

Лазерний пінцет пропонується застосовувати для вимірювання сили взаємодії еритроцитів в агрегаті, що є важливим в реології крові [7].

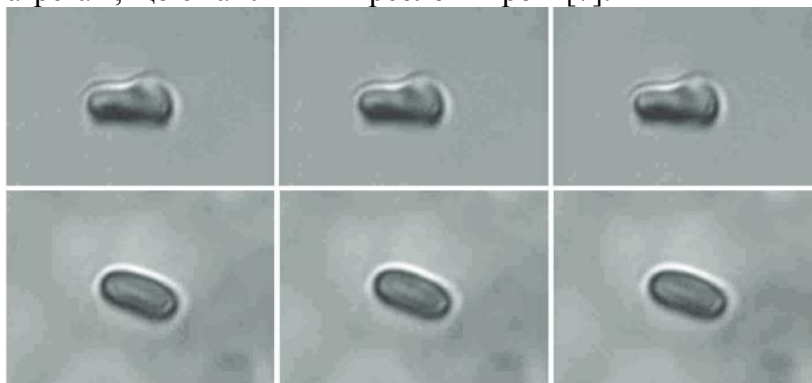


Рис. 3. Еритроцити крові при утриманні лазерним пінцетом [7]

Висновки. Відкриття оптичного пінцета є надзвичайно важливим для вирішення багатьох завдань сучасної біології, хімії, медицини. В перспективі оптичний пінцет дасть можливість здійснити відкриття в галузях біомедичних досліджень.

Список використаних джерел

1. Скальпель и пинцет [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://nplus1.ru/material/2018/10/02/laser-nobel>
2. Что такое лазерный пинцет? [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.bbc.com/ukrainian/features-russian-45726540>
3. Минин И.В. Оптические и акустические ловушки // Вестник СГУГиТ, Том 22, № 3, 2017. – С. 194 – 214.
4. Ashkin A.. Acceleration and trapping of particles by radiation pressure // Physical Review Letters. 1970. Т. 24. - С. 156–159.
5. Ashkin A., Dziedzic J. M., Bjorkholm J. E., Chu S.. Observation of a single-beam gradient force optical trap for dielectric particles // Optics Letters. 1986. Т. 11. - С. 288.
6. А. Голубев Оптический пинцет [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.nkj.ru/archive/articles/2965/>
7. А. Ю. Маклыгин, А. В. Приезжев, А. В. Карменян, С. Ю. Никитин, И. С. Оболенский, А.Е. Луговцов, К. Ли Измерение силы взаимодействия между эритроцитами в агрегате с помощью лазерного пинцета // Квантовая электроника, 2012, том 42, №6. – С. 500–504.

PHYSICAL NATURE OF THE METHOD OF OPTICAL PENNOTE AND ITS APPLICATION FOR BIOMEDICAL INVESTIGATIONS

Abstract. The article analyzes the physical essence of the work of optical pinsetz, which is intended for contactless capture of microobjects and manipulation of them on the basis of the use of petativnyh laser pulses; describes the possibilities of its application in biomedical research, especially for the study of cells, viruses and bacteria, classification and sorting of cells, cellular synthesis, DNA molecule studies.

Key words: optical tweezers, laser, gradient force, microobjects.

Юлія Олішевська, Ангеліна Стороженко, Вікторія Думенко

ФІЗИЧНІ АСПЕКТИ МЕТОДІВ ТЕПЛОБАЧЕННЯ ДЛЯ БІОМЕДИЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

Анотація. У статті проаналізовано фізичні основи методу тепlobачення, який ґрунтується на взаємодії електромагнітного випромінювання інфрачервоного діапазону з біотканинами; розглянуто можливості практичного застосування методу для медичної діагностики, зокрема для діагностики пухлинних утворень грудної і щитовидної залоз, захворювань суглобів, уражень сонних артерій і артерій кінцівок, а також порушень венозного кровообігу.

Ключові слова: інфрачервоне випромінювання, тепlobачення, біологічна тканина, термограма.

