

УДК 621.317.7

DOI: 10.18372/2073-4751.81.20136

Сергєєв І.Ю., к.т.н.,
orcid.org/0000-0003-3363-4328,
e-mail: igor.sergeyev@npp.kai.edu.ua,

Гамаюн В.П., д.т.н.,
e-mail: volodymyr.hamaiun@npp.kai.edu.ua

ПРОБЛЕМИ І ВИМОГИ ПРИ СТВОРЕННІ АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ ОПАЛЕННЯ ЖИТЛОВИХ ПРИМІЩЕНЬ З ПІДВИЩЕНОЮ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЮ

Державний університет «Київський авіаційний інститут

Вступ

Короткий огляд важливості систем опалення житлових будинків. Системи опалення житлових будинків відіграють ключову роль у підтримці комфортних умов проживання, особливо в регіонах з холодним кліматом [1-5]. З наближенням зимового сезону значення надійного та ефективного опалення стає першорядним для добробуту людей та сімей. Окрім простого комфорту, належне опалення необхідне для запобігання проблемам зі здоров'ям, пов'язаним з низькими температурами, таким як переохолодження та респіраторні захворювання. Крім того, воно сприяє збереженню майна, запобігаючи пошкодженням, спричиненим низькими температурами, наприклад, прориву труб.

Потреба у підвищенні енергоефективності опалення будинків. Традиційні методи опалення будинків часто передбачають використання викопних видів палива, таких як природний газ або мазут, які не лише сприяють забрудненню навколишнього середовища, але й призводять до зростання витрат на електроенергію для власників будинків. В умовах глобального занепокоєння зміною клімату та виснаженням природних ресурсів зростає необхідність переходу до більш сталих та енергоефективних рішень для опалення. Ця потреба додатково підкреслюється зростанням цін на енергоносії та бажанням власників будинків зменшити свій вуглецевий слід.

Вступ до автоматизованих систем як рішення. Визнаючи потребу в

енергоефективних опалювальних рішеннях, автоматизовані системи стають перспективним способом вирішення цих проблем. Автоматизовані системи опалення житлових будинків використовують передові технології, такі як інтелектуальні датчики, алгоритми машинного навчання та підключення до Інтернету речей (*IoT*), для оптимізації процесу опалення. Ці системи можуть інтелектуально адаптуватися до вподобань мешканців, погодних умов і теплових характеристик будівлі, що призводить до більш точного та ефективного опалення. Автоматизуючи різні аспекти процесу опалення, ці системи не лише підвищують комфорт користувачів, але й роблять значний внесок у скорочення споживання енергії і, відповідно, зниження комунальних платежів.

У цій статті ми розглянемо ключові особливості та переваги автоматизованих систем опалення житлових будинків, дослідимо, як вони підвищують енергоефективність, забезпечують економію коштів і сприяють більш сталому та екологічному підходу до опалення житла. Крім того, ми розглянемо сучасний ландшафт таких технологій, обговоримо їхній потенційний вплив на енергоспоживання в житловому секторі та ширші наслідки для більш зеленого та ефективного майбутнього.

Постановка проблеми

Традиційні системи опалення житла огляд традиційних методів опалення. Традиційні системи опалення житлових будинків довгий час покладалися на традиційні методи, такі як печі та котли, для

виробництва та розподілу тепла по всьому будинку. Печі зазвичай спалюють паливо, наприклад, природний газ або нафту, для виробництва гарячого повітря, яке потім циркулює по каналах до різних приміщень. З іншого боку, бойлери нагрівають воду, і отримана пара або гаряча вода циркулює по трубах, забезпечуючи тепло.

Ці системи були основою опалення житлових будинків протягом десятиліть, пропонуючи відносно простий спосіб підтримання температури в приміщенні. Однак технологічний прогрес і зростаюче усвідомлення екологічних проблем висвітлили обмеження і недоліки цих традиційних підходів.

Поширені проблеми та неефективність традиційних систем. Традиційні системи опалення часто стикаються з кількома загальними проблемами та недоліками, які можуть знизити їхню ефективність і сприяти підвищеному енергоспоживанню. Недостатня ізоляція, наприклад, може призвести до втрат тепла, змушуючи систему опалення працювати інтенсивніше, щоб підтримувати потрібну температуру. У повітропроводах систем з примусовою вентиляцією можуть виникати протікання, що призводить до нерівномірного нагрівання та марнотратства енергії.

Крім того, традиційним системам не вистачає адаптивності, щоб динамічно реагувати на мінливі умови. Зазвичай вони працюють за фіксованим графіком або з ручним регулюванням, що призводить до непотрібного опалення, коли мешканці

відсутні, або до надмірного споживання енергії в м'яку погоду. Відсутність точного контролю також може призвести до того, що певні зони будинку будуть перегріті, в той час як інші залишаться занадто холодними.

Вплив традиційних методів опалення на навколишнє середовище. Вплив традиційних методів опалення на навколишнє середовище викликає значне занепокоєння в епоху, коли сталий розвиток є головним пріоритетом. Спалювання викопного палива в печах і котлах призводить до викидів вуглекислого газу (CO_2) та інших забруднюючих речовин в атмосферу, що сприяє забрудненню повітря і зміні клімату. Видобуток і транспортування цих видів палива також мають екологічні наслідки, включаючи порушення середовища існування, забруднення води та деградацію ландшафту.

Окрім викидів парникових газів, традиційні системи опалення можуть передбачати використання невідновлюваних ресурсів, що ще більше виснажує обмежені запаси викопного палива. Оскільки суспільство все більше усвідомлює необхідність зменшення вуглецевого сліду та переходу на більш чисті джерела енергії, зростає попит на альтернативні рішення для опалення, які є одночасно ефективними та екологічно чистими.

Як приклад, на рис. 1, 2 і 3 показано блок-схему системи керування процесом опалення та схеми типових побутових систем опалення [1-3].

