

альтернативних джерел енергії. Дана специфіка пошуку може застосовуватися, не лише для насосів водного та повітряного типу, а й для виявлення: аварій в мережах, перепадів тиску у споживчому секторі, встановлення теплообмінників, розрахунку тепловтрат у мережах, контролю споживачів комунального сектору, розподілу водопостачання та інше.

Основним методом для просторового відображення певного явища чи процесу візуально, використовується метод ареалів. Це дозволяє зменшити поле чи ділянку пошуку для виявлення, чи виокремлення діяльності певного процесу, зменшує витрати часу, автоматично розділяє ділянку пошуку за певними критеріями, але не дозволяє дослідити процес чи явище з різних точок впливу та збільшити кількість варіантів розвитку подій з подальшими припущеннями їх впливу на дане явище чи процес. Автоматичний розрахунок показників та розподіл їх за критеріями породжує теоретичне припущення, але розробку певної математичної моделі для відображення просторового відображення процесу, що дозволяє запобігти створенню та розвитку критичних ситуацій та дій, з розрахунком їх теоретичних наслідків для певного ареалу [1].

Спираючись на дані характеристики варто відзначити, що геоінформаційні системи та технології мають безліч просторово- пошукових та оптимізаційних додатків та команд, що допомагають якісно виявляти основні джерела та їх об'єми під час просторового пошуку альтернативних джерел енергії. Дана специфіка пошуку може застосовуватися, не лише для насосів водного та повітряного типу, а й для виявлення: аварій в мережах, перепадів тиску у споживчому секторі, встановлення теплообмінників, розрахунку тепловтрат у мережах, контролю споживачів комунального сектору, розподілу водопостачання та інше.

Використання даного методу практичне лише для знаходження окремих ділянок за проблематикою розповсюдження певного процесу чи явища та виявлення ключових критерій розподілу даних. Для більш розгорнутого вигляду проблем та встановлення джерел їх утворення використання даного методу не є правильним та вигідним. Виявлення проблем та пропозиція варіантів їх усунення повинна передбачуватися та розраховуватися паралельно з розробкою технічної документації будинків та мереж. Серед всіх стандартів, пропонується використання ДБНів на початкових стадіях проектування, для попереднього розрахунку встановлення та пропозицій щодо встановлення альтернативних та допоміжних джерел енергії з подальшим їх проектуванням та встановленням. Беручи до уваги норми ДБН В.2.5-75 2013 року можна виокремити три великі групи споживачів за ступенем благоустрою забудов: споживачі без ванн, з ваннами та місцевими водонагрівачами, з центральним гарячим водопостачанням. В свою чергу це надає нам можливість поділу суб'єкта дослідження (міста, села, приватного будинку, підприємства, тощо) на три великі групи з виокремленням теоретичної кількості водоспоживання (для розрахунку та пропозиції для новобудов альтернативних джерел енергії) [2].

Режими водопостачання відображають практичний графік найбільш насичених періодів використання водних ресурсів, що дає змогу здійснити розрахунок реального використання води на одного жителя. А також забезпечити підігрів води в той чи інший період часу доби, ґрунтуючись на показниках теплових насосів та їхніх технічних характеристиках. Максимальні ранкові та вечірні години споживання будуть забезпечувати, автоматичне увімкнення насосів та автоматично розпочинати відбір максимально допустимих температурних норм без допомоги операторів. Що в свою чергу, зменшує вартість застосування та обслуговування даних технологій у порівнянні з централізованим водопостачання та бойлерами.

Отже, можна зробити висновок, що норми розрахункових витрат та норм споживання пропонуються, як критерії відбору для пошуку ділянок з можливим залученням альтернативних джерел енергії в контексті новобудов та вже існуючих інфраструктурних об'єктів. На основі яких, в поєднанні з кількісними показниками споживання, можна спроектувати математичну модель суб'єкта дослідження та надати пропозиції щодо видів та варіантів технологій для вилучення вторинного тепла, встановлення теплообмінників, реконструкції мереж, покращення транспортування тепла та води до споживачів, економічного розрахунку та використання ресурсів населенням. Це допоможе практичніше виділити проблеми з використанням та утилізацією води населенням, відходячи від потреби газопостачання на підігрів води та забезпечить гарячим водопостачання споживачів у літній період року з мінімальними витратами.

#### Список використаних джерел

1. Neugebauer G.; Kretschmer F.; Kollmann R.; Narodslawsky M.; Ertl T.; Stoeglehner G. Mapping thermal energy resource potentials from wastewater treatment plants, *Sustainability*, 2015, 7, 12988-13010; doi:10.3390/su71012988
2. Каналізаційні мережі на споруди: Основні положення проектування, Київ, ДБН В.2.5-75:2013.