Постановка проблеми. Для вирішення багатьох проблем біомедичної діагностики важливі переваги мають сучасні методи, пов'язані із застосуванням електромагнітного випромінювання різних спектральних діапазонів. До таких нових і перспективних методів відносять методи теплобачення. Ці методи ґрунтуються на фізичних принципах взаємодії електромагнітного випромінювання з біологічними об'єктами. Тому важливим є дослідження і обґрунтування фізичних основ застосування цих методів.

Мета роботи: обґрунтувати фізичні основи методів теплобачення для дослідження біологічних об'єктів та можливості їх застосування в сучасній медичній діагностиці.

Виклад основного матеріалу.

Медичне теплобачення (термографія) - метод діагностики, заснований на реєстрації інфрачервоного випромінювання на поверхні шкіри людини.

Випромінювані інфрачервоні хвилі містять інформацію про структури різної температури, що входять до складу тіла, та про їх розташування. Діагностичні можливості теплобачення засновані на оцінці особливостей розподілу на поверхні тіла зон випромінювання ІЧ (3-5 і 8-13 мкм) діапазону. За величиною реєстрованого випромінювання дистанційно визначається температура (енергетична яскравість) окремих ділянок тіла людини. Залежно від підвищення або зниження поверхневої температури на тлі звичних (фізіологічно нормальних) обрисів органу або кінцівки посилюється чи, навпаки, слабшає інтенсивність «світіння» цієї області. Метод нешкідливий для хворого і обслуговуючого персоналу, тому може виконуватися багаторазово і при будь-якому стані хворого [1].

У здорової людини температури розподіляються симетрично відносно середньої лінії тіла. Порушення цієї симетрії і служить основним критерієм тепловізійної діагностики захворювань [2].

Фізіологічною основою термографії є збільшення інтенсивності інфрачервоного випромінювання над патологічним вогнищем у зв'язку з посиленням його кровопостачання і метаболічних процесів або зменшення його інтенсивності в ділянках зі зменшеним регіонарним кровотоком і супутніми змінами в навколишніх тканинах [5].

Для здійснення медичної діагностики необхідно мати еталон - нормальну термограму.

Вивчення оптичних властивостей шкірного покриву тіла людини в інфрачервоному діапазоні хвиль показало, що вони близькі до характеристик абсолютно чорного тіла, тобто закони теплового випромінювання, дають можливість досить точно розрахувати власне випромінювання з поверхні тіла, або визначити радіаційну температуру ділянки тіла за величиною зареєстрованого випромінювання.

Метод теплобачення базується на законах теплового випромінювання: Планка, Віна, Стефана-Больцмана, Кірхгофа, що діють для всіх матеріальних тіл [6].

$$\left(\frac{r_{\lambda r}}{\alpha_{\lambda r}}\right)_1 = \left(\frac{r_{\lambda r}}{\alpha_{\lambda r}}\right)_2 = \left(\frac{r_{\lambda r}}{\alpha_{\lambda r}}\right)_3 = const, \quad (1)$$

$$R = \sigma T^4, \quad (2)$$

$$\lambda_{max} = \frac{b}{T}, \quad (3)$$

$$W_{\lambda-b}(\lambda, T) = \frac{2\pi hc^2}{\lambda^5 (e^{\frac{hc}{\lambda kT}} - 1)} \cdot 10^{-6}, \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2} \cdot \text{мкм}. \quad (4)$$

Для опису частини випромінювання чорного тіла, що випускається реальними тілами, вводять спектральний коефіцієнт випромінювання – $\varepsilon_{\lambda}(\lambda, T)$:

$$\varepsilon_{\lambda}(\lambda, T) = \frac{W_{\lambda-obj}(\lambda, T)}{W_{\lambda-b}(\lambda, T)} \quad (5)$$