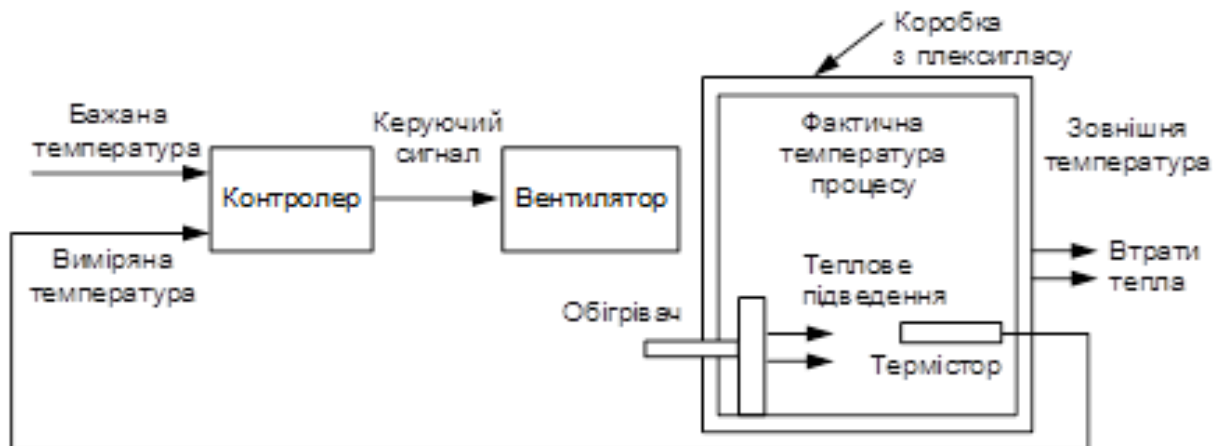


Рис. 1. Структурна схема системи керування процесом нагрівання

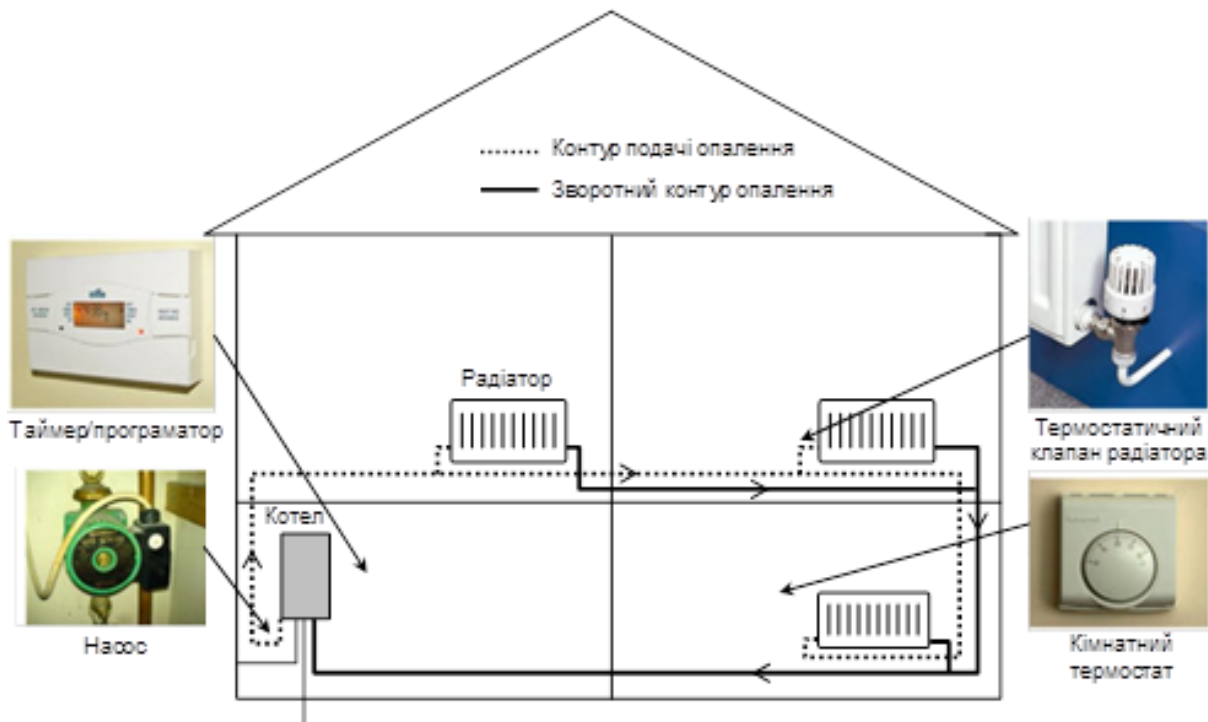


Рис. 2. Схема типової системи опалення у Великій Британії

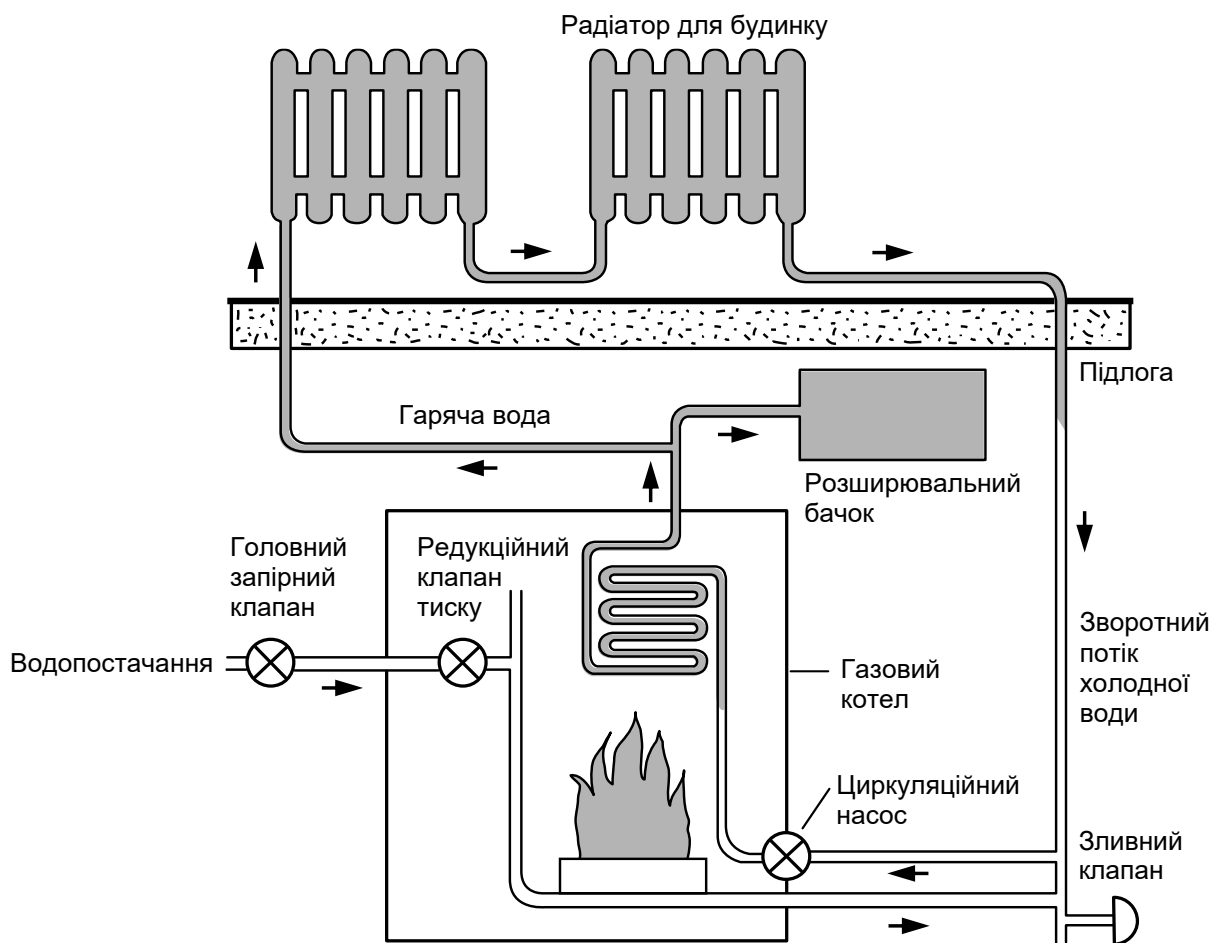


Рис. 3. Схема типової системи гідравлічного опалення

Впровадження автоматизованих систем опалення житлових приміщень з підвищеною енергоефективністю дозволяє суттєво покращувати якість житлових

приміщень, але ж при цьому необхідно вирішувати багато проблем, пов'язаних з успішністю їх побудови, що обумовлює численні вимоги до них. У наступних розділах ми розглянемо, як автоматизовані системи опалення житлових будинків вирішують ці проблеми і забезпечують більш енергоефективну альтернативу традиційним методам, а також обговоримо найважливіші вимоги до таких систем.

Основна ідея автоматизованого опалення житлових будинків полягає у створенні саморегульованої системи, яка мінімізує втрати енергії та максимізує ефективність. Постійно оцінюючи та адаптуючись до потреб будинку в опаленні, ці системи забезпечують точний контроль і оптимізують споживання енергії, що в кінцевому підсумку призводить до створення більш комфортного та сталого житлового простору.

Переваги автоматизованих систем над традиційними методами

1. Підвищена енергоефективність: Автоматизовані системи опалення перевершують за енергоефективністю традиційні методи. Здатність адаптуватися до мінливих умов у режимі реального часу означає, що енергія споживається тільки тоді, коли це необхідно, уникаючи непотрібного опалення в періоди відсутності людей або при помірних зовнішніх температурах. Така адаптивність призводить до значної економії енергії та зниження рахунків за комунальні послуги для власників будинків.

2. Точність та кастомізація: Автоматизовані системи пропонують точний контроль над температурними налаштуваннями, гарантуючи, що кожна кімната підтримує бажаний рівень тепла. Можливості кастомізації цих систем задовольняють індивідуальні уподобання, створюючи більш комфортне та персоналізоване житлове середовище.

3. Розумне навчання та адаптація: Однією з ключових переваг автоматизованих систем опалення є їхня здатність до навчання та адаптації. Алгоритми машинного навчання аналізують моделі використання, поведінку користувачів та зовнішні

фактори для постійного вдосконалення та оптимізації стратегій опалення. Це призводить до того, що система з часом стає більш ефективною, передбачаючи та реагуючи на унікальні потреби кожного домогосподарства.

