

Сергій Володимирович Дяченко

аспірант кафедри теплогазопостачання і вентиляції

Харківський національний університет міського господарства імені О. М. Бекетова (Харків, Україна)

E-mail: dyachenkosv460@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0187-0684>

РЕКОНСТРУКЦІЯ СИСТЕМИ ОПАЛЕННЯ ЯК ЕЛЕМЕНТ ТЕРМОМОДЕРНІЗАЦІЇ СТАРИХ БАГАТОПОВЕРХОВИХ ЖИТЛОВИХ БУДИНКІВ

У статті проаналізовано технічний стан існуючих внутрішньобудинкових систем опалення та визначено основні проблеми великих втрат теплової енергії житловими будинками масової забудови другої половини XX століття. Розглянуто відомі технічні рішення щодо модернізації систем опалення, які сприяють зниженню втрат енергоресурсів та покращенню комфортних умов проживання населення. Запропоновано новий спосіб реконструкції системи опалення багатоповерхового житлового будинку, при якому здійснюється перебудова вертикальних одноконтурних систем на двоконтурні горизонтальні поквартирні з установкою квартирних лічильників тепла і регулюванням температури в кожній квартирі без зміни джерела теплопостачання. Наведено порівняльний техніко-економічний аналіз трьох варіантів перебудови системи опалення запропонованим способом.

Ключові слова: тепла енергія; огорожувальні конструкції; перебудова; економія; облік тепла; регулювання; споживач.

Рис.: 2. Табл.: 2. Бібл.: 11.

Актуальність теми дослідження. Для будь-якої держави одним із ключових завдань є економія енергоресурсів. Для України це питання набуло особливої актуальності, адже від ефективного споживання енергії залежить її енергетична безпека.

Згідно з [1] споживач теплової енергії – це фізична або юридична особа, яка використовує теплову енергію на підставі договору. Проте з технологічного погляду під споживачем розуміється не лише окремий споживач, а й об'єкти споживання (будівлі, споруди, населені пункти, райони та мікрорайони) [2].

Найменш ефективною ланкою в системі «генерація тепла – теплові мережі – споживач» є споживач (житловий сектор), на який припадає понад 60 % втрат теплової енергії. Зовнішні огорожувальні конструкції є головною причиною надмірних втрат. В Україні більшість багатоквартирних житлових будинків (близько 80 %) належать до «старих» будинків забудови другої половини XX століття, які з моменту будівництва мали низькі показники теплової ізоляції будівельних конструкцій. Теплозахисні вимоги до зовнішніх стін, перекриттів, дахів та підвалів, віконних конструкцій, дверей у тодішніх будівельних нормах були в декілька разів нижчими, аніж у сучасних. Нині в таких будинках проживає більшість населення, яке систематично перевитрачає понад 30 % своїх коштів на потреби опалення.

Ще однією причиною є недосконалість конструкцій систем опалення. Усі цегляні та панельні «старі» будинки обладнані однотипними внутрішньобудинковими вертикальними одноконтурними системами, які являють собою умовний нагрівальний прилад, що опалює увесь будинок загалом, а не кожен окрему квартиру, розташовану в ньому.

Підключення нагрівальних приладів організоване за паралельно-послідовною схемою. За такого підключення температура теплоносія, що подається до нагрівального приладу, повністю залежить від його місця розташування. При організації верхньої подачі теплоносія чим нижче розташовується прилад, тим нижче була його температура. При організації нижньої подачі теплоносія зниження температури відбувається навпаки: знизу вгору [3].

Крім того, існуюча система опалення володіє двома істотними конструктивними недоліками – її неможливо регулювати та самостійно визначати кількість спожитої теплової енергії однією квартирою.

Постановка проблеми. Термомодернізація будівель, встановлення терморегуляторів на нагрівальних приладах, модернізація устаткування джерел тепла, заміна трубопроводів теплових мереж на попередньо ізольовані труби [4] – розробка та впровадження

цих заходів сприяє удосконаленню роботи системи теплопостачання та дає досить відчутний економічний ефект – зменшуються втрати палива на джерело теплопостачання, а отже, знижується його кінцева вартість для споживача теплової енергії, з'являється потреба для індивідуального обліку споживання теплової енергії.

