

УДК 662.6

**НАТУРНІ ТЕПЛОВІЗІЙНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕПЛОВТРАТ ВЕЛИКОПАНЕЛЬНИХ ЖИТЛОВИХ БУДИНКІВ МАСОВИХ СЕРІЙ М. АЛЧЕВСЬКА**

В. М. Долголаптев, В. М. Андрухов, С. І. Симонов, О. В. Соколенко, А. О. Колесник

*Наведені результати дослідження теплотехнічних якостей житлових будинків перших масових серій м. Алчевськ. Визначено структуру тепловтрат типового будинку. Намічені шляхи енергозбереження при експлуатації житлових будинків в умовах підвищення нормативних вимог до енергоефективності будівель.*

*Приведены результаты исследования теплотехнических свойств жилых домов первых массовых серий г. Алчевска. Определена структура теплотерь типового здания. Намечены пути энергосбережения при эксплуатации жилых домов в условиях повышения нормативных требований к энергоэффективности зданий.*

*The results of research of heating engineering properties of dwelling-houses of the first mass series of Alchevsk are resulted. The structure of warmlosses of model building is certain. The ways of energy-savings during exploitation of dwelling-houses are set in the conditions of increase of normative requirements to energy- efficiency of buildings.*

**Вступ**

Забезпечення нормативних теплотехнічних показників є обов'язковою вимогою не лише ьбудівельної галузі, а й сьогодення. Застосування раціональних систем теплоізоляції сприяє: забезпеченню належного мікроклімату приміщень, економного використання енергоресурсів, подовженню строку службу конструктивних елементів тощо.

Для покращення теплоізоляційних властивостей існуючих будівель необхідно розробити цілий комплекс заходів, що спрямовані на забезпечення відповідності сучасним нормам. Першим, й не менш важливим за наступні, є етап правильної оцінки реального стану помешкань у розрізі даного питання. Одним із способів отримання коректних результатів є натурні тепловізійні дослідження.

**Постановка проблеми**

При обстеженні будівель на предмет наявності тепловтрат не завжди вдається отримати повну картину тепловтрат через ті чи інші огорожуючі конструкції. Тому необхідний пошук швидкого, мобільного та надійного отримання результатів за теплотехнічними показниками.

**Мета проведених досліджень**

Головна мета проведених досліджень полягає в: обстеженні будинків масових серій житлового фонду м. Алчевськ (з різними конструктивними схемими) на предмет встановлення тепловтрат через товщу зовнішніх конструкцій за опалювальний період, акумулювання досвіду здійснення обстежень, створення бази результатів випробувань й розробки рекомендацій для ефективного заощадження теплової енергії.

**Основна частина**

На сьогоднішній день система централізованого тепlopостачання у нашій країні є досить розвиненою. Структура теплоспоживання розподілилась таким чином: промисловість – 35,4 %, житлово-комунальний сектор – 43,7 %, інші сектори економіки – 20,9 %. Загалом на забезпечення існуючих та невпинно зростаючих потреб на території України працює близько 250 ТЕЦ, причому основним паливом для для них є природний газ (76-80 %), поряд з цим незначну частку займає використання мазуту та вугілля. У тепловому господарстві країни також функціонує понад 100 тис. котелень різного призначення. Основним паливом для котелень також є природний газ (52-58 %), частка рідкого палива складає 12-15 %, вугілля – 27-36 %. Не є новиною, що обладнання більшості ТЕЦ є застарілим й таким, що не відповідає сучасним екологічним вимогам і

нормативам, потребує реконструкції, модернізації або повної заміни.