4. Віддалений доступ: До багатьох автоматизованих систем опалення можна отримати доступ і керувати ними дистанційно через мобільні додатки або веб-інтерфейси. Ця функція дозволяє власникам будинків контролювати та регулювати налаштування опалення з будь-якого місця, забезпечуючи зручність та гнучкість.

Сучасні тенденції та темпи впровадження автоматизованих систем опалення

Впровадження автоматизованих систем опалення переживає помітну тенденцію до зростання, оскільки власники будинків і підприємства визнають переваги цих технологій. Зокрема, смарт-термостати набули широкої популярності, і все більше домогосподарств інтегрують їх у свої системи опалення. Ринок автоматизованих рішень для опалення розширюється завдяки підвищенню обізнаності про енергоефективність, прагненню до технологій "розумного дому" та державним стимулам, що сприяють сталому розвитку.

Оскільки попит на автоматизовані системи опалення продовжує зростати, технологічні інновації, ймовірно, ще більше розширять їхні можливості та доступність. Галузеві звіти свідчать про позитивну траєкторію в темпах впровадження цих систем, що вказує на перехід до більш інтелектуальних та екологічних рішень для опалення житла.

У наступних розділах цієї статті ми заглибимося в особливості автоматизованих систем опалення житлових будинків, досліджуючи їхні функціональні можливості, потенційні проблеми та довгостроковий вплив на енергоспоживання та екологічну стійкість.

2. Ключові компоненти автоматизованої системи опалення

Розумні термостати та їхня роль в автоматизації

Розумні термостати знаходяться в авангарді автоматизованих систем опалення житлових будинків, виконуючи роль центрального вузла управління для оптимізації температурних налаштувань. Ці пристрої виходять за рамки можливостей традиційних термостатів, оскільки мають розширені функції, такі як:

Алгоритми навчання. Розумні термостати використовують алгоритми машинного навчання, щоб зрозуміти переваги опалення та поведінку мешканців. З часом вони пристосовуються до шаблонів, автоматично регулюючи температурні налаштування для забезпечення максимального комфорту при мінімальному споживанні енергії.

Віддалений доступ. Однією з визначальних особливостей розумних термостатів є їхнє підключення до інтернету, що дозволяє користувачам керувати та контролювати налаштування опалення дистанційно. Ця можливість не тільки підвищує зручність, але й дозволяє користувачам вносити корективи в режимі реального часу на основі змін у планах або несподіваних погодних умов.

