

## ТЕРМОГРАФІЧНА ОЦІНКА ВПЛИВУ ЗОВНІШНІХ ФАКТОРІВ НА СТАН БІОЛОГІЧНОГО ОБ'ЄКТА

Кузь О. П.<sup>1</sup>, Дунаєвський В. І.<sup>2</sup>, Котовський В. Й.<sup>1</sup>, Орел В. Е.  
Дрозденко О. В.<sup>1</sup>, Назарчук С. С.<sup>1</sup>, Цутевич П. А.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського  
<sup>2</sup>Інститут фізики напівпровідників ім. В.Є. Лашкарьова НАНУ  
<sup>3</sup>ДНП «Національний Інститут раку» МОЗ України  
E-mail: kotovsk@kpi.ua

Здоров'я населення, за даними вітчизняних вчених, більш ніж на 50 % залежить від способу життя, на 20–25 % – від навколишнього середовища і лише 10–15 % становлять заходи по охороні здоров'я [1].

Сучасні технології торкнулися всіх сфер життєдіяльності людини. Прикладом того, як нові розробки цивілізації використовуються у повсякденному житті є розвиток текстильної промисловості: людство навчилось виробляти синтетичні тканини, які відіграють не останню роль в забрудненні навколишнього середовища та мають безпосередній контакт із шкірним покривом (ШП) біологічних об'єктів (БО) [2, 3].

Взаємодія факторів навколишнього середовища з БО ґрунтується на тому, що будь яка жива система є відкритою, тобто функціонування відбувається в умовах безперервного обміну з зовнішнім середовищем речовинами, енергією та інформацією.

Сучасний одяг виготовляється в більшості із синтетичних тканин та значно менше із натуральних, що має суттєвий вплив на стан БО і може бути однією з причин значного омолодження захворювань. Питанню дослідження впливу синтетичних тканин присвячено ряд наукових праць [4–6].

Постійне й тривале носіння виробів із синтетичних тканин призводить до появи алергічних реакцій на поверхні ШП людини, які в свою чергу можуть сприяти виникненню таких захворювань шкіри як дерматит, екзема та ін. Внаслідок дії такого ефекту відбувається розігрів як всього організму БО, так і окремих його органів, що призводить до порушення роботи серцево-судинної системи та збудження нервової системи.

Більшість дослідників вважають дуже небезпечним та маловивченим фактор негативного впливу статичної електрики на БО, яка проявляється безпосереднім подразненням нервових закінчень шкіри. Подразнення нервових закінчень в свою чергу викликає реакцію всього організму: змінюється чутливість шкіри, стимулюється капілярний кровоплин, змінюється судинний тонус, спостерігається цілий ряд сис-

темних порушень, включаючи зміни в центральній нервовій системі. Під дією статичної електрики підвищується схильність до артеріальної гіпертензії, брадикардії, що свідчить про спазм та дистонію судин. Крім того, синтетична тканина не дозволяє тілу дихати: під час руху підвищується температура тіла БО, порушується фізіологічний теплообмін, збільшується потовиділення, виникає ефект «парової лазні».

Виявлено обумовленість онкологічної статистики бюстгальтерів із деяких видів синтетичних тканин.

ШП БО являє собою складний та найбільший орган людини (площа ШП складає 1,85–2,2 м<sup>2</sup>), що складається з різних шарів, в яких знаходяться нервові закінчення, кровоносні капіляри, вентиляційні системи, регулятори температури та вологості.

Негативний вплив хоча б на одну із зазначених складових призводить до порушення в роботі як окремих органів, так і організму в цілому. Виявити негативний вплив синтетичних тканин на організм БО існуючими на сьогодні інструментальними методами є досить складним завданням.

Науково-технічний прогрес призвів до масштабного використання електромагнітної енергії в різноманітних галузях діяльності людини. Результати впливу електромагнітного випромінювання (ЕМВ) на БО дуже неоднорідні та суперечливі. Дослідження впливу ЕМВ на БО залишається важливою проблемою сучасної медицини [7, 8].

Кожний орган людини функціонує на певній частоті, наприклад, серце - приблизно 700 Гц, мозок – в стані сну 10 Гц, неспання – 50 Гц. Якщо поруч є постійне джерело випромінювання, яке працює на аналогічній або кратній частоті, то це може призвести до неконтрольованої частоти роботи органу. Так, наприклад, якщо збільшити частоту роботи серця в 1,5 рази, то це стає передумовою виникнення патологій серцево-судинної системи, розвитку артеріальної гіпертензії в осіб, які працюють в умовах тривалого впливу ЕМВ.

У побуті значно зросла кількість приладів, які випромінюють високочастотні хвилі. Людина не замислюється про небезпеку від невидимого ока електромагнітного поля (ЕМП) й не відчуває їх негативний вплив та не вживає відповідних заходів щодо зменшення часу їх використання.

Технічний прогрес зайшов настільки далеко, що таким засобом, як мобільний телефон, користуються вже навіть не мільйони людей, а рахунок йде на декілька мільярдів [9]. Широке використання мобільних пристроїв зв'язку в останні роки порушило проблему ризику для здоров'я, пов'язаного із впливом високочастотних електромагнітних полів.