Однак у «старих» будинках реалізація індивідуалізації неможлива без реконструкції існуючих внутрішньобудинкових вертикальних одноконтурних систем опалення. Це потребує нових технічних рішень, що будуть сприяти вирішенню досить складної та багатогранної проблеми – збереженню енергоресурсів житловим сектором.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Дослідження бази патентних даних України та проведений аналіз наукових публікацій дозволив виявити технічні рішення, які були спрямовані на зменшення втрат енергоресурсів та покращення комфортних умов проживання населення.

Проаналізовано особливості способу реконструкції системи опалення будівлі [5], у якому монтаж подавального та зворотного стояків здійснюється із зовнішнього боку фасадної стіни з подальшим підключенням нагрівальних приладів (радіаторів) до відповідних трубопроводів та утепленням зовнішніх поверхонь труб теплоізоляційними матеріалами. Застосування такого способу є складним у реалізації у зв'язку з відсутністю запропонованих технічних рішень щодо його практичного впровадження та неефективним розміщенням елементів системи щодо фасаду будівлі.

Не менш відомим є трубопровід рециркуляційної системи, що містить подавальну та зворотну магістралі, об'єднані спільною теплоізоляційною оболонкою [6]. Однак його монтаж є складним і матеріаломістким, супроводжується значними витратами та потребує додаткового обладнання.

Спосіб реконструкції системи водяного опалення багатоповерхового багатоквартирного житлового будинку [7] хоча й дозволяє здійснювати перебудову одноконтурної системи опалення у двоконтурну, але має обмеження, пов'язані з гідравлічним балансом, складністю монтажу, низькою адаптивністю до сучасних вимог енергоефективності та експлуатації.

У системі центрального опалення [8] радіатори мають нижнє підведення гарячої води та верхній відвід охолодженої, що сприяє узгодженню турбулентних і ламінарних потоків із природною конвекцією, підвищуючи ефективність теплообміну. Однак застосування такої схеми буде ефективним за умови лише використання теплоносія з температурою понад 90–95 °С.

Особливістю роботи [9] є акцент на взаємозв'язок між технічним станом огорожувальних конструкцій будинку та необхідністю модернізації існуючих інженерних комунікацій з установленням лічильників тепла та газу. Таке технічне рішення забезпечує зменшення енергоресурсів та продовжує термін експлуатаційної придатності будинку.

У роботі [10] автором проаналізовано причини втрат теплової енергії в існуючих будинках та запропоновано декілька варіантів глибокої термомодернізації, що включають модернізацію системи опалення, утеплення зовнішніх стін та даху, заміну вікон і дверей у місцях загального користування. Такі заходи дадуть змогу скоротити енергоспоживання і одночасно знизити питомі втрати на опалення в кожній будівлі.

Виділення недосліджених частин загальної проблеми. Незважаючи на наявність раніше запропонованих технічних рішень та наукових публікацій, присвячених енергоефективності житлового сектору, комплексна реконструкція внутрішньобудинкових систем опалення залишається досить складною та багатогранною проблемою з численними прогалинами. Системний аналіз дозволив виявити низку малодосліджених або недосліджених напрямів, що вимагають подальшого вивчення. Значної уваги потребує проблема налагодження фінансово-організаційного механізму в ланцюгу «споживач–держава–ін-

вестор», який би враховував соціально-економічні умови та підвищив рівень довіри населення до енергоефективних заходів. Недостатньо у вітчизняній науковій літературі висвітлено питання впливу сучасних засобів індивідуального регулювання на динаміку зниження енергоспоживання в умовах реальної експлуатації. На сьогодні є обмежена кількість досліджень, які б розкривали специфіку впровадження енергоефективних технологій та рекомендацій щодо реконструкції систем опалення в морально та фізично застарілому житловому фонді. Таким чином, виявлені аспекти визначають перспективні напрями для подальших наукових досліджень над питаннями енергоефективної модернізації житлового сектору України.

Метою цього дослідження є обґрунтування доцільності удосконалення роботи теплопостачання існуючих житлових будинків шляхом перебудови їхніх внутрішньобудинкових систем опалення.

Виклад основного матеріалу. У містах та населених пунктах України всі багатоповерхові будинки живляться від ТЕЦ, районних, квартальних або місцевих котелень. Останнім часом спостерігається різке скорочення промислової та господарської теплової завантаженості, що призводить до недозавантаженості багатьох джерел теплопостачання, які ще не відпрацювали свій технічний ресурс і є доволі економічними. На відміну від внутрішньобудинкових систем опалення, їхній технічний стан не вимагає термінової реконструкції. Тому з економічного погляду збереження діючих джерел є важливим завданням.

