підготувала:
викладач-методист
Герасимик-Чернова Т.П.**

ЗМІСТ

1. Вступ
2. Зведення енергозберігаючих будівель
3. Що таке активний будинок?
4. Будинок нуль енергії
5. Зведення активних будинків в Україні
6. Висновок

Енергозберігаючі технології в будівництві



Вступ

Енергозберігаючі технології здатні звести до мінімуму непотрібні втрати енергії, що сьогодні є одним з пріоритетних напрямків не тільки на державному рівні, а й на рівні кожної окремо взятої родини. Це пов'язано з дефіцитом основних енергоресурсів, зростаючої вартістю їх видобутку, а також з глобальними екологічними проблемами. Впровадження енергозберігаючих технологій в господарську діяльність як підприємств, так і приватних осіб на побутовому рівні, є одним з важливих кроків у вирішенні багатьох екологічних проблем - зміни клімату, забруднення атмосфери, виснаження копалин ресурсів та інші.

Економія енергії - це ефективне використання енергоресурсів за рахунок застосування інноваційних рішень, які здійснює технічно, обґрунтовані економічно, прийнятні з екологічної та соціальної точок зору, і не змінюють звичного способу життя.

Умовно, сучасні енергозберігаючі технології можна поділити на кілька видів, залежно від сфер вживання:

- енергозберігаючі технології на виробництві;
- енергозберігаючі технології на транспорті;
- енергозберігаючі технології індивідуального споживання;
- енергозберігаючі технології загального споживання.

Основні напрями і способи енергозбереження:

- економія електричної енергії (освітлення, електропривод, електрообігрів та електроплити, холодильні установки та кондиціонери, споживання побутових і промислових пристроїв, зниження втрат в електромережі);
- економія тепла (зниження тепловтрат, підвищення ефективності систем теплопостачання);

- економія води (водозабір, споживання у побуті та на виробництві, зниження втрат і підвищення ефективності систем водопостачання);

- економія газу (споживання в побуті та на виробництві, зниження втрат і підвищення ефективності систем газопостачання);

- економія палива (зниження споживання в двигунах внутрішнього згоряння, альтернативні види та гібридні системи, зниження втрат і підвищення ефективності виробництва електричної та теплової енергії).

Енергозбереження - дуже важливе завдання по збереженню природних ресурсів.

Таблиця 1. Розхід теплової енергії за видами будівель в Україні

Індивідуальний житловий будинок 140 м² загальної площі	Річний розхід тепла, Квт, год/м³ рік	Питома витрата тепла, Вт год/м²
Будинки старої забудови (до середини 90-х рр.)	600	125
Будинки згідно ДБН В 2.2-15-2005	150	70
Будинки низького енергоспоживання	70	14-32
Будинки ультранизького енергоспоживання	30-15	14-7
Сучасний пасивний будинок	менше 15	менше 7

Зведення енергозберігаючих будівель

До 2021 року країни Євросоюзу планують перейти на принципово нові будівельні стандарти, що дозволяють зводити енергоефективні будинки, здатні за рахунок поновлюваних джерел виробляти енергії більше, ніж споживають самі. Нові стандарти можна звести до принципу «Трьох нулів» (Triple Zero) - нульове споживання енергії з міської енергосистеми, нульові викиди забруднюючих повітря речовин, нульові обсяги відходів. Цього, зокрема, вимагає директива ЄС з енергоефективності будівель. Поки активні будинку – здебільшого експериментальні проекти, ціна яких помітно вище, ніж у аналогічних звичайних будинків, в середньому на 20-30%.

Нульове енергоспоживання досягається за рахунок ефективного використання поновлюваних природних джерел енергії, яка трансформується в електрика: сонце, вітер, біопаливо, енергія річок, припливів та відливів і т.п. На сьогоднішній день існує ряд реалізованих проектів, в рамках яких будинки протягом багатьох місяців споживають електроенергії менше, ніж виробляють.

