

DOI: 10.63527/1607-8829-2025-1-26-36

**Остафійчук Д.І.**<sup>1</sup> (<https://orcid.org/0000-0002-6733-1563>),  
**Шайко-Шайковський О.Г.**<sup>2</sup> (<https://orcid.org/0000-0002-0818-5367>)

<sup>1</sup>Вищий навчальний заклад України “Буковинський державний медичний університет”, Чернівці, Україна;

<sup>2</sup>Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича, вул. Коцюбинського 2, Чернівці, 58012, Україна

Автор-кореспондент: Шайко-Шайковський О.Г., e-mail: [o.shaiko-shaikovskiy@chmu.edu.ua](mailto:o.shaiko-shaikovskiy@chmu.edu.ua)

## **Термографія та термометрія в медицині. Значення та використання неінвазивних методів при діагностиці низки захворювань**

---

*Термографія та термометрія – сучасні діагностичні методи, які на даний час все більше застосовуються в медичних дослідженнях у зв'язку з достатньою інформативністю та неінвазивністю. У роботі розглянуто можливості термографії в сучасній медичній діагностиці, проведений аналіз літератури на тему термографічних та термометричних методів дослідження, визначено основні напрямки застосування методу в медицині. Визначено біофізичні аспекти термографії, фізіологічні та фізичні фактори, які впливають на формування термографічної та термометричної діагностики.*

**Ключові слова:** температура, термографія, термометрія, тепловий потік, інфрачервоне випромінювання, термодіагностика.

### **Вступ**

Термографія, термометрія. З назви цього методу випливає, що за критерій, основний параметр діагностики приймається не що інше, як тепло, температура тіла, чому лікарі ще за часів Гіпократу надавали велике значення в діагностиці хвороб. Великий арабський вчений Абу Алі Ібн Сіна писав, що “жар” являється симптомом захворювань, який відбувається від самих різних причин.

Термографія та термометрія як методи діагностики, дозволяють визначити температуру біотканини за тепловим випромінюванням, шляхом аналізу зміни температури відповідних ділянок біотканини [1]. Цей метод – мало інвазивний, а дуже часто – дистанційний, тобто – може використовуватися у випадках діагностики та лікування великої кількості захворювань, навіть і тих. Коли інші методи досліджень

---

**Цитування:** Остафійчук Д.І., Шайко-Шайковський О.Г. (2025). Термографія та термометрія в медицині. Значення та використання неінвазивних методів при діагностиці низки захворювань. *Термоелектрика*, (1), 26 – 36. <https://doi.org/10.63527/1607-8829-2025-1-26-36>

просто неможливі, тому він і використовується досить часто, внаслідок чого і став настільки популярним та актуальним. Основними напрямками використання методу термографії в медицині являються онкологія, ангіологія, гастроентерологія, ревматологія. Можливо сформулювати основні напрямки термографічного та термометричного методу дослідження в медицині: вивчення термографічної картини різних ділянок тіла у здорових людей; первинний відбір хворих, за динамікою термографічних обстежень; виявлення динаміки патологічних процесів: прогресування пухлинного росту, загострення і ремісії хронічних захворювань, покращення стану під впливом лікарських препаратів; оцінка інервації та кровотоку в області дослідження; контроль результатів корекції коронарного кровообігу в ході оперативних втручань; експрес – метод для діагностики невідкладних станів [1-3].

### **Основна частина. Біофізичні аспекти термографії та термометрії**

Теплове випромінювання людського тіла лежить в інфрачервоній області спектра з коефіцієнтом поглинання 0,90. Тому до інфрачервоного випромінювання тіла людини можна, з відомою частиною похибки, застосувати закон для абсолютно чорного тіла (з коефіцієнтом поглинання рівним 1).

За законом Стефана-Больцмана енергетична світимість абсолютно чорного тіла прямо пропорційна четвертій степені його абсолютної температури (у даному випадку на увазі мають енергетичну світимість – сумарну енергію, що випромінюється з одиниці площі поверхні за одиницю часу по всіх довжинах хвиль при даній температурі).

Згідно формули Планка розподіл енергії випромінювання по довжинах хвиль однаковий для всіх абсолютно чорних тіл і виражається кривою, що має максимум (для абсолютно чорних тіл з  $T=300^{\circ}\text{K}$  ( $27^{\circ}\text{C}$ ) положення спектрального максимуму відповідає довжині хвилі 9,66 мкм) [1, 3].