Не важко помітити, що основна частка паливно-енергетичних ресурсів (ПЕР) закуповується й надходить, загалом, з-за кордону. Проблемним є і те, що населення сплачує лише частину собівартості теплової й електричної енергії. На опалення житлового фонду у нашій державі щорічно витрачається 70 млн. т. у. п., або 1,4 т. у. п. на одного мешканця. Комунальна теплоенергетика споживає більше 10 млрд. м<sup>3</sup> природного газу та понад 7 млрд. кВт-год електроенергії. Тому для України особливо актуальне зниження витрат на тепlopостачання. Подолання даної проблеми шляхом зниження собівартості ПЕР від зовнішніх постачальників не може розглядатись як першочергове, оскільки цінова політика у сфері енергопостачання здійснюється фактично без участі вітчизняних енергокомпаній. Отже, основним напрямком вирішення поставленої задачі є пошук шляхів зменшення енергоспоживання та енерговтрат із застосуванням відповідних енергозберігаючих систем та технологій [1].

Нажаль питоме енергоспоживання вітчизняних будинків набагато вище, чим у деяких інших країнах з аналогічними або близькими кліматичними умовами (наприклад, вдвічі більше ніж у країнах ЄС). І причиною тому є навіть не те, що західні країни «будували більш якісно». Просто, завдячуючи негативному досвіду, що пов'язаний з нафто-енергетичними кризами, інші держави підійшли до проблеми енергозбереження комплексно та своєчасно. Так, у провідних країнах Європи питання щодо зниження енергоспоживання зокрема та модернізації житлового комплексу загалом були вирішені ще у середині 90-х років. Досягалося це як теплотехнічною реконструкцією й утепленням старих будинків і споруд, так і поліпшенням якості й енергетичної ефективності новобудов. Причому для виявлення будинків з високими тепловтратами, а також будівельних дефектів, що приводять до збільшення теплових втрат, широко використовувався метод інфрачервоної (ІЧ) зйомки.

Слід зазначити, що на сьогодні близько 60 % тепловтрат відбувається в житловому фонді, 30 % втрачається при подачі теплогенеруючим підприємством до житлового фонду. Причому за оцінками фахівців, близько 7 % тепловтрат у житлових будинках відбувається через крівлю, 40-42 % (основна частка) – через стінні огорожі, 16 % – через віконні отвори, близько 25 % – через системи вентиляції, 5 % – через підвальні приміщення. Аналізуючи статистику, очевидним стає необхідність негайних дій й без державної підтримки не обійтись, тому міністерством з питань житлово-комунального господарства планується в 2011 році закласти кошти в державному бюджеті на програму термомодернізації житлових будинків. Поряд з цим програмою реформування житлово-комунального господарства до 2014 року поставлено завдання скоротити енергоспоживання на 20 %. Зважаючи на усе вищезгадане було розроблено та затверджено цілий комплекс нормативних документів, спрямованих на забезпечення економії теплової енергії, згідно з якими повинне проводитись сучасне проектування. Але для розв'язання проблеми нераціональної витрати тепла, явно недостатньо розробки й удосконалення будівельної нормативної бази, необхідним та надзвичайно важливим перехідним етапом на шляху до отримання ефективних результатів є проведення ретельного обстеження будинків на предмет виконання даних норм. Для цих цілей існують натурні тепловізійні обстеження основних конструкцій будинків.

Даний метод є одним з видів теплотехнічного випробування будинку. Тепловізійні обстеження дозволяють уже на стадії здачі будинку в експлуатацію виявити до 40 % загального числа будівельних дефектів у конструкціях, що прямо впливають на кількісну сторону енерговитрат та створення комфортних умов. Тепловізор (інфрачервона камера) – це пристрій, результатом роботи якого є отримання зображень в інфрачервоному діапазоні довжин хвиль («теплового зображення») і як наслідок отримання даних щодо динаміки теплових процесів, а також створення бази даних теплового стану по кожному з об'єктів, що досліджується. Саме у цьому діапазоні знаходиться максимум випромінювальної здатності тіл, що мають звичні для нас температури (-20...+40 °C). За допомогою тепловізора можна миттєво виміряти тепловий потік від десятків тисяч точок об'єкта, або, інакше кажучи, отримати його температурне поле (термограму). Термограми є основою для аналізу отриманої інформації щодо теплового стану об'єкта. Суттєвою перевагою тепловізійного обстеження є: швидкість проведення; відсутність необхідності підготовчих робіт; дистанційність обстеження; можливість проведення тепловізійного дослідження усієї поверхні стін і даху з метою виявлення основних місць теплових втрат з наступною деталізацією [2]. Унікальність цієї системи полягає й у її багатопрофільності сфер