Значний позитивний ефект так само чинить використання сучасних енергозберігаючих технологій та якісної теплоізоляції будівель. Концепція нульового енергоспоживання не виключає можливість підключення до міської електромережі в моменти пікових навантажень або під час дефіциту енергопотужності від поновлюваних джерел, однак після цього в міську мережу з лишком повертається вся спожита енергія.

Використання енергозбереження і біокліматичних технологій в активних будинках до мінімуму знижує шкідливі викиди для людей та довкілля (вуглекислий газ, летучі органічні речовини і т.п.). Після завершення терміну експлуатації будинку його можна легко демонтувати, а всі конструкції піддаються вторинній переробці. Такі будинки не залишать після себе ніяких відходів.

Активні будинки з'явилися в Україні завдяки Закону про «зелений» тариф. Вже є безліч будівель, які встановили на своїх дахах фотопанелі потужністю до 10 кВт і здатні протягом року перекрити свої витрати в електроенергії, ще й

продати значну частину в загальну електромережу. До першопрохідців відносяться: Роман Баб'ячок і Володимир Лисак з Львівщини, Євстахій Крижанівський, Богдан Кузишин.



Рисинок 1. Будинок з додатнім балансом енергії Богдана Кузишина

Під нульовими відходами розуміється не відсутність побутового сміття, а можливість демонтажу будівлі без шкоди для екології. Відслуживши запроектований термін, будівля повинна легко демонтуватися, при цьому, оскільки всі конструкції складаються з екологічних матеріалів, будівельне сміття піде на вторинну переробку. Іншими словами, знесення будинку не залишить після цього ніяких «слідів».

Варто відзначити, що поки вартість будівництва енергоефективних будинків вище, ніж аналогічних за розмірами будівель, побудованих за традиційними технологіями. В основному різниця у витратах походить від необхідності закуповувати енергогенеруюче обладнання: вітряки, фотогальванічні панелі, теплові насоси і т.д. Крім того в якості будматеріалів використовується більш дороге і якісне екологічне сировину - дерево, камінь, склобетон та ін.

На сьогоднішній день у світі налічується більше 100 реалізованих проектів активних будинків. Попереду планети всієї, звичайно ж, економні європейці (33 будинки), в США побудували 30 активних будинків, у Латинській Америці понад 20, в Канаді понад 10 і промірних стільки ж в Азії та Австралії разом взяті.

Що таке активний будинок?



Активний будинок з позитивним енергобалансі – це будівля, яка отримує енергію з навколишнього середовища, за допомогою альтернативних джерел, у кількості перевищує власні потреби. Для мінімізації енерговитрат і економії ресурсів застосовуються кращі технології пасивних і розумних

будинків. У сучасності перші ідеї, пов'язані з використанням у житловому будівництві особливостей навколишнього середовища і ландшафту, з'явилися в американського архітектора Френка Ллойда Райта. Він заклав основи нового напрямку в будівництві - органічної архітектури. Її ключовий постулат - будинок повинен доповнювати природу і рельєф, причому доповнювати і плануванням, і матеріалами.

Органічна архітектура не завоювала особливої популярності. Однак через півстоліття зростання числа алергічних захворювань породив моду на екологічно чисті матеріали. А слідом за нею відродилася концепція будівель, що поєднуються з природою. Змінившись під впливом функціоналізму, вона свідчила, що вдома, перебуваючи в балансі з навколишнім світом, повинні бути максимально екологічними і ощадливими. Так з'явилися спочатку пасивні, енергоекономічних будинку, а потім активні.

Принципи побудови активних будинків

Проектування активного будинку починається з вивчення місцевості, зокрема: рельєфу; клімату (вологості, світлового режиму, напрямів і швидкостей повітряних потоків); складу повітря і наявності в ньому хімічно агресивних речовин.

Потім відбувається вибір технології будівництва. Енергозберігаючі будинки, як активні, так і пасивні, дуже різноманітні - по суті, кожен такий будинок створюється з нуля. Типових екобудинків не буває. Найчастіше вибір падає на каркасне будівництво, яке сторіччями використовувалося в холодних регіонах світу – Канаді та Ісландії. Каркасні конструкції відносно дешеві і дозволяють гнучко варіювати планування житла, а багатошарові панелі, що утворюють поверхні, забезпечують хорошу теплоізоляцію. Інша перспективна технологія – сітчасті оболонки. Вона поки що рідко використовується для побудови енергоекономічних будинків цілком, але часто застосовується для створення секцій сонячних батарей.