Другою складовою досліджень впливу зовнішніх чинників на стан БО були вивчення впливу мобільних телефонних пристроїв в частині зміни їх температури під час використання з можливим розігрівом ділянок на ШП тканин, які були в контакті під час безпосереднього користування телефоном. Тобто, крім електромагнітного впливу від працюючого телефону, організм БО наражається на зміну температури тих ділянок, які мають безпосередній контакт з мобільним телефоном.

Наукові результати по вивченню зміни температури ШП в результаті дії мобільних пристроїв в літературних джерелах відсутні, що і стало предметом проведення досліджень авторів даної роботи.

Серед існуючих доступних методів дослідження впливу синтетичного одягу на стан БО окреме місце займає дистанційна інфрачервона термографія (ІЧТ), яка відноситься до променевого методу сучасної медичної діагностики та знаходить різноманітне наукове застосування [10, 11].

Здатність ІЧТ у вимірюванні температури та визначенні зон гіпо- або гіпертермії в будь-якій ділянці на поверхні ШП БО, надає можливість оцінити вплив зовнішнього фактору на стан БО.

Для відстеження температурних асиметрій як наслідків впливу синтетичних тканин, авторами роботи використаний метод дистанційної ІЧТ, який дозволяє контролювати температурні зміни на поверхні ШП з точністю  $\pm(0,07)$  °С.

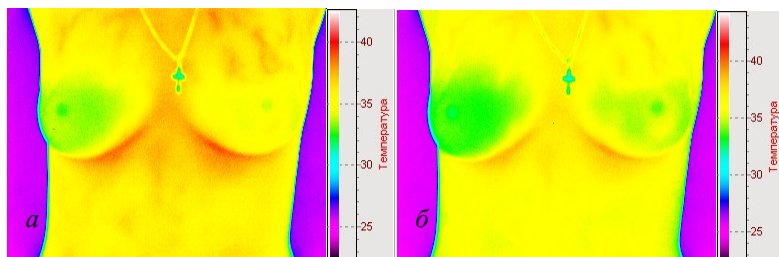
Вимірювання температури здійснювались переважно в зоні грудних залоз (ГЗ) як найбільш вразливого та чутливого до зовнішнього впливу органу.

На рис. 1 представлені термограми ГЗ, які були отримані безпосередньо після зняття одягу виготовленого із синтетичних тканин (*a*) та після 30-хвилинної адаптації до умов приміщення, в якому відбувалось термографічне обстеження (*б*). Спостерігається термоасиметрія, а саме гіпертермія лівої ГЗ (рис. 1, *a*). Температурна різниця між правою та лівою ГЗ складає  $+0,68$  °С. Після адаптації температурна різниця не перевищує  $+(0,25-0,28)$  °С. Отриманий результат свідчить про неоднаковий характер впливу синтетичної тканини на стан ГЗ, що має стати предметом проведення додаткового обстеження.

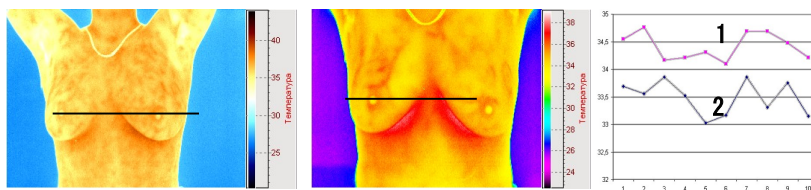
Термографічна візуалізація гіпертермії на ділянках ШП ГЗ представлена на рис. 2, *a*. Досліджувана була одягнена в одяг та білизну із синтетичних тканин. Температура в зоні гіпертермічних включень вища за температуру в сусідніх ділянках на  $1,59$  °С.

На рис. 2, *б* було використано одяг із натуральних тканин. Спостерігається значне послаблення візуалізації судинного малюнку

ШП ГЗ. На рисунку 2в показано температурний розподіл відносно ліній поверхні ШП ГЗ до (1) та після (2) впливу синтетичного одягу.



**Рис. 1. ГЗ перед обстеженням (а) та після 30 хв адаптації до умов приміщення (б)**



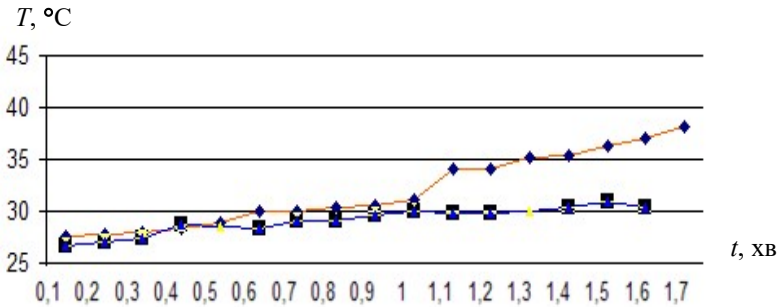
**Рис. 2. Впливу синтетичної білизни (а); після зміни одягу (б); розподіл температури відносно лінії до (1) та після (2) заміни одягу**

В процесі носіння одягу, виготовленого із синтетичних тканин, генерується статична електрика напругою від 1000 В та вище. Маючи недостатню волого- та повітряпроникність синтетичні тканини створюють тепличний ефект, в якому перебуває БО.