застосування. Поряд із використанням при обстеженні житлових будівель (встановленні ефективності роботи системи утеплення, встановленні дефектів огорожуючих конструкцій без руйнування об'єкта та виявленні місць конденсації вологи) тепловізійна зйомка знадобиться й при: виявленні дефектів електричних мереж, ізоляторів, з'єднань; дефектів електро- та тепло-технічного обладнання, що включає трансформатори, електрогенератори; при проведенні діагностики котельного обладнання, димових труб; перевірки рівня палива в резервуарах; пошуку прихованих трубопроводів; при здійсненні контролю якості теплових мереж та пошкодження у захованих мережах теплопостачання.

Подібні обстеження існуючого фонду нерухомості допомагають визначити обсяг заходів при здійсненні робіт з його відновлення. Ця методологія дозволяє дати адекватну оцінку якості виконаних робіт при зведенні нових будинків або ж при здійсненні ремонтних робіт або модернізації об'єктів.

### Проблеми, що спонукають до вирішення проблеми

Із затвердженням та введенням нових норм усі раніше зведені будинки, потрапили до розряду тих, що не відповідають сучасним теплотехнічним вимогам. Вагому частку серед житлових будинків займають панельні масових серій, що зазвичай зводилися з порушенням тоді існуючих будівельних норм. До найпоширеніших проблем, що впливають на тепло-вологісний режим житла, належать: низька якість будівельно-монтажних робіт, що призводить до зайвих, систематичних витрат на постійні ремонтно-відновлювальні роботи (в основному на ремонт міжпанельних стиків); волога від атмосферних опадів, потрапляючи усередину панелей через нещільні стики, знижує термічний опір стін (в 4-5 раз нижче нормативного) й спричинює руйнування будівельної конструкції, що у свою чергу призводить до збільшення теплових втрат; іншим слабким місцем є примикання віконних рам до зовнішніх огорожуючих конструкцій, Погіршення теплозахисних властивостей у холодну пору року призводить до утворення на внутрішній поверхні стін конденсату, грибкових утворень, а також сприяє явищу промерзання панелей. Витрати на опалення таких будинків значно збільшуються.

### Результати експериментальних досліджень

Об'єктом дослідження було вибрано панельні будинки різної поверховості у м. Алчевськ, що розташовані по вул. Гмирі (серії, що досліджувались: 1-480А, 1-480-34, 1-121). Натурні обстеження проводилися при негативних температурах зовнішнього повітря, при відсутності сонячного опромінення, атмосферних опадів, туману й інших атмосферних явищ.

Термографування проводилося послідовно по намічених ділянках з покадровим записом термограм і одночасним вимірюванням та фіксацією температур реперних ділянок. Результати цих досліджень подані на знімках, зроблених з використанням портативної камери для зйомки в інфрачервоних променях.

У ході виконання поставленої задачі, було встановлено достатньо високі показники щодо якості виконання ізоляції стиків стінових панелей, поряд з цим тепловтрати через віконні прорізи та підлогу першого поверху, а також через цоколь (максимальна величина) значно погіршують загальні показники щодо теплобалансу (рис. 1).



Рис. 1. Тепловтрати через цоколь та віконні прорізи житлового п'ятиповерхового будинку.