ИНЖЕНЕРНЫЕ РЕШЕНИЯ «АКТИВНОГО» ДОМА

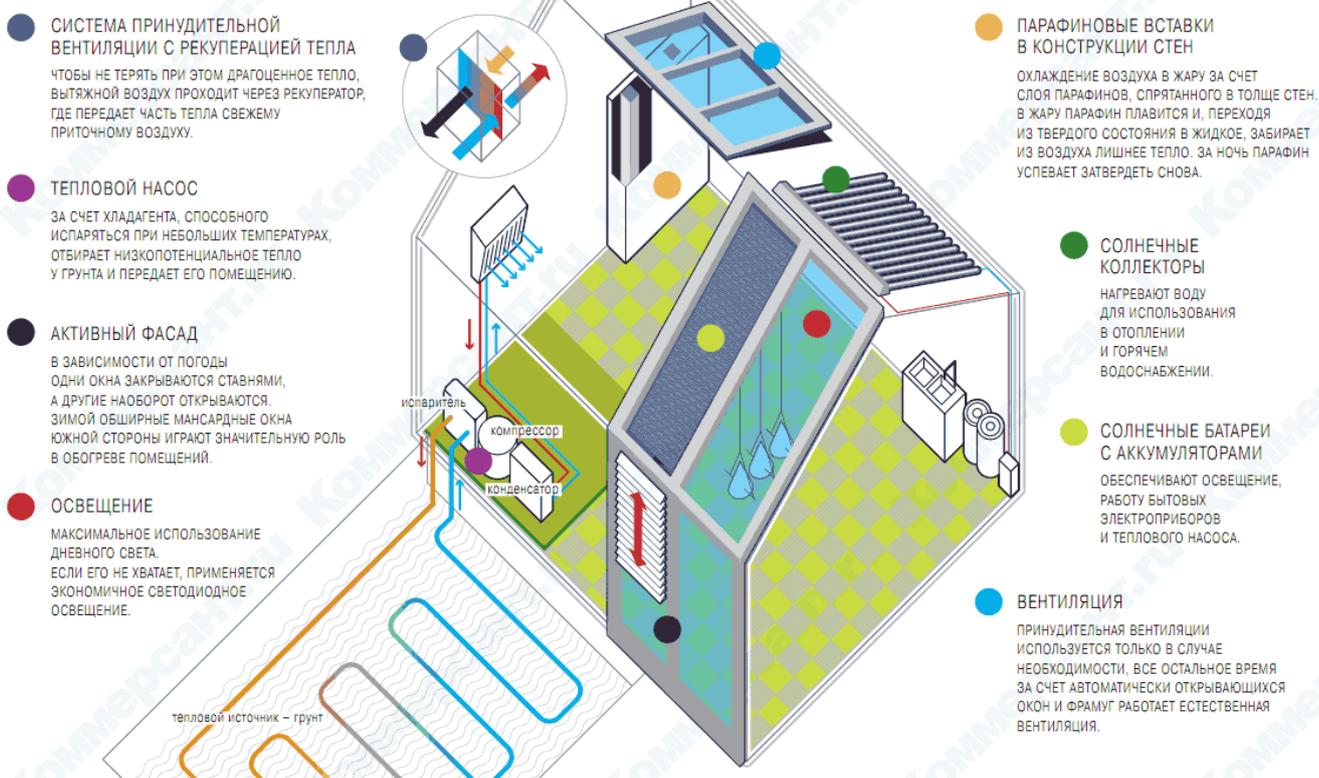


Рисунок 2. Інженерне рішення активного будингу

Планування будинку з позитивним енергобалансом

Вибір технології будівництва обумовлюється головним чином рельєфом і характером ґрунтів, на яких стоятиме будівля. Виходячи зі специфіки клімату, архітектори розробляють модель будинку. Споруда орієнтується таким чином, щоб площа поверхонь, звернених до сонця, була максимальною. Це забезпечує природний нагрів і освітлення, а також можливість використання пристроїв сонячної енергетики і теплонакопитель.