Дослідження проводилися в одному з райцентрів Харківської області. Житлові будинки, що підключені до централізованого теплопостачання, споживають понад 60 % теплової енергії від загальної кількості тепла.

До основних факторів неекономічного споживання теплової енергії належать відсутність можливості регулювання температури та обліку спожитої енергії кожною квартирою [11], наявність на вводах будинків лише загальнобудинкових лічильників тепла, незадовільний технічний стан внутрішньобудинкових систем опалення, відсутність наладки їхніх гідравлічних та теплових режимів та понаднормативні втрати теплоносія. Тому досягнення енергоефективності можливе лише за умови усунення цих факторів.

Перебудова вертикальних однотрубних систем на двотрубні горизонтальні поквартирні з установкою квартирних лічильників тепла й регулюванням температури в кожній квартирі є єдиним шляхом для вирішення цієї проблеми.

Крім того, досвід експлуатації систем теплозабезпечення в сучасних умовах виявив критичну вразливість вертикальних однотрубних систем опалення: навіть часткове їх пошкодження на рівні однієї квартири призводить до тривалого відключення всієї системи з повним зливом теплоносія та залишає десятки мешканців будинку без тепла.

Наукова новизна полягає в запропонованій методиці виконання будівельно-монтажних робіт при реконструкції внутрішньобудинкової системи опалення і на сьогодні є новою та досить актуальною та може бути застосована в процесі відновлення пошкодженої або застарілої інфраструктури в багатоповерхових житлових будинках.

До її основних особливостей належать:

1. Реконструкція здійснюється без зміни діючого джерела теплопостачання. Це дозволяє усунути потребу в установці дорогих індивідуальних теплових пунктів, експлуатація та технічне обслуговування яких вимагає не тільки залучення сторонніх організацій, що спеціалізуються зокрема й на промиванні теплообмінників та ремонті регулювальної арматури, але й високої якості мережевої води. Недотримання цих вимог істотно знижує надійність та тривалість терміну експлуатації теплових пунктів.

2. Монтажні роботи можна здійснювати протягом року без відселення мешканців будинку та довготривалої зупинки загальнобудинкової системи опалення під час проведення робіт в опалювальний період.

3. Реконструкція передбачає одночасну роботу двох систем опалення: «старої» однотрубною вертикальною та «нової» двотрубною горизонтальною поквартирною. Це дозволяє впроваджувати нову систему поетапно.

4. Спосіб монтажу трубопроводів. Він здійснюється із застосуванням пластикових труб, що відповідають всім необхідним технічним характеристикам. Розміщення подавального і зворотного стояків відбувається за межами квартир на сходових клітках як відкритим, так і закритим способом. На рис. 1 зображено фрагмент відкритого способу. Таке технічне рішення дозволяє підтримувати комфортні умови не лише у квартирах, але й у місцях загального користування.



Рис. 1. Фрагмент прокладання подавального та зворотного трубопроводів на сходовій клітці

Джерело: розроблено автором.

Як бачимо, трубопроводи мають естетичний вигляд, надійно теплоізовані та захищені від випадкових пошкоджень та не перешкоджають мешканцям будинку переміщатися по сходах. Через вузли розподільного обліку теплової енергії відбувається підключення гілок горизонтальних двотрубних систем опалення з подальшим прокладанням безпосередньо у квартирі над підлогою зі зміною схеми підключення нагрівального приладу.

Встановлення терморегуляторів, які забезпечують автоматичне підтримання заданого температурного режиму в приміщенні шляхом регулювання обсягу подаваного теплоносія, можливе як на одному, так і на всіх нагрівальних приладах у квартирі.

Наявність автоматичних повітровідвідників (рис. 2) дає мешканцям можливість самостійного заповнення та запуску системи опалення без залучення обслуговуючого персоналу теплопостачальної організації.

У роботі розглянуто три варіанти перебудови систем опалення вищенаведеним способом:

1. Повна заміна існуючих вертикальних однотрубних систем на двотрубною горизонтальні поквартирні з установкою квартирних лічильників тепла й регулюванням температури в кожній квартирі.

2. Часткова заміна (в межах одного під'їзду) існуючих вертикальних однотрубних систем на двотрубною горизонтальні поквартирні з установкою квартирних лічильників тепла і регулюванням температури в кожній квартирі, що включає капремонт та наладку існуючої системи опалення.

3. Капітальний або поточний ремонт систем опалення будинків та їх наладка без реконструкції.



Рис. 2. Фрагмент встановлення квартирного лічильника тепла та повітровідвідника
Джерело: розроблено автором.