Результати досліджень житлових будинків показали, що заміна звичайних дерев'яних вікон на пластикові не завжди приводить до підвищення економії теплової енергії. Причиною цьому слугує ряд об'єктивних та суб'єктивних причин, основними з яких є: різноманітність асортименту продукції за якістю матеріалів та технологією виробництва; некваліфіковане надання послуг щодо монтажу продукту; непристосованість прорізів існуючого будинку до встановлення продукції, що пропонується тощо. На (рис. 2) яскраво продемонстрована описана проблема: втрати через пластикове вікно другого поверху є тотожними до втрат через товщу звичайного вікна першого поверху.

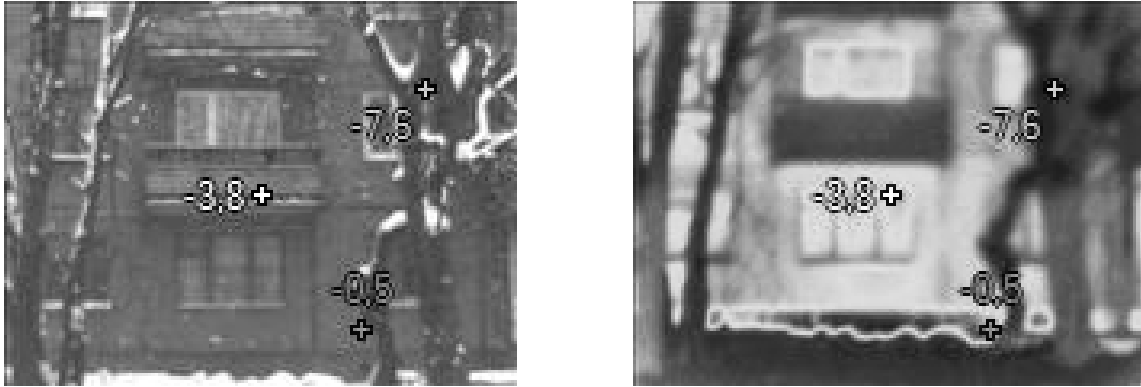


Рис. 2. Тепловтрати через пластикові вікна (другий поверх будинку) і цокольну частину будинку

Значні тепловтрати були зафіксовані через елементи огорожуючих конструкцій дев'ятиповерхових житлових будинків 121 серії. Причому системи утеплення фасадів будинку, виконані «кустарним» способом, не завжди забезпечують належну теплоізоляцію. Так, на (рис. 3) наведено приклад неякісно виконаної теплоізоляції, що не привело до істотної економії теплової енергії. На прикладі термограм будинків, поданих нижче, продемонстровано тепловтрати через стики стінових панелей і віконні прорізи (рис. 3, 4, 5).



Рис. 3. Неякісна теплоізоляція фасадної системи будинку, тепловтрати через стики стінових панелей та блокування будинків.

Слід відзначити, що до теперішнього часу залишається невирішеною проблема структурності тепловтрат для житлових будинків багатьох масових серій, у тому числі й тих, які широко використовувалися при забудові житлових кварталів м. Алчевська та інших населених пунктів Луганської області. В результаті теплоізоляція будинків ведеться найчастіше наосліп, без чіткого уявлення про кінцеві результати роботи.

Теоретичні дослідження були спрямовані на визначення тепловтрат огорожуючих конструкцій дев'ятиповерхового двосекційного великопанельного житлового будинку серії 1-480-А. Будинок має холодне горище. У підвальному приміщенні влаштовані інженерні мережі опалення й гарячого водопостачання (на сьогоднішній день відсутні). Під'їзд неопалюваний (система опалення демонтована).

Розрахункова температура повітря усередині приміщень прийнята згідно з вимогами ДНБ

В.2.6.-31:2006 «Теплова ізоляція будинків», розрахункова температура повітря усередині приміщень неопалюваного під'їзду й підвалу відповідає результатам натурних спостережень у зимовий період 2008/2009 і 2009/2010 рр.