Віконні отвори є основним каналом енергообміну будинки та вулиці. Тому відкриття та закриття жалюзі, від яких залежить освітлення, поглинання і віддача тепла, багато в чому здійснюється автоматично. За це відповідають інтелектуальні системи управління – спадок «розумних» будинків. Наприклад, якщо в приміщенні нікого немає і, отже, немає необхідності в освітленні, смужки жалюзі розгортаються «поглинаючою» темною стороною до скла. Зрозуміло, самі вікна активних будинків – це склопакети з якісною теплоізоляцією.

Джерела енергії

На сьогоднішній день існує безліч альтернативних джерел енергії, по-справжньому ефективні лише деякі з них. При будівництві будинків з позитивним енергобалансі найбільше застосування знайшли: сонячні батареї, мініатюрні вітряні електростанції, геотермальні свердловини, теплові насоси.

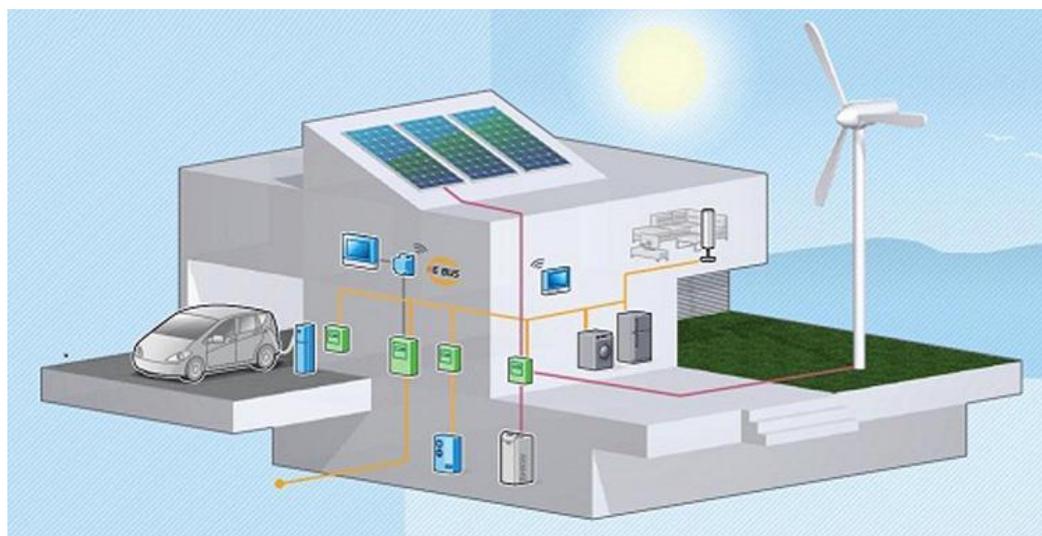


Рисунок 3. Будівництво будинків з позитивним енергобалансом

Перші два джерела енергії сильно залежать від клімату і застосовні не скрізь. Тим не менш, ККД сучасних сонячних панелей достатній, щоб забезпечувати будівлю електрикою навіть у високих широтах і країнах з малою кількістю ясних днів. Геотермальні свердловини можуть використовуватися, якщо допустимо глибинне буріння. Їх закладають одночасно з фундаментом; на відміну від сонячних і вітряних установок, перепланування геотермальних джерел енергії практично неможлива. Теплові насоси - установки, безпосередньо використовують другий закон термодинаміки; вони дозволяють «викачувати» тепло прямо із землі і повітря, причому необов'язково теплих. Незважаючи на простоту принципу, ефективність теплових насосів не надто висока і їх застосування носить скоріше експериментальний характер.