Довжина хвилі, якій відповідає максимум енергії випромінювання для абсолютно чорних тіл, визначається за законом Віна, згідно з яким цей максимум із збільшенням температури зміщується в бік короткохвильової частини спектра.

Отже, інфрачервоне випромінювання пропорційне четвертій степені абсолютної температури людського тіла. Температура організму залишається постійною в надзвичайно вузьких температурних межах і рівна  $36^{\circ}\pm 1$  із визначеним добовим ритмом [1, 3, 4].

Постійність температури тіла досягається за рахунок існування в організмі теплового балансу, обумовленого накопиченим тілом теплом, теплопродукцією метаболізму, радіаційними тепловтратами, випаровуванням, конвективною тепловіддачею та енергією, витраченою на виконання механічної роботи [2]. Поле температур тіла формується завдяки фізичним та фізіологічним факторам.

Фізичні фактори, які впливають на формування термографічної картини визначаються:

1. Конвекцією – величиною яка визначається тепловтратами при швидкості повітря 1 м/с. Конвективну тепловіддачу характеризує також число Грасгофа – параметр, який

зв'язує швидкість і масу потоку повітря з температурою шкіри, кінематичною в'язкістю повітря. Конвекція мінімальна при швидкості повітря 0,1 м/с (природна конвекція). При термографічних дослідженнях рекомендується наближатися саме до такої величини [3].

2. Випаровуванням – втратою тепла шляхом випаровування, що визначається ступенем вологості шкіри, тиском насичених парів при визначеній температурі шкіри, тиском парів води у навколишньому повітрі [3].

3. Випромінюванням – енергією випромінювання, яка пропорційна випромінювальній здатності шкіри та четвертій степені її абсолютної температури. Залежить від теплових втрат, температури шкіри та температури навколишнього середовища [3].

### **Фізіологічні фактори, які впливають на формування термографічної картини.**

У людському організмі в наслідок екзотермічних біохімічних процесів у клітинах і тканинах, а також за рахунок вивільнення енергії, пов'язаної із синтезом ДНК і РНК, виробляється велика кількість тепла ( 50 – 100 ккал/грам) [6, 9]. Це тепло розподіляється всередині організму за допомогою циркуляції крові та лімфи. Кровообіг вирівнює температурні градієнти. Кров, завдяки високій теплопровідності, що не змінюється від характеру руху, здатна здійснювати інтенсивний теплообмін між центральними і периферичними ділянками організму. Найбільш теплою являється венозна кров. Вона мало охолоджується в легнях і розповсюджуючись по великому колу кровообігу, підтримує оптимальну температуру тканин, органів і систем. Температура крові, яка проходить по шкіряних судинах, знижується на 2-3 градуси. При патології система кровообігу порушується. Зміни виникають вже тому, що підвищений метаболізм, наприклад, в ділянці запального процесу збільшує перфузію крові та, відповідно, теплопровідність, це відображається на термограмі появою ділянки гіпертермії.

Температура шкіри має свою чітко визначену топографію [1, 3, 7]. Саму низьку температуру (23-30°) мають дистальні відділи кінцівок, кінчик носа, вушні раковини. Сама висока температура – в підмишкових та пахвових ділянках, в проміжності, ділянці шиї, щік. Добові коливання температури шкіри складають в середньому 0,1-0,3°С і залежать від низки фізіологічних та психосоматичних факторів.

У здорової людини розподіл температур симетричний відносно середньої лінії тіла. Порушення цієї симетрії саме і являється основним критерієм термографічної та термометричної діагностики захворювань. Кількісним вираженням термо асиметрії являється величина перепаду температури.

Основними причинами виникнення температурної асиметрії є:

1. Вроджена судинна патологія, включаючи судинні пухлини.
2. Вегетативні розлади, які приводять до порушення регуляції судинного тонуусу
3. Порушення кровообігу в зв'язку із травмою, тромбозом, емболією, склерозом судин.
4. Венозний застій, ретроградний ток крові.

5. Запальні процеси, пухлини, які викликають підсилення обмінних процесів [2].

6. Зміни теплопровідності тканин у зв'язку із набряком, збільшенням або зменшенням шару підшкірної жирової клітковини [1, 4].