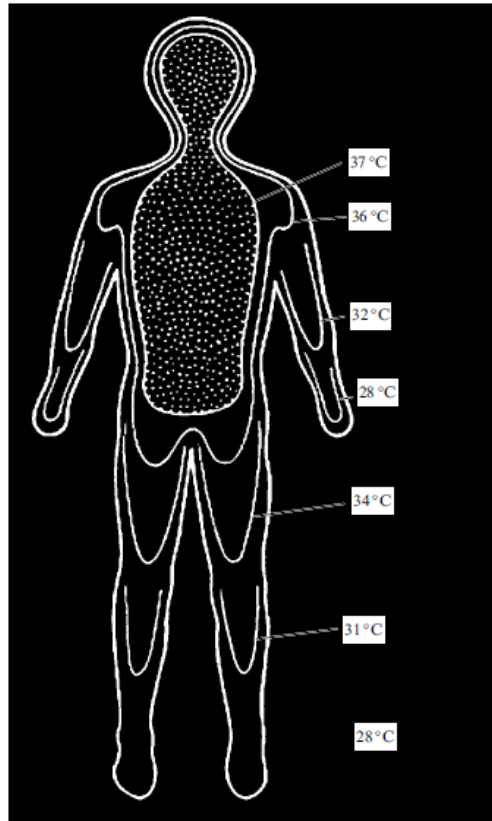


Рис. 1. Розподіл температури тіла людини [1]

Вимірювання потоку теплового випромінювання може проводитися під різними кутами по відношенню до нормалі поверхні об'єкту. Якщо об'єкт підкоряється закону Ламберта, то інтенсивність його випромінювання у напрямку I_θ задається кутом θ , пов'язана з інтенсивністю в напрямку нормалі I_0 , співвідношенням:

$$I_\theta(\theta) = I_0 \cos \theta. \quad (6)$$

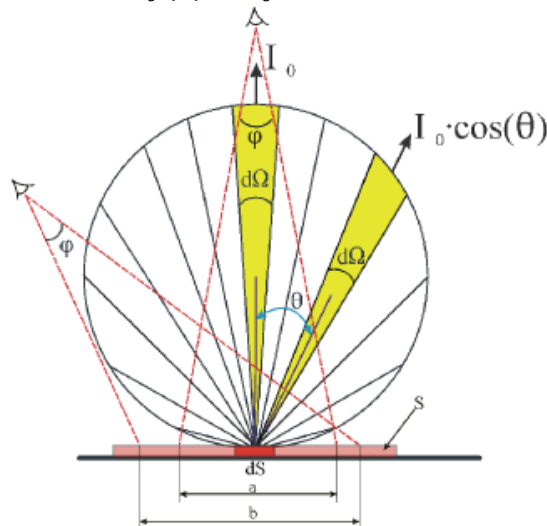


Рис. 2. Розподіл інтенсивності випромінювання джерела, що підкоряється закону Ламберта [3,4]

За інтегральною потужністю випромінювання, яка виміряна тепловізором в певному спектральному діапазоні визначається температура.

$$W_{obj}(T) = \varepsilon_{\Delta\lambda}(T) \int_{\lambda_1}^{\lambda_2} W_{\lambda,b}(\lambda, T) d\lambda. \quad (7)$$

Найбільш важливі області діагностичного використання термографії: розпізнавання пухлинних утворень грудної і щитовидної залоз; діагностика захворювань суглобів, уражень сонних артерій і артерій кінцівок, а також порушень венозного кровообігу. Відомо, що злоякісна пухлина внаслідок підвищеного метаболізму має більш високу температуру в порівнянні з навколишніми тканинами. Температура також завжди підвищена у місці запалення. Напроти, порушення кровообігу певних ділянок тіла в результаті звуження кровоносних судин призводить до зменшення кровопостачання тканин, послаблення обміну речовин і, відповідно, до зниження температури в цій ділянці [6].

