

НЕІНВАЗИВНІ МЕТОДИ ВИМІРЮВАННЯ ГЛИБИННОЇ ТЕМПЕРАТУРИ

В основі неінвазивних методів вимірювання температури лежить властивість всіх фізичних тіл випромінювати електромагнітний сигнал у широкому діапазоні частот. Інтенсивність електромагнітного випромінювання нагрітого до температури T абсолютно чорного тіла визначається законом Планка:

В області високих частот формула має вигляд:

$$I(\nu, T) \approx \frac{2\pi h \nu^3}{c^2} \cdot \frac{h\nu}{e k T} \quad (1.1)$$

В області низьких частот ($h\nu \ll kT$) енергія випромінювання абсолютно чорного тіла визначається законом Релея-Джинса:

$$I(\nu, T) \approx \frac{2\pi h \nu^3}{c^2} \cdot k T \quad (1.2)$$

Область частот більше 1 ГГц відповідає першому випадку, т.ч. потужність випромінювання виражається формулою (1.1).

Максимум випромінювання для області температур людського організму знаходиться в області інфрачервоних довжин хвиль. Інфрачервона термографія (тепlobачення) дає «топографічне» представлення про поверхневу температуру тіла, що слабо або навіть зовсім не пов'язана з температурою внутрішніх органів.

Більш перспективним для задач медичної діагностики є метод радіотермометрії. Сучасна радіотехнічна апаратура дозволяє реєструвати такі дуже малі рівні потужності в широкому діапазоні частот (10^9 - 10^{10}).

Однак визначення фізичної температури нагрітого тіла за його випромінюванням в радіодіапазоні є простою задачею тільки в ідеальному випадку, коли тіло знаходиться у вільному просторі або в середовищі, яке не має власного теплового випромінювання.

На практиці ситуація ускладнюється тим, що нагріте тіло, у нашому випадку, якщо температура об'єкта перевищує температуру середовища, тобто має місце локальна температурна аномалія, з'являється можливість вимірювати величину цього перевищення.

Температури різних органів і частин людського тіла залежать в інтервалі від 32 до 40 °С, а всі ефекти її локальної зміни укладаються в інтервал $\pm(2-3)$ °С. Отже, для успішного застосування РТМ методу необхідна точність виміру $\pm 0,2$ °С.

Завдання полягає у тому, щоб зафіксувати все радіовипромінювання, яке надходить з середини тіла. Це можна зробити, наприклад, розміщуючи антену під шкіру, однак той же результат можна одержати і неінвазивно, приклавши до шкіри діелектрик з поміщеною усередину нього антеною з таким же значенням діелектричної постійної, що і у тіла. У цьому випадку антена повинна реєструвати випромінювання на довжині хвилі, у декілька разів меншої, чим у повітрі.

Висновок: максимальні розміри поверхні шкіри, що покривається антеною під якою вимірюється температура, складає для хвилі частотою 1 ГГц всього 2-4 см (звичайно антена-зонд має такий же розмір, як і довжина прийнятої хвилі в м'язовій тканині).

Таким чином, радіотермометр вимірює середню температуру тіла в обсязі циліндра з підставою, рівним площі антени, і висотою порядку половини довжини хвилі в ній, тобто рівній глибині проникання.

Література:

1. Скрипник Ю.А., Яненко А.Ф., Манойлов В.Ф. *Микроволновая радиометрия физических и биологических объектов – Житомир: Изд-во «Волынь», 2003 – 408 с.*