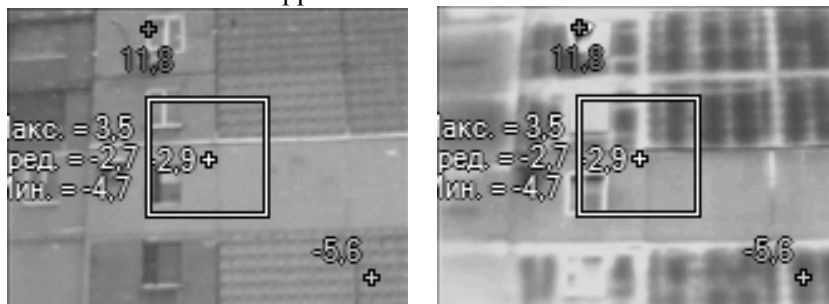


Рис. 4. Неякісно виконана теплоізоляція стику при виконанні фасадної системи, тепловтрати через неякісні пластикові вікна.

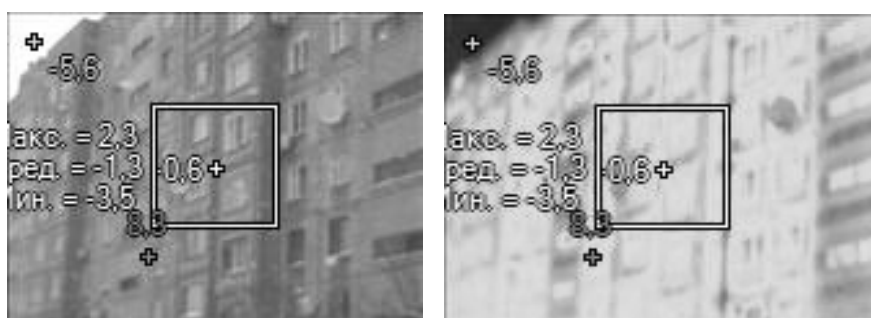


Рис. 5. Тепловтрати через виступаючі частини стінових панелей.

Кількість градусо-днів опалювального періоду для I температурної зони становить  $Dd = 3750$  °С·дб. Згідно з СНиП 2.01.01-82 «Будівельна кліматологія і геофізика» для м. Луганська кількість днів з температурою навколишнього середовища  $t_3 < 8$  °С становить 180 дб, а середня температура навколишнього середовища за цей період  $t_3 = -1,6$  °С.

Наведений опір теплопередачі огорожуючих конструкцій і тепловтрати розраховувалися відповідно до вимог ДБН В.2.6-31:2006 з урахуванням теплопровідних включень у стиках і тепловтрат через внутрішні стіни будинку, які граничать із неопалюваним під'їздом.



Рис. 6. Максимальна, середня й мінімальна температури виділеного фрагмента будинку

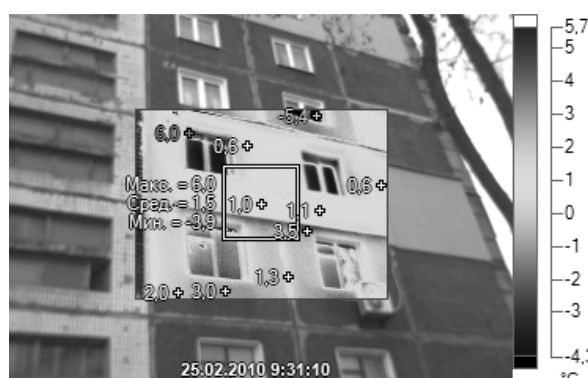


Рис. 7. Розподіл температурного поля в режимі «картинка в картинці»

За результатами досліджень можна зробити такі висновки.

Загальні тепловтрати двопід'їздної дев'ятиповерхової секції великопанельного житлового будинку серії 1-480А за опалювальний сезон становлять 914812 кВт·год. На рис. 9 наведений відсотковий розподіл тепловтрат.