Відстеження енергоспоживання. Розумні термостати надають детальну інформацію про використання енергії, допомагаючи власникам будинків зрозуміти закономірності споживання та визначити можливості для подальшої оптимізації. Така прозорість дозволяє користувачам приймати обґрунтовані рішення щодо своїх звичок в опаленні та змінювати налаштування для більшої ефективності.

Інтеграція з датчиками присутності. Багато розумних термостатів інтегруються з датчиками зайнятості, щоб визначити, коли приміщення використовується. Ця інтеграція дозволяє системі зосередити зусилля на обігріві зайнятих приміщень, заощаджуючи енергію в порожніх зонах.

Сенсорні технології для ефективного контролю температури

Для досягнення точного та ефективного контролю температури в автоматизованих системах опалення використовуються різні сенсорні технології. Ці

датчики в режимі реального часу збирають дані про умови навколишнього середовища, присутність людей і навіть теплові характеристики різних зон у будинку. Основні сенсорні технології включають

Датчики температури. Датчики температури відстежують умови навколишнього середовища і передають дані в систему опалення, що дозволяє точно регулювати її для підтримки бажаного рівня температури.

Датчики присутності. Датчики присутності виявляють рух і присутність у певних зонах будинку. Інтегруючи цю інформацію, система опалення може оптимізувати використання енергії, зосереджуючись на обігріві приміщень, які використовуються в даний момент.

Датчики погоди. Зовнішні датчики погоди надають дані про зовнішні умови. Ця інформація має вирішальне значення для системи опалення, щоб передбачити зміни температури і заздалегідь відрегулювати налаштування, уникаючи непотрібного споживання енергії.

Датчики вологості. Датчики вологості сприяють загальному комфорту, гарантуючи, що система опалення не тільки підтримує потрібну температуру, але й регулює рівень вологості в межах заданого діапазону.

Підключення та інтеграція з іншими пристроями розумного будинку

Автоматизовані системи опалення процвітають завдяки підключенню та інтеграції з іншими пристроями розумного будинку, створюючи згуртовану та інтелектуальну екосистему. Ця інтеграція забезпечує безперебійний обмін інформацією та скоординовані дії для підвищення загальної ефективності. Ключові аспекти підключення включають

Хаби розумного будинку. Автоматизовані системи опалення часто інтегруються з хабами «розумного будинку», централізуючи управління і дозволяючи координувати роботу з іншими підключеними пристроями. Така інтеграція полегшує сценарії, коли, наприклад, термостат взаємодіє з розумними системами

освітлення, щоб оптимізувати використання енергії залежно від зайнятості приміщення.

Голосове керування. Інтеграція з голосовими віртуальними помічниками, такими як *Amazon Alexa* або *Google Assistant*, дозволяє користувачам керувати налаштуваннями опалення за допомогою голосових команд, що додає системі додатковий рівень зручності.

Інтероперабельність з пристроями Інтернету речей. Сумісність з широким спектром пристроїв Інтернету речей, таких як розумні жалюзі або віконні датчики, дозволяє системі опалення враховувати природне сонячне світло і відповідно регулювати рівень опалення, сприяючи економії енергії.

Вивчивши і зрозумівши ці ключові компоненти, домовласники можуть приймати обґрунтовані рішення щодо впровадження автоматизованих систем опалення, які відповідають їхнім уподобанням щодо комфорту, енергоефективності та загальної інтеграції "розумного" будинку. У наступних розділах ми заглибимося в практичне значення цих компонентів, розглянувши реальні сценарії та вплив автоматизованого опалення на енергоспоживання та сталість.

3. Функції енергоефективності

Алгоритми адаптивного навчання для персоналізованих графіків опалення

Алгоритми адаптивного навчання є основою енергоефективних автоматизованих систем опалення житлових будинків. Ці алгоритми, вбудовані в розумні термостати та контролери центрального опалення, постійно аналізують поведінку користувачів, їхні вподобання та теплові характеристики будинку. З часом система дізнається, коли мешканці зазвичай перебувають вдома, які температурні налаштування вони вважають за краще, і як швидко будинок нагрівається або охолоджується.

Процес адаптивного навчання дозволяє системі опалення автономно створювати персоналізовані графіки опалення. Замість того, щоб покладатися на

фіксоване програмування, система передбачає, коли вмикати опалення на основі історичних даних. Наприклад, якщо система виявляє закономірність, що мешканці повертаються додому о 18:00, вона почне обігрівати будинок трохи раніше цього часу, щоб забезпечити оптимальний комфорт після прибуття. Такий адаптивний підхід не лише максимізує комфорт, але й мінімізує втрати енергії, уникаючи непотрібного опалення, коли в будинку нікого немає.

Зональне опалення та його вплив на енергозбереження

Зональне опалення – це стратегічний підхід, який використовується автоматизованими системами для оптимізації енергоспоживання шляхом незалежного обігріву певних приміщень або зон у будинку. Традиційні системи опалення часто розглядають весь будинок як єдине ціле, що призводить до неефективності, коли певні кімнати порожні або вимагають різних температурних налаштувань. Зональне опалення вирішує цю проблему шляхом поділу будинку на окремі зони, кожна з яких має свій термостат і контроль температури.

Ключові аспекти зонального опалення включають:

Індивідуальний комфорт. Зональне опалення дозволяє мешканцям встановлювати різні температурні налаштування для різних зон будинку. Наприклад, вночі у спальнях може бути прохолодніше, тоді як у вітальні залишається комфортно тепло.

Зменшення споживання енергії. Обігрівуючи лише зайняті зони, система не витрачає енергію на обігрів незайнятих приміщень. Такий цілеспрямований підхід призводить до значної економії енергії з часом, оскільки система опалення працює більш ефективно і тільки в тих зонах, де тепло необхідне.

Опалення на основі присутності. Інтеграція з датчиками присутності ще більше розширює можливості зонального обігріву. Коли в приміщенні нікого немає, система може автоматично знизити температуру або тимчасово припинити обігрів,

що сприяє подальшому енергозбереженню.

Інтеграція відновлюваних джерел енергії для сталого опалення

Для вирішення екологічних проблем і сприяння сталому розвитку автоматизовані системи опалення житлових будинків можуть інтегруватися з відновлюваними джерелами енергії. Мета полягає в тому, щоб зменшити залежність від традиційних джерел енергії, таких як електроенергія або викопне паливо, і перейти на більш чисті альтернативи.