Перспективи активних будинків

Перші пасивні (у сучасному розумінні) будинки почали будувати в 80-х роках минулого століття, а вже в 90-х з'явилася ідея активного будинку. Особливий інтерес до проекту виявили Данія і Німеччина, країни, що виділяють серйозні кошти на екологічні дослідження.

Саме в Данії був вперше побудований будинок, що виробляє енергію. Подальші розробки ведуться як в області вдосконалення технологій споруди екобудинків, так і в області проектування цілих міст, що забезпечують себе енергією у відсутності окремих енергостанцій. Такі міста заздалегідь отримали назву «стабільних» - за задумом, вони не тільки економлять енергію, але й взагалі не мають негативного впливу на навколишнє середовище.



Рисунок 3. Місто Люstrup (Данія). Проект під назвою «Active House», 2009 рік

Будинок нуль енергії

Будинок нуль енергії, або **будинок з нульовим споживанням енергії** (Zero-energy building) - будівля, що володіє високою енергоефективністю, здатна на місці виробляти енергію з поновлюваних джерел і споживати її в рівній кількості протягом року. При виробленні енергії менший, ніж необхідно для споживання, будівля називається будинком з майже нульовим споживанням (англ. near zero-energy building).

Будинки з нульовим споживанням енергії не використовують викопне паливо і отримують всю необхідну енергію з поновлюваних джерел. Вони можуть бути традиційними будівлями, але з великим сонячним колектором, сонячною батареєю чи вітрогенератором.

Більшість таких будинків будуються за наступними принципами:

- зменшення необхідної енергії,
- використання надлишків енергії,
- зменшення необхідності в штучному охолодженні (опаленні),
- забезпечення високоефективними системами управління мікрокліматом та іншими системами, в тому числі освітлення;
- забезпечення поновлюваними джерелами енергії сонця, вітру та ін.

На практиці, термін «будинок нуль енергії» може мати різні значення:

Будівлі з нульовим чистим споживанням енергії із загальної мережі (zero net energy buildings), які подають в енергомережу протягом року таку ж кількість енергії, яку вони отримують з цих мереж;

Будівлі з нульовими викидами вуглецю (zero carbon buildings), які не використовують енергію, що приводить до викидів CO₂, або які протягом року компенсують використану енергію викопного палива за рахунок власного виробництва достатньої кількості енергії без викидів CO₂;

Окремо розташовані будівлі з нульовим споживанням енергії із загальної мережі (zero stand-alone buildings), які не вимагають підключення до будь-яких мереж, крім резервних. Такі будівлі можуть зберігати енергію для використання в нічний час доби або в зимовий період;

Будинки з позитивним енергобалансом або активні будинки (active house, energy plus house), які подають в системи енергопостачання більшу кількість енергії, ніж використовують. За рік ці будівлі виробляють більше енергії, ніж споживають.

Переваги:

- власники таких будинків можуть не турбуватися про майбутнє подорожчання енергоносіїв
- підвищений комфорт за рахунок рівномірного розподілення тепла у будинку
- немає потреби у жорсткій економії енергії
- знижується загальна щомісячна вартість життя
- вища вартість перепродажу будинку, оскільки попит на такі будинки більший, ніж пропозиція

Недоліки:

- витрати на будівництво значно вищі
- дуже мало архітекторів та будівельників мають необхідні знання, щоб зводити такі будинки
- хоча будинок протягом року може отримати та віддати в мережу однакову кількість енергії, але якщо він братиме енергію в час пік, то це не знизить необхідну потужність електростанцій
- будинок не може ефективно використовувати енергію сонця, якщо Південна (для північної півкулі) сторона будинку знаходиться у тіні

Зведення активних будинків в Україні

Українці найчастіше використовують у будівництві цеглу, метал і бетон, однак на ринку існують компанії, що пропонують енергоефективні помешкання. Перший в Україні серійний енергоефективний дім звели під Києвом у 2015 році.