Питомі тепловтрати через огорожувальні конструкції за опалювальний сезон на  $1 \text{ м}^2$  загальної площі значною мірою залежать від розташування квартири в секції. Так, для секції в

цілому цей показник рівний  $159 \text{ кВт}\cdot\text{год}/\text{м}^2$ , але для конкретних квартир варіюється у межах  $127 - 226 \text{ кВт}\cdot\text{год}/\text{м}^2$ . Найбільш низький показник має некутова трикімнатна квартира середнього поверху, а найвищий – кутова двокімнатна квартира дев'ятого поверху, яка має вентиляційну панель і межує із неопалюваним під'їздом. Слід зазначити, що наявність неопалюваного під'їзду приводить до значних тепловтрат крізь внутрішні стіни й вхідні двері у квартири ( $29,07\% + 3,06\% = 32,13\%$  усіх тепловтрат).



Рис. 8. Розподіл температурного поля на поверхні зовнішніх стінових панелей

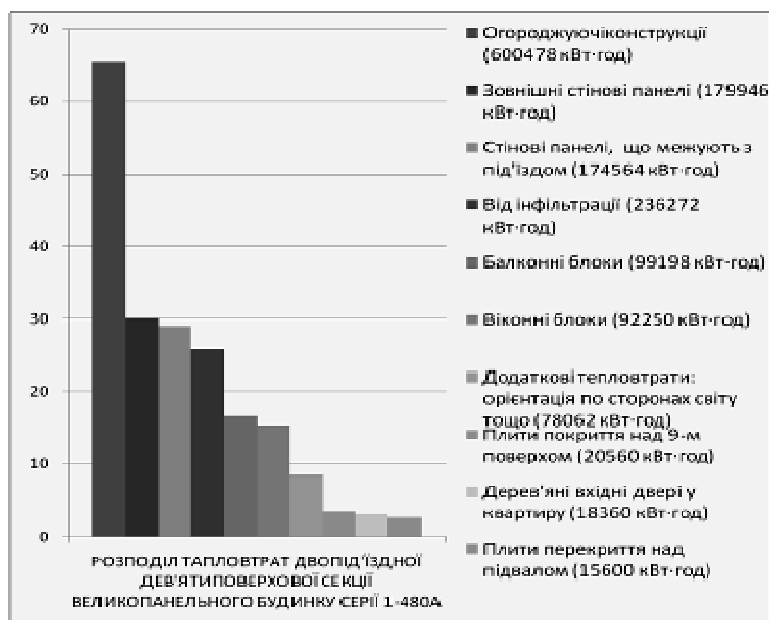


Рис. 9. Гістограма загальних тепловтрат досліджуваного будинку

Зменшують тепловтрати теплові надходження:

- побутові –  $180756 \text{ кВт}\cdot\text{год}$  ( $19,76\%$  від загальних тепловтрат);
- від сонячної радіації – залежно від орієнтації будинку  $39742 - 55577 \text{ кВт}\cdot\text{год}$  (відповідно  $4,34\% - 6,08\%$  від загальних тепловтрат).

Розрахункове значення питомих тепловитрат на опалення будинку за опалювальний період перебуває в межах:

$$q_F = 192,9 - 96,3 \text{ кВт}\cdot\text{год}/\text{м}^2 \text{ при вимогах ДБН В.2.6-31:2006 не більше } 79 \text{ кВт}\cdot\text{год}/\text{м}^2;$$

$$q_V = 71,4 - 72,7 \text{ кВт}\cdot\text{год}/\text{м}^3 \text{ при вимогах ДБН В.2.6 - 31:2006 не більше } 29 \text{ кВт}\cdot\text{год}/\text{м}^3.$$

### Програма заходів

На підставі аналізу структури тепловтрат для зменшення питомих тепловтрат будинку пропонується виконати такі заходи:

- поновлення опалення в під'їздах;
- заміна віконних блоків у під'їздах (профіль VEKA EUROLINE і звичайний однокамерний

- склопакет 4М 1-16-1М<sub>1</sub>);
- заміна віконних і балконних блоків у квартирах (профіль VEKA SOFTLINE і звичайний двокамерний склопакет 4М 1-10-1М 1-10-1М<sub>1</sub>);
- установка балконних рам (профіль VEKA EUROLINE і звичайний однокамерний склопакет 4М 1-16-1М<sub>1</sub>);
- утеплення фасадів за допомогою системи скріпленої зовнішньої теплоізоляції будинків і споруджень CERESIT (теплоізоляційний шар – плити ПСБ-3-25 за ДСТУ Б В.2.7-8-94 і мінераловатні плити ТЕХНОФАС товщиною 70 мм).