УДК 693

## ТЕХНОЛОГІЇ ЕКОЛОГІЧНО-ЧИСТОГО БУДІВНИЦТВА БУДІВЕЛЬ І СПОРУД

Геращенко М.І., студ. гр. МБАп-181

Науковий керівник: Ющенко С.М., к.т.н., доцент

Чернігівський національний технологічний університет

Екологічно-чисте будівництво – це важливий момент розвитку інфраструктури. Постійне забруднення повітря шкідливими викидами, використання небезпечних матеріалів, користування неякісними джерелами енергоресурсів – все це фактори, що мають накопичувальну властивість негативного впливу на навколишнє середовище і життя людей. Тому технологічні рішення, що забезпечують екологічність будівництва, вкрай важливі та актуальні.

Процес екологічно-чистого будівництва на кожному етапі зведення будівлі чи споруди повинен бути обґрунтованим, доцільним, використовувати екологічні матеріали та задовольняти певним вимогам.

*Вибір екологічно чистого місця.* Місце під будівництво екологічно чистого будинку повинне відповідати наступним вимогам: віддаленість від промислових підприємств, аеропортів, магістралей, залізниць та інших об'єктів, які можуть бути джерелами забруднення повітря, шумів і вібрації; відсутність в найближчому оточенні високовольтних ліній електропередач, які є джерелом електромагнітних хвиль; показники чистоти води, повітря і ґрунту повинні знаходитися в допустимих нормах; бажано, щоб поруч були зелені масиви і водойма, наприклад, річка або озеро; місце повинне добре освітлюватися сонцем; площа ділянки повинна відповідати розмірам майбутнього будинку і господарських будівель.

*Влаштування фундаменту – вибір матеріалу.* Ідеальним поєднанням ціни і якості є пально-ростверковий фундамент, що виготовляється з арматури, піску, руберойду і екструдованого пінополістиролу. Його можна влаштовувати на ґрунтах будь-якого типу. Для більш важких будинків краще використовувати монолітну плиту. Нові технології дали життя ще одному виду фундаменту – незнімної опалубки. Існує три види незнімної опалубки: з пінополістиролу; з суміші тріски і цементу; фібrolітові. Такий фундамент не боїться води, не вимагає теплоізоляції, довговічний, але досить дорогий [1].

*Найбільш екологічні матеріали для будівництва стін.* Якщо говорити про стіни, то найбезпечнішою традиційно вважається деревина. Однак і при її використанні слід враховувати важливі фактори. По-перше, просочення, що захищають цей матеріал від вогню, грибка і комах, токсичні. Другий важливий момент – теплопровідність. Незважаючи на те, що деревина вважається теплим матеріалом, жорстким європейським вимогам її показники вже не відповідають.

Ще один матеріал натурального походження – керамоблок. Як і звичайний цегла, його виготовляють з глини, однак пори і порожнечі всередині керамоблока забезпечують набагато більш високий опір теплопередачі. Популярністю також користується газобетон – теплий, легкий і порівняно недорогий матеріал [2]. Досить цікавим екологічним матеріалом є саман – один з найбільш давніх будматеріалів. Саман є сумішшю глини, піску та соломи, яка з додаванням води доводиться до придатної для ліплення стін маси [3].

*Покрівля – захист і екологічність.* Найкрасивішим і престижним вважається мідний дах. Термін його служби досягає 100 років, але це один з найдорожчих варіантів. Не поступається за красою та екологічністю черепичний дах. Він розділяється на цементно-піщаний і керамічний (глиняний). Термін їх служби досягає 150 років. Також використовується черепиця з сучасних матеріалів: бітумна, композитна і металочерепиця [1].

*Вікна.* Природно, ідеальним матеріалом для вікон і дверей є дерево, але це дорогий варіант, який може дозволити собі не кожен забудовник. Сучасні ПВХ вікна досить безпечні для людини, надійні і практичні. Вони швидко встановлюються і зручні в експлуатації [1].

*Екологічно-чисте будівництво характеризується використанням наступних особливих технологій.*

1. Зниження втрат тепла в вентиляційній системі шляхом установки рекуператорів. Рекуперация тепла – технологія, яка допомагає значно скоротити витрати енергії на опалювання житла. Рекуператори виводять з апартаментів "відпрацьоване" повітря і наповнюють його свіжим, вуличним [4].