OptimaHouse



Рисунок 4. Енергоефективний будинок, с. Микуличі, Київська область

Компанія «ВЕЛЮКС» Україна є одним із організаторів першого проекту енергоефективного будинку, створеного на основі концепції Активний дім. Енергоефективний будинок побудували в селі Микуличі (20 км від Києва) на ділянці 0,06 га, що розташована на території котеджного містечка. OptimaHouse - це сучасний будинок загальною площею 128 кв.м з мансардним поверхом та терасою, розрахований на проживання сім'ї з 3-х чоловік. На двох поверхах, включаючи мансарду, розміщені вітальня, кухня-їдальня, 2 спальні, загальна гардеробна, с/в з душовою, простора ванна з пральною, технічне приміщення з усіма інженерними системами. В OptimaHouse встановлено 9 мансардних вікон лінії Premium. Переважна частина вікон з дистанційним керуванням та живленням від сонячної батареї для більшого ефекту енергозбереження. Всі вікна оснащені загартованим зовнішнім склом і внутрішнім склом «триплекс» для безпеки та комфорту мешканців будинку. Обов'язковим елементом конструкції є клапан для провітрювання зі змінним фільтром. У відкритому вигляді він сприяє проникненню свіжого повітря в

приміщення навіть при закритому вікні. А фільтр надійно захищає від попадання пилу і комах.



Рисунок 5. Опалення будинку

Отже, для опалення будинку можна використати систему теплового насоса в поєднанні з сонячними панелями і сонячними колекторами для підігріву води, які встановлені на даху з західної та східної сторони будівлі. Економити на електроенергії дозволить також продумана система природного освітлення і прозорі конструкції (фасадні і мансардні вікна, двері), які також забезпечать надходження природнього тепла.

В окремому приміщенні будинку встановлено інверторне обладнання, з'єднане з акумулятором, який дозволяє перетворювати енергію сонця в електричну, а також накопичувати її на випадок непередбачених відключень в мережі.

Завдяки використанню енергоефективних технологій, сонячним батареям, високому рівню автоматизації управління енергоспоживанням, а також теплоізоляції і системі природного освітлення, річне споживання енергії будинком OptimaHouse буде на 65% нижче, ніж у звичайних будинків аналогічного розміру.

Таким чином річне споживання енергії для опалення будинку складе до 40 кВт-год/м² (загальне споживання енергії – до 60 кВт-год/м² на рік).

Вартість такого будинку становить до \$1000/м² з внутрішньою обробкою. Проект призначений для споживачів із середнім доходом. За словами розробників OptimaHouse, жителі стандартних будинків щомісяця за енерго- і водоспоживання платять близько \$96, а мешканці OptimaHouse будуть платити \$14 на місяць.

LifeHouseBuilding

У Дніпрі придумали спосіб швидкого будівництва екобудинків — за допомогою панелей із соломи. Солома — доступний природний матеріал. Процес дуже простий: на дерев'яний каркас пресом утрамбовується солома. Краї підрівнюють і отримують рівну панель. У такий спосіб можна «побудувати» солом'яний будинок всього за 2 місяці. Переваги солом'яного матеріалу — це його теплохарактеристики, які в 2 рази більше необхідних.



Рисунок 6. Будинок LifeHouseBuilding



Рисунок 7. Каркас будинку LifeHouseBuilding

«Екопан»

«Екопан» спеціалізується на екобудівництві. Для створення будинку компанія використовує панельно-каркасну технологію яку ще називають SIP-технологією (Structural Insulated Panel — структурна ізоляційна панель): будівля збирається як конструктор із готових елементів. Економно та швидко. Для будівництва використовуються панелі завтовшки 20 см. При температурі зовні -12°C для опалення будинку площею 200 м^2 потрібно всього 10 м^3 газу на добу, що майже у 9 разів менше, ніж для опалення кам'яного будинку такої ж площі.

Вартість будинку — близько $500\text{ \$/м}^2$ з урахуванням внутрішньої обробки.



Рисунок 8. Канадський будинок від «Екопану»

Будинки такого типу дуже поширені в Канаді, Норвегії, на Алясці й інших країнах із суворим кліматом. Навіть без опалення і в сильний мороз будинок не промерзне.