Слід відмітити дві основні точки зору на причини локальної гіпертермії: вважається, що підвищенням температури ділянки тіла при злоякісних утвореннях обумовлено підвищенням метаболізму малігнізованих клітин (Р. Лаусон), інша, - що причиною гіпертермії, перш за все, є підсилення динаміки кровообігу (В.Л. Таберн, А. Доллоу, Л.М. Варановський) [3].

Термоасиметрія, сама по собі, не являється безумовним чинником патології. Існує так звана фізіологічна термо асиметрія, яка відрізняється від патологічної меншою величиною перепаду температури для кожної окремої частини тіла. Говорячи, про різні варіації температури шкіри в нормі та патології, необхідно пам'ятати про те, що всі ці процеси відбуваються в цілісному організмі й перебувають під контролем нейрогуморальної регуляції. Терморегуляторні реакції в людському організмі керуються гіпоталамусом [1, 3, 7, 14]. Реакції, які збільшують тепловтрати, регулюються переднім гіпоталамусом (вони викликають глибоке дихання, потовиділення, розширення периферичних судин). Реакції, направлені на утворення і збереження тепла (звуження судин) обумовлені дією заднього гіпоталамуса. Виникнення тих чи інших реакцій пов'язано із стимуляцією двох груп рецепторів: периферичних і центральних (розміщених в самому гіпоталамусі та поруч з ним). Від них імпульси розповсюджуються по аферентних шляхах у гіпоталамус, а звідти по соматичних і автономних шляхах поширюються до виконавчих органів, здійснюючи регуляцію потовиділення, судинного і м'язового тонусів.

Проведеними дослідженнями встановлено зв'язок визначених ділянок кори великих півкуль із відповідними ділянками шкіри. Коркові дії можуть при визначених умовах визвати неадекватні судинні реакції. Так, при гальмівному стані вищих відділів центральної нервової системи включаються терморегуляторні реакції, направлені проти перегріву. Навпаки, при збудженому стані вищих відділів центральної нервової системи провокуються реакції, які викликають підсилення теплоутворювальних процесів [2, 10]. Крім центральних, існують і місцеві механізми терморегуляції. Шкіра, завдяки густій сітці капілярів, які знаходяться під контролем вегетативної нервової системи і здатних значно розширити чи повністю закрити просвіт судин, змінювати свої розміри в широких межах – дуже добрий теплообмінний орган і регулятор температури тіла [1, 3, 5, 6].

Нервові зв'язки між шкірою і внутрішніми органами реалізуються у вигляді висцеро-шкірних рефлексів, які протікають по типу аксон – рефлексів, сегментарних, чи проєкційних рефлексів. Імпульси із внутрішніх органів направляються по аферентним шляхам у передні та бокові роги спинного мозку, а звідти передаються на поверхню через ефекторні прегангліонарні та постгангліонарні симпатичні волокна. Найбільш чітко ці зв'язки проявляються при патології, коли виникають стійкі шкірні зони зі зміненою чутливістю, трофікою, порушеними судинними, секреторними та іншими

реакціями. Під впливом різних факторів у людини (поруч із вродженими сегментарними вісцero дермальними зв'язками) формується додаткова система проєкційних шкірно-вісцеральних взаємовідносин з багаточисленними, в тому числі, судинними та трофічними процесами [1-3, 9]. В результаті шкіра людини перетворюється в широку зону, яка відображає в тій чи іншій мірі процеси, що відбуваються у внутрішніх органах [1, 3, 8, 17].

Температура шкіри може мати мозаїчний характер внаслідок неоднорідностей температур внутрішніх органів або навіть окремих ділянок того чи іншого органу. Необхідно звернути увагу на високі термоізолюючі властивості шкіри, яка завдяки багаточисельній підшкірній капілярній сітці, перешкоджає контактній передачі термічної дії всередину тіла та у зворотному напрямі. Всі ці загальні та місцеві механізми терморегуляції мають вплив на фізичні та фізіологічні фактори, обумовлюючи в кінцевому рахунку особливості тепловипромінювання шкіри, а відповідно, і характер термографічної картини [3, 4, 11].