Ключові аспекти такої інтеграції включають:

Сонячні теплові системи. Автоматизовані системи опалення можуть бути спроектовані для роботи в тандемі з сонячними тепловими колекторами. Ці колектори використовують енергію сонця для нагрівання рідини, яка потім використовується для забезпечення тепла в будинку. Така інтеграція не тільки зменшує залежність від невідновлюваних джерел енергії, але й сприяє зниженню викидів вуглецю.

Геотермальні теплові насоси. Геотермальні теплові насоси використовують стабільну температуру землі для ефективного опалення будинків. Автоматизовані системи можуть оптимізувати роботу цих теплових насосів, гарантуючи, що вони використовуються найбільш енергоефективно на основі умов реального часу.

Інтеграція з розумною мережею. Автоматизовані системи опалення можуть підключатися до інтелектуальних електромереж, що дозволяє їм планувати опалювальні роботи в періоди меншого попиту на електроенергію. Це не лише економить витрати на електроенергію для власників будинків, але й сприяє підвищенню стабільності та ефективності енергосистеми.

Завдяки впровадженню цих функцій енергоефективності автоматизовані системи опалення житлових будинків не лише підвищують комфорт користувачів, але й сприяють більш сталому та екологічно свідомому підходу до опалення житла. У наступних розділах ми розглянемо тематичні дослідження та реальні приклади, щоб

проілюструвати відчутні переваги цих функцій енергоефективності в різних житлових умовах.

4. Практичні приклади

Висвітлюємо успішні впровадження автоматизованих систем опалення

Модернізація розумного термостата в замиському будинку: У замиському будинку традиційну систему опалення замінили на автоматизовану систему з розумним термостатом. Система проаналізувала розпорядок дня сім'ї і відрегулювала налаштування опалення залежно від кількості людей у будинку та зовнішньої температури. Домовласники повідомили про значне покращення комфорту та помітне скорочення рахунків за електроенергію, що свідчить про адаптивність та ефективність автоматизованої системи.

Зональне опалення в міській квартирі. У міській квартирі було впроваджено зональне опалення за допомогою розумних термостатів у кожній кімнаті. Обігрівуючи лише зайняті приміщення та використовуючи датчики присутності, система досягла значної економії енергії. Мешканці насолоджувалися персоналізованим комфортом у різних зонах, а пристосованість системи до різних моделей зайнятості призвела до зниження витрат на опалення на 20%.

Демонстрація економії енергії, досягнутої завдяки автоматизації

Адаптивне навчання в односімейному будинку. В одноквартирному будинку інтегрували автоматизовану систему опалення з можливостями адаптивного навчання. Система вивчила поведінку та вподобання мешканців і відповідно до них скоригувала графік опалення. Протягом року власники будинку скоротили загальне споживання енергії на 15% порівняно з попереднім роком, коли вони використовували традиційний термостат. Цей випадок демонструє довгостроковий потенціал енергозбереження за допомогою адаптивних алгоритмів навчання.

Сонячна інтеграція в екологічному житловому комплексі. В екологічно

чистому житловому комплексу було встановлено автоматизовану систему опалення, яка безперешкодно інтегрувалася з сонячними тепловими колекторами. Система віддавала перевагу використанню сонячного тепла, коли воно було доступне, і плавно переключалася на традиційні методи опалення, коли це було необхідно. В результаті власники будинку повідомили про зменшення рахунків за електроенергію на 30% та суттєве скорочення вуглецевого сліду будинку.

Відгуки та зворотній зв'язок від власників будинків, які впровадили автоматизовані системи

Власник будинку в холодному кліматі: «Перехід на автоматизовану систему опалення змінив наше життя, особливо в холодні зимові місяці. Розумний терморегулятор не тільки підтримує в нашому домі стабільно комфортну температуру, але й автоматично підлаштовується під наші звички. Ми помітно зменшили рахунки за опалення, а функція дистанційного керування є неймовірно зручною».

Зайнятий професіонал у міському середовищі: «Для мене, людини з напруженим графіком, можливість дистанційного керування системою опалення стала справжнім порятунком. Мені не потрібно турбуватися про те, що я забуду відрегулювати термостат перед виходом, і я щоразу повертаюся додому в теплий і затишний простір. Справа не тільки в комфорті, економія енергії стала приємною несподіванкою».

Екологічно свідомою родина: «Ми шукали способи зменшити наш вуглецевий слід, і інтеграція сонячної енергії в нашу систему опалення здалася нам ідеальним рішенням. Система розумно використовує сонячне тепло, коли воно доступне, і ми помітили значне зменшення нашої залежності від традиційних джерел енергії. Приємно робити внесок у збереження чистоти довкілля, насолоджуючись теплим домом».

Ці тематичні дослідження та відгуки ілюструють реальний вплив автоматизованих систем опалення житлових будинків

на комфорт та енергоефективність. Оскільки технології продовжують розвиватися, і все більше домовласників впроваджують ці інновації, кількість позитивних результатів і відгуків, ймовірно, зростатиме, що сприятиме подальшому просуванню автоматизованих систем опалення в Україні.

5. Виклики та рішення

Типові виклики при впровадженні автоматизованих систем опалення

Вартісні бар'єри. Однією з основних проблем при впровадженні автоматизованих систем опалення є початкові витрати, пов'язані з придбанням та встановленням розумних термостатів і супутніх технологій. Домовласники можуть вагатися, чи робити початкові інвестиції, незважаючи на потенційну довгострокову економію.

Сумісність з існуючою інфраструктурою. Будинки зі старими системами опалення можуть зіткнутися з проблемами сумісності при інтеграції автоматизованих рішень. Модернізація інфраструктури для підтримки нових технологій може стати значною перешкодою для деяких домовласників.

Освіта та обізнаність користувачів. Багато домовласників можуть бути не знайомі з можливостями та перевагами автоматизованих систем опалення. Недостатня обізнаність і розуміння може перешкоджати впровадженню, оскільки потенційні користувачі можуть вагатися щодо впровадження нових технологій без чіткого розуміння їхніх переваг.