Орієнтовна вартість робіт відповідно до варіанта № 1 наведено в табл. 1.

Таблиця 1 – Орієнтовна вартість (тис. грн) робіт відповідно до варіанта № 1

Житлові приміщення різної кімнатності	Прокладка нових труб	Заміна нагрівальних приладів	Установка лічильника тепла в квартирах	Установка відмикаючих кранів	Установка терморегуляторів	Вартість загальнобудівельних робіт	Затрати на перебудову будинкової системи	Загальна вартість робіт
Однокімнатна	4,2	2,2	8,6	0,26	2,48	0,4	5,78	23,92
Двокімнатна	6,8	3,3	8,6	0,4	3,72	0,5	2,93	26,25
Трикімнатна	7,5	4,4	8,6	0,52	4,96	0,6	4,18	30,76
Чотирикімнатна	7,8	5,5	8,6	0,65	6,2	0,7	4,53	33,98

Джерело: розроблено автором.

З табл. 1 бачимо, що за умови проведення перебудови системи за варіантом № 1 орієнтовна розрахункова вартість становитиме 320 538,54 тис. грн, з яких приблизно 60 %, або 192 323,1 тис. грн – це кошти власників квартир.

Орієнтовна вартість робіт відповідно до варіанта № 3 наведено в табл. 2.

Таблиця 2 – Орієнтовна вартість робіт відповідно до варіанта № 3

Житлові приміщення різної кімнатності	Заміна труб на нові	Заміна нагрівальних приладів	Установка відмикаючих кранів	Вартість загальнобудівельних робіт	Затрати на ремонт будинкової системи	Загальна вартість робіт
Однокімнатна	4,2	2,2	0,26	0,4	5,78	12,84
Двокімнатна	6,8	3,3	0,4	0,5	2,93	13,93
Трикімнатна	7,5	4,4	0,52	0,6	4,18	17,2
Чотирикімнатна	7,8	5,5	0,65	0,7	4,53	19,8

Джерело: розроблено автором.

Згідно з даними, наведеними в табл. 2, при реалізації варіанта № 3 орієнтовна розрахункова вартість становитиме 177 884,58 тис. грн. За цим варіантом фінансування робіт власниками квартир не передбачено.

Порівняльний аналіз наведених варіантів свідчить, що обсяги робіт у варіантах № 1 та № 3 відрізняються лише наявністю або відсутністю встановлення квартирних лічильників тепла. Інші елементи робіт залишаються практично ідентичними.

Отже, вартість реалізації варіанта № 2 буде відрізнятися лише часткою квартир, у яких буде відбуватися перебудова на двотрубну систему з квартирними лічильниками тепла, і коливатиметься в межах витрат, необхідних для реалізації варіантів № 1 або № 3. У зв'язку з цим економічне порівняння варіанта № 2 з іншими є недоцільним.

Виходячи з вище згаданого, найбільш прийнятним варіантом перебудови системи опалення буде варіант № 1 – повна заміна існуючих вертикальних однотрубних систем на двотрубні горизонтальні поквартирні з установкою квартирних лічильників тепла й регулюванням температури в кожній квартирі.

Висновки. В Україні більшість багатоквартирних житлових будинків (близько 80 %) з моменту будівництва мають низькі показники теплової ізоляції будівельних конструкцій та недосконалі системи опалення, які не дають можливості мешканцям можливості для економного споживання теплової енергії. Це призводить до надмірних витрат теплової енергії.

Розглянутий спосіб реконструкції системи опалення має низку важливих переваг, серед яких слід відзначити можливість індивідуального регулювання споживання теплової енергії кожною квартирою, збереження належного рівня комфортного проживання у квартирах, підвищення стимулу мешканців до реалізації заходів з термомодернізації огорожувальних конструкцій, багаторазового скорочення витрат на технічне обслуговування та ремонт системи опалення, підвищення її надійності, зменшення витрат теплової енергії майже в чотири рази.

Таким чином, досягнення високих показників енергозбереження можливе лише за умови виконання комплексної термомодернізації житлових будинків та повної заміни існуючих внутрішньобудинкових вертикальних однотрубних систем опалення.