Серед методів термодіагностики необхідно виділити інфрачервону термографію [4], засновану на безконтактній дистанційній реєстрації термотопографії шкірних покривів організму людини за її власним тепловим випромінюванням, зумовленого різними фізіологічними та біохімічними процесами у тканинах організму. Основні переваги інфрачервоної термографії

полягають у наступному:

1. Абсолютна нешкідливість та відсутність протипоказань до обстежень.
2. Організм людини не піддається ні опроміненню, ні пошкодженню, тому можливе багаторазове дослідження за короткий проміжок часу.
3. Абсолютна чистота в процесі роботи чи зберігання термографічної апаратури.
4. Досить точна топічна діагностика вогнищ запалення, новоутворень, некрозів та інших локальних проявів різних захворювань.
5. Можливість одночасного послідовного обстеження всіх органів і систем організму людини.
6. Сумісність з іншими методами діагностики [1, 3, 12, 15].

Визначення відмінності температури поверхні тіла при термографії здійснюється двома методами: в одному випадку використовуються рідкокристалічні індикатори, оптичні властивості яких дуже чутливі до невеликих змін температури, інший метод – технічний і заснований на використанні тепловізорів. Метод термографії об'єктивний, простий і абсолютно нешкідливий, який не має протипоказань [3, 5]. Отже, у цьому випадку дуже важливим та актуальним стає використання термоелектричних модулів, які дозволяють якісно, оперативно, неінвазивно вимірювати перепади температури на окремих ділянках шкіри, вчасно здійснюючи діагностичні операції що до виявлення можливих захворювань людини.

Інфрачервона дистанційна термографія та термометрія [4, 6, 16] – найпоширеніші методи термографії, що забезпечують зображення теплового рельєфу поверхні тіла і температури у будь якій ділянці. Дана методика дає можливість зафіксувати порушення

інфрачервоного випромінювання у випадках: зміни тону́су судин (порушення вегетативної іннервації, рефлекторні зміни тону́су); місцеві розлади кровообігу (травми, тромбоз, склероз судин); порушення венозного кровотоку (застій, зворотній потік крові при недостатності клапанів вен); локальні зміни теплопродукції (запальні вогнища, пухлини); зміни теплопровідності тканин (набряк, ущільнення тканин, зміни вмісту жиру) [1, 4].

**Кардіологія і ангіологія.** На сьогодні термографічні дослідження знайшли використання в діагностиці судинної патології (діагностика гострих і хронічних захворювань артерій і вен, при хронічній та венозній недостатності, варикозному розширенні вен, артеріо-венозних анастомозів, аневризмі артерій кінцівок, діабетичних ангіопатій). У здорових людей термографічна картина нижніх кінцівок характеризується симетричним розподілом температур, а при їх захворюваннях виникає термоасиметрія, перш за все, у дистальних відділах нижніх кінцівок. За допомогою термографічного дослідження можливо виявити наявність поверхневих варикозних вен [1, 9]. Методика їх виявлення базується на тому факті, що при недостатності клапанів перфорантних вен виникає зворотний плин крові із глибоких вен у поверхневі. Оскільки температура в глибоких венах вища, то в результаті відбувається збільшення температури шкірних ділянок, що прилягають до поверхневих вен [1, 2, 18].

Термографія використовується для оцінки діяльності судинно розширюючих препаратів при консервативному лікуванні захворювань кінцівок, а також визначення впливу оперативних втручань на динаміку кровообігу [3, 9]. В останньому випадку термографія використовується для оцінки ступеня відновлення кровообігу після шунтування чи протезування враженої судини. Дуже важлива роль методу в оцінці кровотоку після такої операції, як пластика глибокої артерії стегна [4], (це пов'язано з тим, що при ураженні поверхневої стегнової артерії пульс в артеріях стоп відсутній і пальпаторно судити про відновлення кровообігу в цьому випадку неможливо). Ефективно використання термографії в контролі за ефективністю лазерної терапії при порушенні артеріального кровообігу кінцівок. Значне місце в термографічній діагностиці судинної патології займає дослідження діабетичних ангіопатій (облітеруючий атеросклероз, діабетична мікроангіопатія) [3]. Судинні ураження нижніх кінцівок, в основному, діагностуються методом термографії з моменту появи клінічних симптомів, частіше всього при поєднанні враження капілярів специфічним діабетичним процесом з атеросклерозом середніх і великих артеріальних судин [3, 5].

Метод термографії можливо використовувати також для оцінки ефективності лікарських препаратів, які використовуються при порушеннях периферичного кровообігу, діабетичному поліневриті. Нижче на рис. 1 та рис.2 наведено ілюстративне використання методу термографії. З наведених діаграм видно, наскільки цей дистанційний метод вимірювань та діагностики є інформативним та корисним.