Технічні проблеми та потенційні рішення

Підключення та надійність: Оптимальне функціонування автоматизованих систем опалення значною мірою залежить від підключення. Технічні проблеми, такі як перебої в роботі *Wi-Fi* або несправності пристроїв, можуть порушити безперебійну роботу цих систем. Впровадження надійних рішень для підключення та регулярне обслуговування системи можуть вирішити ці проблеми.

Складність встановлення та налаштування: Домовласники можуть вважати

встановлення та налаштування автоматизованих систем опалення складним завданням, особливо якщо їм бракує технічних знань. Виробники можуть надати вичерпні інструкції, відеоуроки та підтримку клієнтів, щоб спростити процес встановлення та забезпечити безпроблемне налаштування.

Помилки та оновлення програмного забезпечення: Як і будь-яка технологія, автоматизовані системи можуть стикатися з помилками в програмному забезпеченні або потребувати оновлень. Виробники повинні забезпечувати регулярне оновлення програмного забезпечення для усунення помилок і підвищення продуктивності системи. Зручні інтерфейси та автоматизовані процеси оновлення можуть мінімізувати збої в роботі.

Подолання опору змінам серед власників житла

Демонстрація рентабельності інвестицій (ROI). Щоб вирішити проблеми, пов'язані з витратами, виробники та представники галузі повинні підкреслити потенційну рентабельність інвестицій, пов'язаних з автоматизованими опалювальними системами. Надання чітких розрахунків щодо економії енергії та зменшення рахунків за комунальні послуги з часом може зробити початкові інвестиції більш привабливими.

Освітні та інформаційні кампанії. Подолання проблем з освітою користувачів передбачає проведення комплексних інформаційно-просвітницьких кампаній. Виробники, державні установи та постачальники енергоресурсів можуть співпрацювати, щоб розповісти домовласникам про переваги автоматизованих систем за допомогою семінарів, вебінарів та інформаційних матеріалів.

Програми заохочення. Уряди та комунальні компанії можуть запроваджувати програми заохочення для заохочення власників будинків до впровадження енергоефективних технологій. Це можуть бути податкові пільги, знижки або знижені тарифи на комунальні послуги для тих, хто

інвестує в автоматизовані системи опалення.

Зручні інтерфейси: Виробники повинні надавати пріоритет зручному інтерфейсу та інтуїтивно зрозумілому дизайну, щоб зробити автоматизовані системи опалення доступними для широкої аудиторії. Прості процеси налаштування, зручні для навігації додатки та зрозумілі посібники користувача сприяють позитивному користувацькому досвіду.

Вирішуючи ці проблеми шляхом поєднання технологічних інновацій, освіти та програм заохочення, можна прискорити впровадження автоматизованих систем опалення в житлових будинках. Подолання опору змінам вимагає спільних зусиль виробників, політиків та зацікавлених сторін галузі для створення середовища, в якому домовласники не лише усвідомлюють переваги, але й мотивовані до переходу на більш ефективні та сталі рішення для опалення.

6. Майбутні розробки

Нові технології в автоматизованих системах опалення

Удосконалення сенсорних технологій. Майбутні автоматизовані системи опалення, ймовірно, включатимуть більш досконалі сенсорні технології, такі як вдосконалені датчики присутності та датчики навколишнього середовища. Ці датчики надаватимуть системі ще більш деталізовані дані для аналізу, що дозволить ще краще контролювати процеси опалення.

Предиктивна аналітика. Інтеграція предиктивної аналітики в автоматизовані системи опалення дозволить їм передбачати потреби в опаленні на основі історичних даних, прогнозів погоди та поведінки користувачів. Такий проактивний підхід сприятиме подальшому підвищенню енергоефективності за рахунок превентивного коригування налаштувань відповідно до очікуваних умов.

Покращений зв'язок з розумними пристроями. У майбутньому ми побачимо посилення інтеграції та сумісності з більш широким спектром пристроїв «розумного» будинку. Автоматизовані системи

опалення можуть безперешкодно взаємодіяти з розумними жалюзі, вікнами та дверима, щоб оптимізувати використання енергії, використовуючи природне освітлення та вентиляцію.

Потенційні досягнення у сфері енергоефективності та сталого розвитку

Інтеграція відновлюваних джерел енергії. Очікується, що інтеграція автоматизованих систем опалення з відновлюваними джерелами енергії стане більш безперешкодною. Вдосконалені системи можуть автоматично коригувати стратегії опалення залежно від наявності відновлюваної енергії, максимально використовуючи чисту енергію та мінімізуючи залежність від традиційних джерел.

Рішення для зберігання енергії. Автоматизовані системи опалення можуть використовувати досягнення в технологіях зберігання енергії, такі як вдосконалені акумулятори, для зберігання надлишкової енергії в періоди низького попиту. Ця накопичена енергія потім може бути використана під час пікового попиту, сприяючи підвищенню стабільності та ефективності енергосистеми.

Стандарти зеленого будівництва. Майбутні розробки можуть стати свідками більшої відповідності стандартам і сертифікації «зеленого» будівництва. Автоматизовані системи опалення можуть відігравати ключову роль у досягненні та підтримці цих стандартів, постійно оптимізуючи використання енергії та сприяючи досягненню загальних цілей сталого розвитку.

Роль штучного інтелекту у формуванні майбутнього житлового опалення

Глибоке навчання та адаптивність. Штучний інтелект (ШІ) відіграватиме центральну роль в еволюції автоматизованих систем опалення. Вдосконалені алгоритми машинного навчання, включаючи моделі глибокого навчання, підвищать адаптивність цих систем шляхом постійного навчання на основі поведінки користувачів, змін у навколишньому середовищі та продуктивності системи. Персоналізована оптимізація комфорту: Системи

опалення, керовані штучним інтелектом, ще більше персоналізують комфорт, аналізуючи індивідуальні вподобання, розпорядок дня і навіть дані про стан здоров'я. Система може адаптуватися не лише до температурних вподобань, але й до таких факторів, як циркадні ритми та вподобання щодо теплового комфорту для різних вікових груп.

Прогнозоване обслуговування. Алгоритми штучного інтелекту можна використовувати для профілактичного обслуговування, виявляючи потенційні проблеми до того, як вони призведуть до збоїв у роботі системи. Такий проактивний підхід може підвищити надійність і довговічність систем опалення, зменшити час простою і витрати на обслуговування.