Розрахункове значення питомих тепловитрат на опалення будинку за опалювальний період після виконання зазначених заходів знизиться майже в 2 рази й складе:

$$q_F = 98,3-100,9 \text{ кВт}\cdot\text{год}/\text{м}^2 \text{ при вимогах ДБН В.2.6-31:2006 не більше } 79 \text{ кВт}\cdot\text{год}/\text{м}^2;$$

$$q_V = 36,4-37,4 \text{ кВт}\cdot\text{год}/\text{м}^3 \text{ при вимогах ДБН В.2.6-31:2006 не більше } 29 \text{ кВт}\cdot\text{год}/\text{м}^3.$$

### Висновки

На сьогоднішній день накопичилася ціла низка проблем енергетичної сфери України, що потребують негайного вирішення шляхом модернізації енергосистеми, у свою чергу це потребує розроблення та впровадження комплексного пакета нормативної документації. Першим же кроком до підвищення енергоефективності можуть стати заходи, що спрямовані на зниження теплових втрат у сегменті житлово-комунального господарства. Для втілення у життя програми щодо теплодернізації необхідна чітка систематизована схема дій спрямована на визначення реального стану житла у даному напрямку. Виходячи з цього, описана вище методика тепловізійних досліджень може послужити чудовою базою досвіду при обстеженні житлових будівель. Адресне вирішення теплоізоляційних проблем буде сприяти отриманню значного економічного ефекту, дозволить заощадити витрати коштів і матеріалів на ремонт, оскільки виявлення дефектів конструкцій здійснюється іще на етапі будівництва, також дає можливість оперувати прямими показниками при обробленні даних. Основою для набуття практичного досвіду з використання тепловізійної зйомки є застосування подібних систем іншими країнами, що уже пройшли етап раціоналізації енергозбереження.

### Використана література

1. Матросов Ю. А. Новые государственные нормы Украины «Тепловая изоляция зданий» / Ю. А. Матросов, Г. Г. Фаренюк. – Научно-технический и производственный журнал. Жилищное строительство. – 2007. – №11.
2. Дослідження тепловтрат будівель тепловізійним методом / [Ф. Ф. Сизов, В. В. Забудський, О. Г. Голенков, С. Л. Кравченко, Б. П. Корнієнко] / Наука та інновації. – 2009. – Т. 5, № 1. – С. 31-35.
3. ДНБ В.2.6.-31:2006 «Теплова ізоляція будинків».
4. СНиП 2.01.01-82 «Будівельна кліматологія і геофізика».
5. Бешинська О. В. «Оцінка якості теплоізоляційних характеристик огорожувальних конструкцій існуючих будівель» / Бешинська О. В., Ратушняк О. Г. / Вентиляція, освітлення та теплогазопостачання: Науково-технічний збірник. Випуск 9. Головний редактор А. А. Худенко. – К. : КНУБА, 2006 р. – 128 с.

**Долголатєв Віктор Михайлович** – к.т.н., доцент кафедри міського будівництва та господарства Донбаського державного технічного університету.

**Андрухов Валерій Михайлович** – к.т.н., доцент кафедри промислового та цивільного будівництва Вінницького національного технічного університету.

**Симонов Сергій Ігоревич** – аспірант Донбаського державного технічного університету.

**Соколенко Оксана Валеріївна** – студентка Донбаського державного технічного університету.

**Колесник Андрій Олександрович** – студент Вінницького національного технічного університету.