Безпосередньо, термографія виявилась ефективним методом у диференціальній діагностиці реноваскулярної гіпертонії. З її допомогою вдається вирішити питання про те, що являється причиною гіпертензії: звуження (оклюзія) ниркової артерії, пухлина

наднирників чи сама гіпертонічна хвороба. При звуженні чи оклюзії ниркової артерії відмічається асиметрія температурної топографії області нирок із зниженням температури на стороні ураження; при пухлинних процесах наднирників спостерігається гіпертермія відповідної області, пов'язана із підсиленням метаболізму перероджених тканин; при гіпертонічній хворобі ніяких змін в температурному розподілі не виявляється.

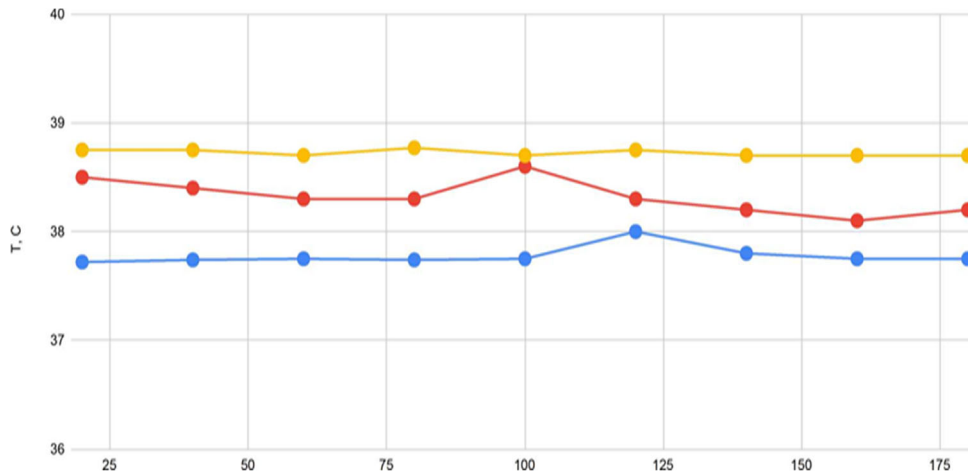


Рис. 1. Часова зміна температури лівої легені (як більш ураженої) в період медикаментозного лікування. Загальний час дослідження – 3 години, з інтервалом у 20 хвилин, порівняльний графік 3-х днів. (нижня крива – 3-й день, середня

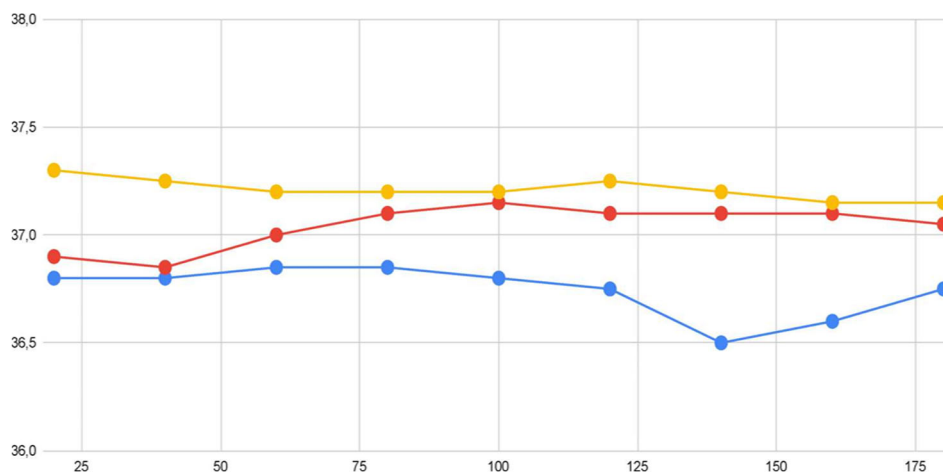


Рис. 2. Ревматоїдний артрит суглобів. Часова зміна температури в період медичного лікування. Загальний час дослідження 3 години з інтервалом 10 хвилин. Порівняльний графік 5 днів. Нижня крива 5-й день дослідження; середня крива – 3-й день дослідження; верхня крива – 1-й день дослідження