Список використаних джерел

1. Про теплопостачання, Закон України № 2633-IV (2024) (Україна). <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2633-15#Text>.
2. Державні будівельні норми України (2008). *Інженерне обладнання будинків і споруд. Зовнішні мережі та споруди. Теплові мережі* (ДБН В.2.5-39:2008). <https://document.vobu.ua/wp-content/uploads/DBN/96.1.-DBN-V.2.5-392008.-Inzhenerne-obladnannya-budinkiv-i.pdf>.
3. Тарадай, О. М. (2025). *Теплозабезпечення*. ХНУМГ ім. О. М. Бекетова. <https://eprints.kname.edu.ua/68139/>.
4. Taradai, O., Bugai, V., Gvozdetskyi, O., & Diachenko, S. (2022). Economic dependence of the consumer on the feasibility to regulate the heat supply system. *Промислове машинобудування, цивільне будівництво*, 2(59), 57–62. <https://doi.org/10.26906/znp.2022.59.2862>.
5. Чупило О.В. (2005). *Спосіб реконструкції системи опалення будинку*. (Патент України, № 11514). Державна служба інтелектуальної власності України. <https://sis.nipo.gov.ua/uk/search/detail/293808>.
6. Мірошніченко, І.О. (2003). *Трубопровід рециркуляційної системи*. (Патент України, № 60956). Державна служба інтелектуальної власності України. <https://sis.nipo.gov.ua/uk/search/detail/377363>.
7. Дерменжи, П.М. (2015). *Спосіб реконструкції системи водяного опалення багатоповислового багатоквартирного житлового будинку* (патент України, № 102484). Державна служба інтелектуальної власності України. <https://sis.nipo.gov.ua/uk/search/detail/859935>.
8. Валюх Я. В. (2004). *Система центрального опалення*. (Патент України, № 66530). Державна служба інтелектуальної власності України. <https://sis.nipo.gov.ua/uk/search/detail/377336/>.

9. Гриневич, Е., Гаєвой, Ю., Вяткін, В., & Каржинерова, Т. (2021). Проблеми реконструкції житлових будинків, що побудовані у 60-70 рр. XX сторіччя у місті Харкові. *Науковий вісник будівництва*, 2 (104), 140–147. <https://svc.kname.edu.ua/index.php/svc/article/view/84/84>.

10. Różycki, K. (2018). Deep thermomodernization of three residential buildings in Kryvyi Rih, Ukraine. *E3S Web of Conferences* 49, 00088. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/20184900088>.

11. Taradai, O., Bugai, V., Gvozdetskyi, O., & Diachenko, S. (2022). The possibility of combined regulation of heat supply systems as the basis of energy efficiency. *Промислове машинобудування, цивільне будівництво*, 1(58), 74–81. <https://doi.org/10.26906/znp.2022.58.2861>.

References

1. Pro teplopostachannia [On Heat Supply], Law of Ukraine No. 2633-IV (2024) (Ukraine). <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2633-15#Tex>.

2. Inzhenerne obladnannia budynkiv i sporud. Zovnishni merezhi ta sporudy. Teplovi merezhi [Engineering equipment of buildings and structures. External networks and structures. Heating networks]. (2008). *DBN V.2.5-39:2008 from July 01, 2008*. State Budget Norms of Ukraine <https://document.vobu.ua/wp-content/uploads/DBN/96.1.-DBN-V.2.5-392008.-Inzhenerne-obladnannya-budinkiv-i.pdf>.

3. Taradai, O. M. (2025). Teplozabezpechennia [Heat supply]. *Kharkiv: Kharkivskyi natsionalnyi universytet miskoho hospodarstva imeni O. M. Beketova – O. M. Beketov Kharkiv National University of Urban Economy*. <https://eprints.kname.edu.ua/68139/>.

4. Taradai, O., Bugai, V., Gvozdetskyi, O., & Diachenko, S. (2022). Ekonomichna zalezhnist spozhyvacha vid mozhlyvosti rehuliuвання systemy teplopostachannia [Economic dependence of the consumer on the feasibility to regulate the heat supply system]. *Promyslove mashynobuduvannia, tsyvilne budivnytstvo – Industrial engineering, civil engineering*, 2(59), 57–62. <https://journals.nupp.edu.ua/znp/article/view/2862>.

5. Chupylo, O. V. (2005). Sposib rekonstruktsii systemy opalennia budynku [Method for reconstructing the building's heating system]. (Ukrainian patent, № 11514). *Derzhavna sluzhba intelektualnoi vlasnosti Ukrainy – The State Intellectual Property Service of Ukraine*. <https://sis.nipo.gov.ua/uk/search/detail/293808>.