2. Використання сонячної енергії. Використання сонячної енергії можна розділити на два основних способи: пасивний і активний. Пасивне використання сонячної енергії – це спеціальні будівельні технології, що дозволяють максимально використовувати енергію сонця для обігріву та освітлення будівлі. Можна виділити два основних способи активного застосування сонячної енергії:

- сонячні батареї – за допомогою напівпровідникових матеріалів відбувається перетворення сонячної енергії в електричну;

- сонячні колектори – пристрої, що дозволяють перетворювати сонячну енергію в теплову [5].

3. Використання енергії з вітрових електростанцій. Вітрогенератори – це вітряні двигуни, що дозволяють перетворювати енергію вітру в електричну. У наш час з'явилися невеликі вітряні електростанції для будинку, які можна застосовувати як в замських котеджах, так і в міських квартирах [6].

4. Збирання дощової води. Для збору рідини накопичувальний резервуар підключають до водостічної системи покрівлі, з якої і буде стікати вода. Сам накопичувач може бути підземним або наземним. Зроблений він може бути з бетону, оцинкованої сталі або полімерів (наприклад, з поліетилену). Наземні баки (об'ємом до 2000 л) розміщують, як на вулиці, так і в приміщеннях. Зібрану воду найпростіше використовувати для поливу садових рослин. Для цього достатньо підключити до насоса шланг зі зрощувачем [7].

Технологія екологічно-чистого будівництва стрімко розвивається. На даний час вже відомо багато прикладів створених еко-будинків, у тому числі і на території України.

*Солом'яний будинок сучасності.* Компанія LifeHouseBuilding народилася як ініціатива еко-активістів з міста Дніпро. На основі доступних технічних рішень вони розробили технологію виготовлення стінових панелей з доступного органічного матеріалу – соломи. LifeHouseBuilding втілила понад тридцять проектів у Дніпрі, Києві, Харкові, Львові, Вінницькій області, Кам'янському, Запоріжжі та Криму. Найбільше розробники пишаються одним із своїх львівських проектів. Там був зданий в експлуатацію будинок, який виробляє більше енергії, ніж використовує [8].

*Пасивний будинок харківської компанії «Neoacre».* Харківська компанія Neoacre пропонує не просто енергоефективне житло, а так званий пасивний будинок. Ідея «пасивного» помешкання народилася у Німеччині в 1990-х роках і набирає неабиякої популярності у світі. Суть у тому, що будинки мають високоякісну теплоізоляцію

та герметичну оболонку, а енергія для їх утримання виробляється з альтернативних джерел. Це дозволяє досягти повної незалежності від постачальників енергоносіїв [8].

*Автономний будинок.* PassivDom спроектований за модульним принципом. Максимальна кількість об'єднаних блоків – чотири, площею 144 кв. м. Помешкання забезпечується енергією завдяки сонячній енергії – панелі вмонтовані у дах. Проект також може похизуватися системою очищення так званої сірої води – не дуже забрудненої води, наприклад, з душу. Керування системами будинку – температурою, освітленням, сигналізацією – відбувається через додаток на смартфоні [8].

*Італійський надрукований еко-дім.* Італійські інженери вирішили використовувати технологію «будівництво з ґрунту» в сукупності з 3D-печаткою для будівництва малобюджетного екологічного житла. Одним з першопрохідців у цій галузі стала компанія WASP, яка створила величезні 3D-принтери трикутної конфігурації, здатні в буквальному значенні слова друкувати будівлі з бруду. Демонстраційний об'єкт був надрукований за десять днів і обійшовся всього в 1035 доларів США (у вартість включені вікна, двері, Термоакустичний ізоляція, світильники та захисні покриття). В результаті вийшов справжній екобудинок, в якому використовується технологія пасивного сонячного нагріву і природна вентиляція [9].

Отже, будівельні технології постійно розвиваються, відкриваються нові перспективні методи будівництва. При цьому позитивним явищем є дотримання ідеї збереження навколишнього середовища. Важливим фактом є те, що, наслідуючи досвід західних країн, Україна також приймає участь у створенні еко-будівель та еко-споруд. Якщо ставити питання екологічно чистого будівництва як одне з найважливіших для розвитку країни і розвиватися в такому напрямку, то через певний проміжок часу можна отримати чималі заощадження та комфортні умови життя для людей. Звичайно, це відкриє нові можливості та технології, про які зараз ще не відомо.