ГЗ знаходяться в зоні як негативного впливу електростатичного поля внаслідок електризації тканин, так і підвищеної температури. Аналіз зміни градієнта температури показує, що тривале (двогодинне) перебування в умовах відсутності впливу електростатичного поля є недостатнім для досягнення значення градієнта температури до фізіологічної норми.

Під час випромінювання ВЧ-сигналу мобільного пристрою має місце тепловий ефект. Електромагнітна енергія поглинається тілом людини і, перетворюючись на теплову, розігріває тіло [7]. Встановлено, що мобільні пристрої мають різний характер розігріву під час експлуатації.

Результати вимірювання температури телефонів представлені на рис. 3.



**Рис. 3.** Зміна температури мобільних пристроїв під час їх використання

Аналізуючи отримані результати встановлено, що навіть протягом короткотривалого використання (2 хв) температура підвищується в одному пристрої на 8–9 °С, а в іншому – на 4 °С.

Безпосередня близькість до головного мозку потужного випромінювача електромагнітного та теплового впливу призводить до зміни стану в окремих ділянках мозку, що впливає на психологічний стан людини.

Процес взаємодії ЕМВ із живими організмами може бути подано у вигляді фаз. Фаза 1 – поглинання енергії ЕМВ клітинами живого організму у вигляді розриву міжмолекулярних з'єднань і руйнування ДНК. Фаза 2 – перетворення енергії ЕМВ у хімічну енергію з утворенням іонів і вільних активних радикалів. Фаза 3 – розвиток хімічних реакцій у живому організмі, що опромінюється [7].

Дія ЕМВ призводить до розпаду молекул нуклеотидів, білків, що входять до складу ДНК, пригнічування синтезу й активації розпаду інших білків. Особливо чутливі до ЕМВ є тканини та органи, в яких відбувається активне розмноження клітин: кров, лімфа, кишечник, статеві органи.

Одночасно вимірювалась температура ШП в зоні прилеглої до мобільного пристрою.

Таким чином, виконана робота показала, що ефективним інструментальним засобом вимірювання температури в різних ділянках шкіряного покриву є дистанційна інфрачервона термографія.

Показано, що синтетичний одяг має негативний вплив на БО внаслідок розігріву ділянок ШП прилеглих до одягу.

Мобільні пристрої крім впливу височастотного ЕМВ призводять до розігріву як телефонного пристрою, так і ділянок ШП, які з ним контактують.

## Література

1. Кінаш І. П. Фактори впливу на розвиток сфери охорони здоров'я України. Причорноморські економічні студії. 2018. Вип. 25. С. 43–47.
2. Устінов О. Актуальні проблеми здоров'я та охорони здоров'я у III тисячолітті. Український медичний часопис. 2013. № 3. С. 28–31.
3. Загальна теорія здоров'я та здоров'язбереження : кол. монографія ; за ред. проф. Ю. Д. Бойчука. Харків : Вид. Рожко С. Г. 2017. 488 с.
4. Плаксіна О. Взаємодія науково-технічного та соціального прогресу і феномен сталого розвитку суспільства. Науково-теоретичний альманах Грані. 2024. 27 (1). С. 52–63. URL: <https://doi.org/10.15421/172407>
5. Що не так із нашим одягом? Майже усе! Ще з Максом Щербинюю. Телебачення Торонто. 2021. URL: <https://cutt.ly/Gvv1cKQ>
6. Алергія на тканину: в яких випадках одяг може стати причиною алергії? URL: <https://alergia.com.ua/alergiya-na-tkanynu-v-yakuu-vypadkah-odyag-mozhe-staty-prychynoyu-alergii>
7. Стравський Я. С., Федонюк Л. Я., Подобівський С. С., та ін. Вплив електромагнітного випромінювання на мобільного телефону на організм людини. Вісник соціальної гігієни та організації охорони здоров'я України. 2023. № 1 (95). С. 11–19.
8. Чехун В. Т., Якименко І. Л., Цибулін О. С. Механізми біологічної активності низькоінтенсивного радіочастотного випромінювання. Вісн. НАН України. 2016. № 2. С. 73–86.
9. Неведомська Є. О. Вплив мобільного телефону на здоров'я (огляд вітчизняних та зарубіжних досліджень). World Science. 2018. № 7 (35), Vol. 4. С. 53–58.
10. Котовский В. И., Дунаевский В. И., Тимофеев В. И. та ін. Термографическая оценка влияния внешних воздействий на состояние биологического объекта. Збірник доповідей XIV Міжнародної науково-технічної конференції «Приладобудування: стан і перспективи». Київ. 2015. С. 160–161.
11. Dunaievsky V., Kotovskyi V., Nazarchuk S., Kyslyi V. Expanding the modern approaches of diagnostics of the state of a biological object by introducing infrared thermography. National Health as Determinant of Sustainable Development of Society: monograph / ed. by N. Dubrovina, St. Filip. Bratislava. 2021. P. 35–55.