Пульмонологія. Оскільки легені захищені своєрідним бар'єром – грудною кліткою, яка не пропускає теплову енергію, що надходить від внутрішніх органів, то результат термографічних досліджень в значній мірі залежить від багатьох умов: віку хворого, особливості кровопостачання пухлини, станом оточуючої пухлину легеневої тканини (наявність чи відсутність емфіземи), наявність рідини у плевральній області (раковий плеврит, рефлекторних впливів на судини). В даний час розроблена термосеміотика раку легень і доброякісних пухлин. Останні виділяються більш чіткими границями ділянки

світіння і меншим перепадом температур (до  $1,5^{\circ}\text{C}$  замість  $2-3^{\circ}\text{C}$  при злоякісних новоутвореннях) [19, 21]. Кожне із захворювань легень має свої специфічні ознаки на термограмах. Для пневмонії, характерна гомогенність ділянки запального процесу, для емфіземи легень – дрібнозерниста гіпертермія, у хворих гострого пневмонією в початковій стадії виявляється термоасиметрія теплового поля, що виражається в появі зони гіпертермії.

Онкологія [2, 3, 20]. В даний час якісно розроблена термосеміотика злоякісних процесів грудей. До основних термографічних ознак патологій відноситься місцева гіпертермія, асиметрія структури зображення, гіпертермія в ділянці ареоли, деформація обрису молочної залози. Різниця температур у симетричних точках, що перевищує  $1^{\circ}\text{C}$ , дає можливість термографічно діагностувати рак молочної залози (при відсутності гострих гнійно-запальних захворювань). Для підвищення якості термографічної діагностики використовуються функціональні медикаментозні, теплові та холодні проби [1]. З метою підсилення термографічного інфрачервоного випромінювання реально використовувати методику глюкозного навантаження (малігнізовані клітини захоплюють глюкозу та їх енергетичний баланс підвищується, що проявляється гіпертермією на термограмі). При злоякісних пухлинах відмічається різке збільшення термоасиметрії на  $0,7-3^{\circ}\text{C}$  [2, 4, 22].

Захворювання печінки і жовчовивідних шляхів. Найбільш переконлива термографічна картина складається при хронічному холіциститі, вторинному панкреатиті, що виражається чіткою ділянкою вираженої термоасиметрії. Термографічні дослідження при захворюванні печінки та жовчовивідних шляхів дозволяють глибше оцінити характер запального процесу, локалізацію та ступінь вираженості його у хворих холіциститами і хронічними гепатитами у фазі загострення [1, 2].

Артрологія. Ефективно термографічні дослідження використовуються також в діагностиці кістково-суглобних уражень. Термографічною ознакою ревматоїдного артрити являється гіпертермія суглобів [1], яка достовірно вказує на наявність запалення. Ступінь інтенсивності цієї гіпертермії прямо пропорційний стадії розвитку хвороби [1-3, 23]. Існує також ряд захворювань суглобів, при яких патологічний процес характеризується появою ділянок гіпотермії на термографічній картині. Сюди можливо віднести анкілозуючий спондиліт, різноманітні деформуючі артрози, склеродермії.

На завершення необхідно підкреслити, що термографія з успіхом використовується для:

- а) диференціальної діагностики різних захворювань щитовидної залози;
- б) виявлення запальних процесів нирок (пієлонефритах), злоякісних пухлин ниркової паренхіми;
- в) діагностики ішемічного інсульту, характерною ознакою якого являється термоасиметрія з гіпертермічними ділянками, пов'язаними із паралітичними вегетативно-судинними порушеннями [2, 24, 25];
- г) оцінки ефективності протизапальної терапії та визначення оптимальної дози лікарських препаратів.