#### Список використаних джерел

1. Заходи впливу за порушення бюджетного законодавства [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: [https://pidruchniki.com/79348/pravo/zahodi\\_vplivu\\_porushennya\\_byudzhethnogo\\_zakonodavstva#28](https://pidruchniki.com/79348/pravo/zahodi_vplivu_porushennya_byudzhethnogo_zakonodavstva#28).
2. Про затвердження переліків закладів охорони здоров'я, лікарських, провізорських посад та посад молодших спеціалістів з фармацевтичною освітою у закладах охорони здоров'я [Електронний ресурс] // Верховна Рада України. – 2002. – Режим доступу до ресурсу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0892-02>.
3. Бушев А. Двадцять лет спустя [Електронний ресурс] / Александр Бушев // Союз. Беларусь-Россия. – №10(878). – 2019. – Режим доступу до ресурсу: <https://rg.ru/2019/03/13/politolog-kirill-koktysh-o-perspektivah-soiuznogo-gosudarstva.html>.
4. Рекуператори тепла - найкраща енергозберігаюча техніка [Електронний ресурс] // PRANA – Режим доступу до ресурсу: [https://prana.org.ua/index.php?route=information/blog&blog\\_id=118](https://prana.org.ua/index.php?route=information/blog&blog_id=118).
5. Використання сонячної енергії [Електронний ресурс] // Energy. – Режим доступу до ресурсу: <https://eenergy.com.ua/baza-znan/vykorystannya-sonyachnoyi-energiyi/>.
6. Енергія вітру [Електронний ресурс] // Eco WIKI. – Режим доступу до ресурсу: <https://altenergy.in.ua/viter/>.
7. Збір і використання дощової води [Електронний ресурс] // EURO HOUSE. – Режим доступу до ресурсу: <https://eurohouse.ua/ua/statti/sbor-i-ispolzovanie-dozhdevoj-vody>.
8. Абасова С. Будинки майбутнього: хто і як створює енергоефективне житло в Україні [Електронний ресурс] / С. Абасова // Економічна правда. – 2017. – Режим доступу до ресурсу: <https://www.epravda.com.ua/publications/2017/02/24/621932/>.
9. Італійці напечатали малобюджетний екодом стоимостью всего \$1000 [Електронний ресурс] // Building TECH. – Режим доступу до ресурсу: [https://building-tech.org/italjancy-napechatali-malobjudzhethnyj-jekodom-stoimostju-vsego-1000/?fbclid=IwAR3dbOEkk3luNjgP6hsGaoyiN\\_182vojUkY1-MaQQsjRggbOXfx4zz\\_W1tA](https://building-tech.org/italjancy-napechatali-malobjudzhethnyj-jekodom-stoimostju-vsego-1000/?fbclid=IwAR3dbOEkk3luNjgP6hsGaoyiN_182vojUkY1-MaQQsjRggbOXfx4zz_W1tA).

УДК 69.032

## ЗАСТОСУВАННЯ МАТЕМАТИКИ У БУДІВНИЦТВІ

Аксютенко К.А., студ. гр. БА-181

Науковий керівник: **Мурашківська В.П.**, старший викладач,  
*Чернігівський національний технологічний університет*

Область застосування математичних законів дуже велика. Вони використовуються в багатьох галузях науки і виробництва. Математика має тісний зв'язок з будівництвом.

У Стародавній Греції - геометрія вважалася одним з розділів архітектури. Найчастіше ми зустрічаємо будівлі паралелограми і куби, але крім них в будівництві використовуються і інші геометричні фігури: циліндри, паралелепіеди, піраміди.

Будівельні завдання можуть відрізнятися за ступенем складності розрахунків. Наприклад, розрахунки на міцність, що визначають геометрію основних елементів будівлі і ступінь витривалості несучих конструкцій, відносяться до найскладніших обчислень.

Крім таких складних завдань, з точки зору математики, існують і більш прості питання, які найчастіше зустрічаються в діяльності будівельника-практика. З подібними питаннями може зіткнутися і професіонал, який капітальний ремонт. До таких завдань, які мають тільки прикладний характер можна навести, наприклад, визначення площі нестандартної фігури. Більшість кімнат в квартирах і будинках сучасного планування мають складну форму підлоги, засновану на сполученні декількох геометричних фігур: трапеції і кола, прямокутника і трикутника. Порахувати витрати на матеріал для такої площини дуже складно. Однак, використовуючи поділ складної геометричної фігури на кілька простих, можна швидко отримати потрібні результати.

Серед професійно орієнтованих математичних задач, які використовуються в будівельній практиці, найбільш поширеними є завдання на розрахунок міцності, стійкості і коливань елементів будівельних конструкцій і споруд (математичні моделі у вигляді систем лінійних рівнянь), дослідження напружено-деформованого стану стержнів, пластин і оболонок (математичні моделі у вигляді диференціальних рівнянь і їх систем), знаходження оптимального витрати матеріалів, ресурсів, сировини (математичні