Динамічне керування навантаженням. ШІ може полегшити динамічне керування навантаженням, аналізуючи попит на енергію та стан мережі в режимі реального часу. Автоматизовані системи опалення, оснащені ШІ, можуть коригувати графіки опалення на основі загального попиту на енергію, сприяючи створенню більш збалансованої та стійкої енергосистеми.

У міру розвитку цих тенденцій автоматизовані системи опалення житлових будинків стануть не тільки більш інтелектуальними та енергоефективними, але й невід'ємними компонентами "розумних", екологічно чистих будинків. Поєднання нових технологій, досягнень у сфері енергоефективності та зростаючої ролі штучного інтелекту сформує нову еру в опаленні житла, пропонуючи підвищений комфорт, зменшений вплив на навколишнє середовище та більший контроль над енергоспоживанням.

7. Міркування для власників будинків

Аналіз витрат і вигод від впровадження автоматизованих систем опалення

Початкові витрати проти довгострокової економії. Домовласники повинні провести ретельний аналіз витрат і вигод при розгляді питання про

впровадження автоматизованих систем опалення. Хоча початкові витрати можуть здаватися значними, дуже важливо зважити їх порівняно з довгостроковою економією на рахунках за електроенергію та потенційним збільшенням вартості нерухомості.

Рентабельність інвестицій (ROI). Оцініть очікувану рентабельність інвестицій, підрахувавши економію енергії та потенційне скорочення витрат на обслуговування протягом усього терміну експлуатації автоматизованої системи опалення. Розуміння періоду окупності допоможе домовласникам приймати обґрунтовані рішення щодо фінансової доцільності модернізації.

Підвищення вартості будинку. Розглянемо потенційний вплив автоматизованої системи опалення на загальну вартість будинку. Енергоефективні характеристики стають все більш привабливими для покупців житла, а модернізована система опалення може сприяти підвищенню вартості перепродажу.

Державні стимули та знижки на енергоефективну модернізацію будинків

Вивчіть місцеві програми. Домовласники повинні вивчити державні стимули та програми знижок на місцевому, державному та федеральному рівнях, які підтримують енергоефективну модернізацію житла. Ці програми часто пропонують фінансові стимули, податкові кредити або знижки за впровадження технологій, що підвищують енергоефективність.

Сертифікація енергоефективності. Деякі програми стимулювання вимагають, щоб будинки відповідали певним стандартам енергоефективності. Домовласники повинні перевірити, чи відповідає обрана ними автоматизована система опалення відповідним сертифікатам, щоб мати право на отримання доступних стимулів.

Проконсультуйтеся з енергетичними агентствами. Зверніться до місцевих енергетичних агентств або постачальників комунальних послуг, щоб дізнатися про доступні програми. Ці організації часто надають інформацію про фінансові

стимули і можуть запропонувати енергоаудит для виявлення додаткових можливостей для енергозбереження.

Поради щодо вибору та встановлення автоматизованих систем опалення

Оцініть сумісність будинку. Перш ніж вибрати автоматизовану систему опалення, оцініть її сумісність з існуючою інфраструктурою. Візьміть до уваги такі фактори, як тип наявної системи опалення, вік будинку та стан ізоляції. Деякі системи можуть потребувати модернізації або модифікації для досягнення оптимальної продуктивності.

Зрозумійте особливості системи. Ознайомтеся з особливостями та можливостями різних автоматизованих систем опалення. Подумайте, чи пропонує система адаптивне навчання, зональне опалення та інтеграцію з іншими пристроями розумного будинку. Розуміння цих особливостей допоможе власникам будинків вибрати систему, яка відповідає їхнім уподобанням і стилю життя.

Встановлення професіоналами. Хоча деякі домовласники можуть вибрати монтаж своїми руками, часто рекомендується, щоб автоматизовані системи опалення встановлювали професіонали. Професійний монтаж гарантує оптимальне функціонування системи та знижує ризик виникнення технічних проблем.

Регулярне технічне обслуговування. Забезпечте регулярне технічне обслуговування автоматизованої системи опалення, щоб підтримувати її в найкращому стані. Дотримуйтеся рекомендацій виробника щодо обслуговування та негайно вирішуйте будь-які проблеми, щоб запобігти збоям у роботі.

Вивчіть варіанти підключення. Розгляньте варіанти підключення, які пропонує система, наприклад, мобільні додатки або інтеграцію з хабом розумного будинку. Виберіть систему, яка відповідає вашим уподобанням щодо дистанційного керування та моніторингу, забезпечуючи зручність і гнучкість.

Ретельно зваживши ці фактори, власники будинків можуть приймати обґрунтовані рішення щодо впровадження автоматизованих систем опалення. Інтеграція енергоефективних технологій не тільки підвищує комфорт і стійкість, але й позиціонує будинки як такі, що відповідають новим екологічним стандартам і сприяють більш енергосвідомому майбутньому.

Висновки

1. Отже, впровадження автоматизованих систем опалення житлових будинків є революційним кроком на шляху до створення більш комфортних, ефективних і стійких будинків. У цій статті ми розглянули численні переваги цих систем, зокрема

Енергоефективність: Автоматизовані системи опалення оптимізують споживання енергії, пристосовуючись до поведінки користувачів, кількості мешканців та умов навколишнього середовища, що призводить до значної економії коштів та зменшення впливу на навколишнє середовище.

Індивідуальний комфорт: Здатність цих систем до адаптивного навчання дозволяє персоналізувати температурні налаштування, забезпечуючи оптимальний комфорт для кожного мешканця в різних частинах будинку.

Розумна інтеграція: Безперешкодна інтеграція з іншими пристроями «розумного будинку» та відновлюваними джерелами енергії підвищує загальну інтелектуальність і стійкість систем опалення житлових будинків.

Державне стимулювання: Домовласники можуть скористатися різними державними стимулами та програмами знижок, щоб компенсувати початкові витрати і зробити перехід на енергоефективні рішення більш фінансово привабливим.

2. Використання енергоефективних рішень, таких як автоматизовані системи опалення, не лише сприяє вашому особистому комфорту та фінансовому благополуччю, але й робить внесок у колективні зусилля з побудови більш сталого майбутнього. Приймаючи обґрунтовані

рішення та використовуючи наявні стимули, ви відіграєте вирішальну роль у зменшенні вуглецевого сліду, збереженні енергоресурсів та сприянні впровадженню екологічно чистих технологій.