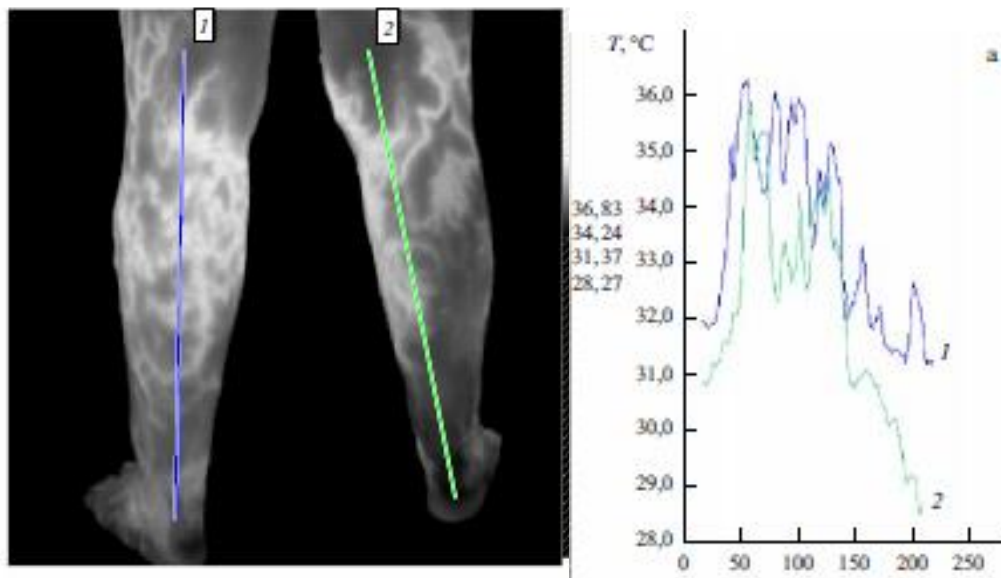


Рис. 3. Термограми судинних патологій (венозне розширення вен)

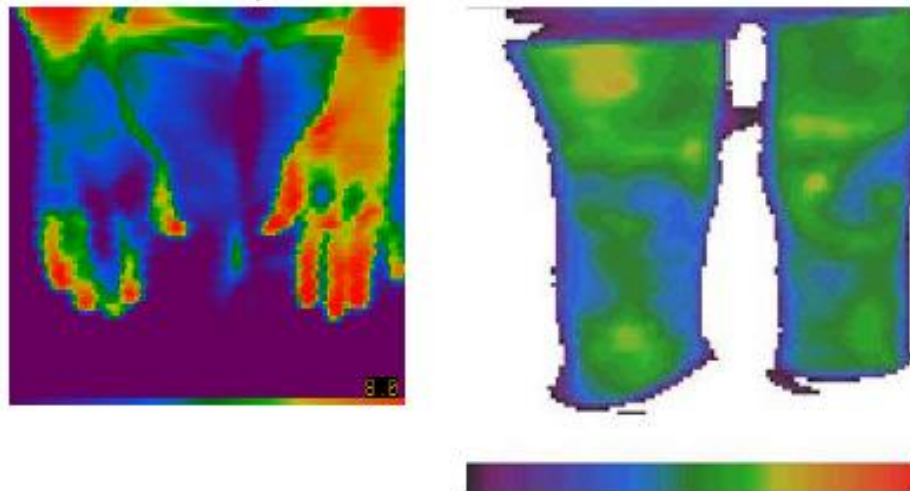


Рис.4. Термограми при артрозі

Висновки. Методи тепlobачення ґрунтуються на відомих фізичних законах теплового випромінювання, є досить простими в реалізації, не чинять згубної дії на організм, тому мають важливі переваги для застосування. Внаслідок своєї високої чутливості термографія дає можливість в багатьох випадках виявляти ранні доклінічні стадії патологічних порушень.

Список використаних джерел

1. Иваницкий Г. Р. Современное матричное тепловидение в биомедицине / Г. Р. Иваницкий. // Успехи физических наук. – 2006. – №12. – С. 1293 – 1320.