6. Miroshnichenko, I. O. (2003). Truboprovod retsyrkuliatyinoi systemy [Pipeline of the recirculation system]. (Ukrainian patent, № 60956). *Derzhavna sluzhba intelektualnoi vlasnosti Ukrainy - The State Intellectual Property Service of Ukraine*. <https://sis.nipo.gov.ua/uk/search/detail/377363>.

7. Dermenzhy, P. M. (2015). Sposib rekonstruktsii systemy vodianoho opalennia bahatopoverkhovoho bahatokvartyrnogo zhytlovoho budynku [Method for reconstructing the water-based heating system of a multi-story multi-apartment residential building]. (Ukrainian patent, № 102484). *Derzhavna sluzhba intelektualnoi vlasnosti Ukrainy - The State Intellectual Property Service of Ukraine*. <https://sis.nipo.gov.ua/uk/search/detail/859935/>.

8. Valiukh, Ya. V. (2004). Systema tsentralnogo opalennia [Central heating system]. (Ukrainian patent, № 66530). *Derzhavna sluzhba intelektualnoi vlasnosti Ukrainy - The State Intellectual Property Service of Ukraine*. <https://sis.nipo.gov.ua/uk/search/detail/377336/>.

9. Hrynevych, E., Haievoi, Yu., Viatkin, V., & Karzhynierova, T. (2021). Problemy rekonstruktsii zhytlovykh budynkiv, shcho pobudovani u 60-70 rr. XX storichchia u misti Kharkovi [The problems of reconstruction of residential buildings built in the 60s and 70s of the XX century in the city of Kharkiv]. *Naukovyi visnyk budivnytstva – Scientific Bulletin of Construction*, 2(104), 140–147. <https://svc.kname.edu.ua/index.php/svc/article/view/84/84>.

10. Różycki, K. (2018). Deep thermomodernization of three residential buildings in Kryvyi Rih, Ukraine. *E3S Web of Conferences* 49, 00088. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/20184900088>.

11. Taradai, O., Bugai, V., Gvozdetskyi, O., & Diachenko, S. (2022). Mozhlyvist kombinovanoho rehuliuвання systemy teplopostachannia yak osnova enerhoefektyvnosti [The possibility of combined regulation of heat supply systems as the basis of energy efficiency]. *Promyslove mashynobuduvannia, tsyvilne budivnytstvo – Industrial engineering, civil engineering*, 1(58), 74–81. <https://journals.nupp.edu.ua/znp/article/view/2861>.

Отримано 29.05.2025

Serhii Diachenko

Postgraduate Student, Department of Heat and Gas Supply, Ventilation
O. M. Beketov National University of Urban Economy in Kharkiv (Kharkiv, Ukraine)
E-mail: dyachenkov460@gmail.com. **ORCID:** <https://orcid.org/0000-0003-0187-0684>.

RECONSTRUCTION OF THE HEATING SYSTEM AS AN ELEMENT OF THERMAL MODERNIZATION OF OLD MULTI-STORY RESIDENTIAL BUILDINGS

The least efficient link in the "heat generation – heat networks – consumer" chain is the consumer, namely the residential sector, where external building envelopes and outdated heating systems are the primary contributors to excessive heat losses.

The implementation of apartment-level metering and individual temperature control is not feasible without the reconstruction of existing vertical one-pipe heating systems. New technical solutions are required to preserve energy resources.

The system analysis revealed a number of underexplored areas that require further research. Therefore, the comprehensive reconstruction of in-building heating systems remains a complex and multifaceted issue, characterized by numerous knowledge gaps.

The purpose of this study was to substantiate feasibility of improving the efficiency of heat supply in existing residential buildings by reconstructing their heating systems.

The study examines a new method for reconstructing the heating system of the multi-story residential building. Its implementation demonstrated that this approach is technically efficient, economically justified, and energetically feasible.

In addition, scientific novelty lies in the proposed methodology for carrying out construction and installation works during reconstruction of heating systems, which can be applied in restoring damaged or outdated infrastructure in multi-story residential buildings.

The comparative techno-economic analysis was conducted, revealing that complete replacement of existing vertical one-pipe systems with two-pipe horizontal apartment-based systems, including installation of individual heat meters and temperature control in each apartment is the most appropriate solution.

Achieving high levels of energy savings is possible only if comprehensive thermal modernization of residential buildings is carried out in parallel with complete replacement of existing vertical one-pipe heating systems.

Keywords: thermal energy; building envelopes; reconstruction; energy saving; heat metering; regulation; consumer.

Fig.: 2. **Table:** 2. **References:** 11.