Подумайте про довгострокові переваги скорочення рахунків за електроенергію, підвищення вартості нерухомості та позитивний вплив на навколишнє середовище. Початкові інвестиції в автоматизовану систему опалення – це інвестиції не тільки у ваш будинок, але й у добробут планети.

3. Майбутнє систем опалення житлових будинків має величезні перспективи завдяки постійному технологічному прогресу, підвищенню обізнаності про екологічну стійкість та зростаючому попиту на «розумні» та енергоефективні будинки. Рухаючись вперед, ми можемо передбачати:

Постійні технологічні інновації: Нові технології, включаючи вдосконалені датчики, алгоритми машинного навчання та штучний інтелект, продовжуватимуть розширювати можливості систем опалення житлових будинків, забезпечуючи ще більш інтелектуальні та адаптивні рішення.

Більша інтеграція з відновлюваними джерелами енергії: Очікується, що інтеграція автоматизованих систем опалення з відновлюваними джерелами енергії стане більш поширеною, що сприятиме переходу до більш чистого та сталого опалення.

Широке впровадження: Зі зростанням обізнаності та стимулюванням урядами енергоефективної модернізації, впровадження автоматизованих систем опалення, ймовірно, стане більш поширеним. Цей колективний перехід до екологічно чистих рішень сприятиме формуванню більш енергосвідомого суспільства.

Отже, шлях до більш зеленого та ефективного майбутнього починається вдома. Впроваджуючи автоматизовані системи опалення житла та роблячи свідомий вибір на користь зменшення споживання енергії, власники будинків можуть

відігравати ключову роль у формуванні сталого та комфортного середовища проживання для наступних поколінь.

Література

1. Sridhar A. et al. Identifying hybrid heating systems in the residential sector from smart meter data. *Journal of Building Engineering*. 2023. Vol. 74. 106867.
2. Borissova D. I. et al. Using IoT for Automated Heating of a Smart Home by Means of OpenHAB Software Platform. *IFAC-PapersOnLine*. 2022. Vol. 55, iss. 11. P. 90–95.
3. Pozas B. M. et al. A Methodology for Designing an Automated System to Improve the Thermal Performance of a Large

Building in Operation. URL: <https://www.mdpi.com/2075-5309/13/8/1938>.

4. Schuetz P. et al. Automated modeling of residential buildings and heating systems based on smart grid monitoring data. *Energy and Buildings*. 2020. Vol. 229. 110453. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378778820318119>.
5. Mancini F., Basso G. L., de Santoli L. Energy Use in Residential Buildings: Impact of Building Automation Control Systems on Energy Performance and Flexibility. *Energies*. 2019. Vol. 12(15). 2896. DOI: 10.3390/en12152896.

Сергеев І.Ю., Гамаюн В.П.

ПРОБЛЕМИ І ВИМОГИ ПРИ СТВОРЕННІ АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ ОПАЛЕННЯ ЖИТЛОВИХ ПРИМІЩЕНЬ З ПІДВИЩЕНОЮ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЮ

В статті детально обговорюються проблеми і вимоги при створенні автоматизованої системи опалення житлових приміщень з підвищеною енергоефективністю, досліджується трансформаційний потенціал таких автоматизованих систем.

Обговорення починається з огляду важливості систем опалення житлових будинків, підкреслюючи необхідність підвищення енергоефективності в умовах екологічних проблем і зростання цін на енергоносії. Впровадження автоматизованих систем представлено як перспективне рішення, що використовує передові технології, такі як інтелектуальні датчики, алгоритми машинного навчання та підключення до Інтернету речей.

У статті розглядаються проблеми, пов'язані з традиційними методами опалення, включаючи загальну неефективність і вплив на навколишнє середовище, що прокладає шлях до всебічного розуміння переваг, які пропонують автоматизовані системи. Крім того, у статті підкреслюється роль державних стимулів і знижок у просуванні енергоефективної модернізації житла, а також надаються практичні поради для власників будинків, які розглядають можливість впровадження автоматизованих систем опалення. Вивчення нових технологій, досягнень у сфері енергоефективності та інтеграції штучного інтелекту дає змогу зазирнути в майбутнє житлового опалення.

Насамкінець стаття підкреслює переваги автоматизованих систем опалення, заохочує домовласників до впровадження енергоефективних рішень і дає уявлення про еволюцію систем опалення в житловому секторі. Впровадження цих технологій представлено не лише як засіб підвищення особистого комфорту та зменшення рахунків за електроенергію, але й як важливий крок до побудови більш сталого та екологічно свідомого майбутнього.

Ключові слова: системи опалення житла; енергоефективність; автоматизовані системи; розумні термостати; зональне опалення.

Sergeyev I.Y., Gamayun V.P.

PROBLEMS AND REQUIREMENTS WHEN CREATING AN AUTOMATED HEATING SYSTEM FOR RESIDENTIAL PREMISES WITH INCREASED ENERGY EFFICIENCY

The article discusses in detail the problems and requirements for creating an automated residential heating system with increased energy efficiency and explores the transformational potential of such automated systems.

The discussion begins with an overview of the importance of residential heating systems, emphasizing the need for increased energy efficiency in the face of environmental concerns and rising energy costs. The introduction of automated systems is introduced as a promising solution, leveraging advanced technologies such as smart sensors, machine learning algorithms, and IoT connectivity.

The article delves into the challenges posed by traditional heating methods, including common inefficiencies and environmental impacts, paving the way for a comprehensive understanding of the advantages offered by automated systems. Additionally, the article emphasizes the role of government incentives and rebates in promoting energy-efficient home upgrades, providing practical tips for homeowners considering the adoption of automated heating systems. The exploration of emerging technologies, advancements in energy efficiency, and the integration of artificial intelligence offers a glimpse into the future of residential heating.

In conclusion, the article underscores the benefits of automated heating systems, encourages homeowners to embrace energy-efficient solutions, and provides insights into the evolving landscape of residential heating systems. The adoption of these technologies is presented not only as a means of improving personal comfort and reducing energy bills but also as a critical step towards building a more sustainable and environmentally conscious future.

Keywords: *residential heating systems; energy efficiency; automated systems; smart thermostats; zone heating.*