## Висновок

Методи неінвазивної діагностики, такі як термографії та термометрія значно полегшують диференціальну діагностику серцево-судинних захворювань і надають об'єктивні дані про стан вегетативної нервової системи. Можливості термографії не обмежуються виявленням різноманітних захворювань, але дозволяють у ряді випадків встановити також етіологію патологічного процесу. Термографія дає можливість збільшити достовірність діагнозу захворювання, отримати дійсну картину розподілу тепла по поверхні шкіри, визначити форму і площу ділянки із порушенням кровообігу, спостерігати динаміку інтенсивності інфрачервоного випромінювання під час функціональних і медикаментозних проб. За допомогою методу можна зробити висновок про наявність запальних процесів у судинному руслі та функціональних змін кровотоку, здійснювати ранню діагностику ураження судин. Все це робить термографію та термометрію невід'ємною частиною комплексного обстеження хворих із патологією серцево – судинної системи. Таким чином, термографія та термометрія – методи функціональної діагностики, заснованої на реєстрації інфрачервоного випромінювання тіла людини. Розподіл та інтенсивність теплового випромінювання в нормі визначаються особливістю фізіологічних процесів, які відбуваються в організмі, як у поверхневих, так і в глибоко розташованих тканинах і органах. Різні патологічні стани характеризуються термоасиметрією і наявністю температурного градієнта між зоною підвищеного і пониженого випромінювання, що відображається на термографічній картині. Цей факт має немаловажне діагностичне та практичне значення, що підтверджують багаточисленні клінічні дослідження.

## Інформація про авторів

Остафійчук Д.І. – асистент кафедри біологічної фізики та медичної інформатики ВДНЗ України “Буковинський державний медичний університет”, м. Чернівці, Україна.

Шайко-Шайковський О.Г. – доктор технічних наук, професор кафедри професійної та технологічної освіти і загальної фізики, Заслужений діяч науки та техніки України, Чернівецький національний університет ім. Ю. Федьковича, м. Чернівці, Україна.

## Література

1. Zlepko S.M., Koval L.H., Havrylova N.M., Tymchyk I.S. (2012). *Special-purpose medical equipment. Textbook.*
2. Amosova K.M. (2008). *Internal medicine. Vol.1* Medytsina: Kyiv.
3. Zhuravlev A.S., Shustakova G.V., Karchinskyy A.A. (2015). The possibilities of using remote infrared thermography to diagnose and determine the effectiveness of the treatment of certain ent organs diseases. *Folia Otorhinolaryngol. Pathol. Respirator.* 1, 24 – 26.
4. Zamechnyk T.V., Laryn S.I. (2009). Possibilities of thermography in the diagnosis of varicose veins of the lower extremities. *Phlebology* 3, 10 – 14.

5. Anatyshuk L.I., Kobylanskyi R.R., Konstantinovich I.A., Lys'ko V.V., Puhantseva O.V., Rozver, Yu. Yu., Tiumentsev V.A. (2016). Calibration bench for thermoelectric converters of heat flux. *J. Thermoelectricity*, 5, 65 – 72.
6. Anatyshuk L.I., Kobylanskyi R.R., Konstantynovych I.A., Kuz R.V., Manik O.M., Nitsovych O.V., Cherkez R.G. (2016). Technology for manufacturing thermoelectric microthermopiles. *J. Thermoelectricity*, 6, 49 – 53.
7. Anatyshuk, L.I., Kobylanskyi, R.R., Prybyla, A.V., Konstantynovych, I.A. Boychuk, V.V. (2022) Computer simulation of the thermoelectric heat flow sensor on the surface of the human body. *J. Thermoelectricity*, 2, 46 – 60.
8. R.R Kobylanskyi, A.V. Prybyla, I.A. Konstantynovych, V.V. Boychuk (2022) Results of experimental research on thermoelectric medical heat flow sensors. *J. Thermoelectricity*, 3-4, 68 – 81.
9. Yuryk, O., Anatyshuk, L., Kobylanskyi, R., Yuryk, N. (2023). Measurement of heat flux density as a new method of diagnosing neurological disorders in degenerative-dystrophic diseases of the spine. In: *Modern Methods of Diagnosing Diseases*, 31 – 68. (Book Chapter)
10. L.I. Anatyshuk, R.R Kobylanskyi, V.V. Lysko, A.V. Prybyla, I.A. Konstantynovych, A.K. Kobylanska, M.V. Havrylyuk, V.V. Boychuk (2023) Method of calibration of thermoelectric sensors for medical purposes. *J. Thermoelectricity*, 3, 37 – 49.
11. R.R. Kobylanskyi, V.V. Lysko, A.V. Prybyla, I.A. Konstantynovych, A.K. Kobylanska, N.R. Bukharayeva, V.V. Boychuk (2023) Technological modes of manufacturing thermoelectric sensors for medical purposes. *J. Thermoelectricity*, 4, 49 – 63.
12. Kobylanskyi, R., Przystupa, K., Lysko, V., Umanets, M., Pasychnikova, N. (2025). Thermoelectric measuring equipment for perioperative monitoring of temperature and heat flux density of the human eye in vitreoretinal surgery. *Sensors*, 25(4), Article number: 999.
13. Guo S, Wu K, Li C, et al. (2021). Integrated contact lens sensor system based on multifunctional ultrathin MoS<sub>2</sub> transistors. *Matter*. 4(3):969-985.
14. Moreddu R, Elsherif M, Butt H, et al. (2019). Contact lenses for continuous corneal temperature monitoring. *RSC Adv* 9;9(20):11433-11442.
15. Anatyshuk, L.I., Pasychnikova, N.V., Naumenko, V.A., Kobylanskyi, R.R., Gavrilyuk, N.V. (2019). A thermoelectric device for ophthalmic heat flux density measurements: Results of piloting in healthy individuals. *Oftalmologicheskii Zhurnal*, 3, 45 – 51.
16. Anatyshuk, L., Kochan, O., Pasechnikova, N., Kobylanskyi, R., Levkiv, M. (2021). Thermoelectric medical device for measuring heat flux from ocular surface. *Proceedings of the 13th International Conference on Measurement*, 178 – 181. IEEE, Paper No. 9446775.
17. Wang, C., Jiao, H., Anatyshuk, L., Kobylanskyi R, Fedoriv, R., Kochan, O. (2022) Development of a temperature and heat flux measurement system based on microcontroller and its application in ophthalmology. *Measurement Science Review*, 22(2), 73 – 79.