Будинок-термос, який ефективно економить тепло, побудував своїми силами житель Івано-Франківська. За словами господаря, влітку будинок відмінно зберігає прохолоду, а взимку майже не потребує опалення.

PassivDom

Навесні 2016 року в Україні запустили стартап PassivDom, який займається створенням не просто пасивних будинків, а повністю автономного житла. Будинок, який не потребує підключення до комунікацій, можна побудувати навіть на природі високо в горах.

Каркас будинку створено на 3D-принтері і не містить стиків, що гарантує гарну теплоізоляцію.

Житло збирається з модулів по 36 м², на даху будинку встановлюється сонячна електростанція. Для очищення не дуже забрудненої води (наприклад, з душу) та її повторного використання є спеціальна система.

PassivDom — це «розумне» житло: система сама регулює температуру в приміщенні за даними прогнозу погоди, контролює заряд акумуляторів та багато іншого. За допомогою програми на смартфоні функціями будинку можна управляти.



Рисунок 9. PassivDom

Створення будинків за модульною технологією застосовується і в Португалії. Компанія Gomos System «будує» житло всього за 3 дні.

Neoacre

Neoacre будує пасивні будинки з герметичним прошарком, що забезпечує теплоізоляцію високої якості. Компанія дотримується німецьких принципів Passivhaus.

Енергію для будинку виробляють сонячні батареї і колектори, теплові насоси. Будинок не потребує підключення до електромережі або до опалення.

Вартість будинку — 1000 \$/м² з урахуванням внутрішньої обробки, комунікаціями і сантехніки.



Рисунок 10. Будинок в розрізі за принципом Passivhaus

Висновок

Сьогодні все частіше можна зустріти проекти енергозберігаючих будинків. Світ шукає дешеву та чисту енергію. Запаси вугілля і нафти на вичерпанні, джерела енергії дорожчають, підриваючи світову економіку. Посилюється не тільки економічний, але й екологічна криза – на Землі наступає глобальне потепління, спостерігається все більше погодних аномалій та природних катаклізмів, а погіршення клімату несе загрозу сільському господарству. І будинок, на жаль, є активним учасником цього процесу. До 40% виробленої в Європі енергії використовують приватні будинки. Потрібно значно зменшити її споживання, інакше може статися, що люди взагалі не зможуть обігріти та освітлити своє житло. Будинок повинен менше забруднювати навколишнє середовище.

Сьогодні великі надії покладають на енергозберігаючі будинки і енергію з відновлюваних джерел, яку можна отримати від вітру, сонця, а також в результаті спалювання деревини та біопалива. І у будинків є значний потенціал в зниженні споживання тепла для обігріву. Будинок може і повинен бути більш екологічним і енергозберігаючим.

Таким чином, по всьому світу можна спостерігати, як відмова від викопного палива стає трендом. Зокрема це стосується житлово-комунальної сфери і досягається шляхом модернізації старих будівель та за рахунок впровадження енергоефективних заходів у побуті.

Розвиток будівельних технологій не стоїть на місці. А отже, є надія, що людство перестане будувати малоефективні будівлі. Тим паче, що, відповідно до Директиви енергетичних показників будівлі, яку прийняли країни Євросоюзу в грудні 2009, з 1 січня 2020 вимагається будівництво щонайменше пасивних будівель.

Використані джерела

1. Концепція національної екологічної політики України на період до 2020 року // Схвалено розпорядженням Кабінету Міністрів України від 17 жовтня 2007 р. № 880-р.
2. Згуровський М.З., Україна в глобальних вимірах сталого розвитку / Дзеркало тижня, № 19 – 2006 р.
3. <http://ecotown.com.ua>.
4. <https://euro-house.kiev.ua>.
5. <https://youcontrol.com.ua>.
6. Регіональна інвестиційна політика енергозбереження : [монографія] / М. А. Вознюк; НАН України, Ін-т регіон. дослідж. ім. М.І. Долишнього. - Львів, 2015. - 413, [1] с. - (Проблеми регіон. розвитку). - Бібліогр.: с. 386-401.