2. Ткаченко Ю.А. Клиническая термография (обзор основных возможностей) / Ю.А. Ткаченко, М.В. Голованова, А.М. Овечкин. – Ростов-на-Дону, 2009. – 270 с.
3. Скрипаль А. В. Тепловизионная биомедицинская диагностика / А. В. Скрипаль, А. А. Сагайдачный, Д. А. Усанов. – Саратов: Издательство саратовского университета, 2009. – 118 с.
4. Заяц Г. А. Медицинское тепловидение - современный метод функциональной диагностики / Г. А. Заяц, В. Т. Коваль. // Здоровье. Медицинская экология. Наука. – 2010. – №3. – С. 27 – 33.
5. Андрейчин М. А. Дистанційна термографія та її значення для діагностики гострого тонзиліту / М. А. Андрейчин, Ю. В. Копча. // Інфекційні хвороби. – 2016. – №3. – С. 82 – 88.
6. Медична і біологічна фізика: Навчальний посібник для студентів спеціальності 222 «Медицина»/ Е.І. Сливко, О.З. Мельнікова, О.З. Іванченко, Н.С. Біляк. - Запоріжжя, 2018.- 291 с.

PHYSICAL ASPECTS OF THERMAL METHODS FOR BIOMEDICAL INVESTIGATIONS

Abstract. The article analyzes the physical foundations of the method of heat dissipation, which is based on the interaction of electromagnetic radiation of the infrared range with biocavities; the possibilities of practical application of the method for medical diagnostics, in particular for diagnostics of tumor formations of the thoracic and thyroid glands, joints diseases, lesions of carotid arteries and arteries of extremities, and also violations of venous blood circulation are considered.

Keywords: infrared radiation, heat dissipation, biological tissue, thermogram.

Вікторія Черниш, Віталіна Росінська, Анатолій Сільвейстр

ПРИРОДНИЧО-НАУКОВІ ЗНАННЯ ЯК ОСНОВА ДЛЯ ВИВЧЕННЯ ПРЕДМЕТІВ ПРИРОДНИЧОГО ЦИКЛУ

Анотація. В статті розглядаються природничо-наукові знання як основа для вивчення предметів природничого циклу у закладах загальної середньої освіти. Показано, що важливе значення для формування природничо-наукових знань мають як інтеграційні так і диференційні процеси. Обґрунтовуються та з'ясовуються умови реалізації природничо-наукових знань. Наводяться напрямки формування природничо-наукових знань учнів на уроках фізики. Звертається увага на засвоєння міжпредметних понять під час вивчення предметів природничого циклу з метою формування природничо-наукових знань.

Ключові слова: учнів, природничо-наукові знання, інтеграційні процеси, предмети природничого циклу, уроки фізики, формування, міжпредметні поняття.

Постановка проблеми. Сучасне виробництво, з його високим рівнем механізації, широкої автоматизацією контролю і управління технологічними процесами, застосуванням електронно-обчислювальних машин, все більше і більше вимагає від робітників інженерно-технічних знань, розуміння наукових принципів виробництва, високого рівня розвитку мислення, творчих здібностей. Починати розвивати ці якості у майбутніх фахівців потрібно в період навчання в школі, коли формується особистість з її поглядами, переконаннями, знаннями, вміннями і здібностями.

Аналіз останніх досліджень. Проблему реалізації міжпредметних зв'язків на уроках/заняттях з фізики розв'язували: О. Бугайов, С. Величко, С. Гончаренко, Ю. Дік, В. Завьялов, В. Ільченко, Ю. Лук'янов В. Розумовський, О. Сергєєв, Н. Стучинська, І. Туришев, А. Усова, Л. Уфимцев, Б. Яворський та ін. Аналіз літератури з проблем інтегрованого навчання і методики проведення інтегрованих уроків показав, що в сучасній педагогіці цьому питанню надається велике значення.

Мета статті: теоретично обґрунтувати та з'ясувати умови реалізації природничо-наукових знань як основи для вивчення предметів природничого циклу.

Виклад основного матеріалу. Кожний перспективний напрямок діяльності людини прямо або побічно пов'язаний з сучасними технологіями і новою матеріальною базою, і природничо-наукові знання за своєю суттю - запорука успіху. Відсутність