18. Kawasaki S, Mizoue S, Yamaguchi M, et al. (2009). Evaluation of filtering bleb function by thermography. *Br J Ophthalmol*. 93(10):1331-6.
19. Kamao T, Yamaguchi M, Kawasaki S, et al. (2011). Screening for dry eye with newly developed ocular surface thermographer. *Am J Ophthalmol*. 151(5):782-791.e1.
20. Tan JH, Ng EYK, Acharya UR, Chee C. (2009). Infrared thermography on ocular surface temperature: A review. *Infrared Phys Techn*. 52:97-108.
21. Chandrasekar B, Rao AP, Murugesan M, Subramanian S, et al. (2021). Ocular surface temperature measurement in diabetic retinopathy. *Exp Eye Res* 211:108749.
22. Matteoli S, Vannetti F, Sodi A, Corvi A. (2020). Infrared thermographic investigation on the ocular surface temperature of normal subjects. *Physiol Meas*. 41(4):045003.
24. Haber-Olguin A, Polania-Baron EJ, Trujillo-Trujillo F, Graue Hernandez EO. (2021). Thermographic behaviour of the cornea during treatment with two excimer laser platforms. *Transl Vis Sci Technol*. 10(9):27.
24. Kawali AA. (2013). Thermography in ocular inflammation. *Indian J Radiol Imaging*. 23(3):281-3.
25. Shinoda K, Matsumoto SC, Yagura K, et al. (2022). Intraocular temperature distribution in eyes undergoing different types of surgical procedures during vitreous surgery. *J Clin Med*. 11(7):2053.

Надійшла до редакції 23.02.2025

**D.I. Ostafiychuk**<sup>1</sup> (<https://orcid.org/0000-0002-6733-1563>),  
**O.G. Shaiko-Shaikovsky**<sup>2</sup> (<https://orcid.org/0000-0002-0818-5367>)

<sup>1</sup>Higher Educational Institution of Ukraine “Bukovinian State Medical University”, Chernivtsi;  
<sup>2</sup>Yury Fedkovych Chernivtsi National University, 2 Kotsiubynsky str., Chernivtsi, 58012, Ukraine

### **Thermography and Thermometry in Medicine. The Importance and use of Non-invasive Methods in the Diagnostics of Certain Diseases**

*Thermography and thermometry are modern diagnostic methods that are currently increasingly used in medical research due to their sufficient information content and non-invasiveness. The paper examines the possibilities of thermography in modern medical diagnostics, analyzes the literature on thermographic and thermometric research methods, and identifies the main areas of application of the method in medicine. The biophysical aspects of thermography, physiological and physical factors that influence the formation of thermographic and thermometric diagnostics have been identified.*

**Key words:** temperature, thermography, thermometry, heat flux, infrared radiation, thermal diagnostics.

Submitted: 23.02.2025