

Медична електроніка.
Основні групи медичних
електронних приладів і
апаратів. Електробезпека
медичної апаратури.
Система отримання медико-
біологічної інформації.

Медична електроніка

Медична електроніка – науковий напрям у технічній електроніці, метою якого є розробка електронних приладів для експериментальних, профілактичних та клінічних досліджень і лікування людини.

Медичні електронні прилади та пристрої застосовують для збирання, підсилення, реєстрації, індикації, відображення та аналізу медичної інформації; лікарського впливу на людину; керування деякими функціями людського організму; заміни функцій окремих органів і систем людини; електронного моделювання процесів діяльності деяких систем і органів людини та біоелектричного керування ними.



Медична техніка

```
graph TD; A[Медична техніка] --> B[апаратура]; A --> C[інструменти]; A --> D[устаткування];
```

апаратура

устаткування

інструменти

Медична
апаратура

```
graph TD; A([Медична апаратура]) --> B[Електронна медична апаратура]; A --> C[Механічна медична апаратура];
```

Електронна
медична
апаратура

Механічна
медична
апаратура

Електромедична апаратура
поділяється на:

- ▶ прилади й апарати впливу
- ▶ прилади й апарати
сприйняття

Електромедична апаратура за функціональними ознаками поділяється на:

- ▶ лікувальну
- ▶ діагностичну

- ▶ Вироби лікувальної апаратури називаються апаратами.
- ▶ Вироби діагностичної апаратури називаються приладами

Медичні прилади

– Це технічні засоби вимірювання, аналізу, обробки та надання інформації, призначені для діагностики, профілактики та лікування.

Медичні апарати

– це технічні пристрої, які здійснюють вплив на об'єкт будь-яким видом енергії з метою зміни об'єкта або визначення його характеристик.

Класифікація електронної медичної апаратури

Узагальнюючи досвід застосування електроніки в медицині, можна сказати, що вона, в основному, використовується для розв'язання таких задач:

- Отримання первинної медичної інформації;
- Обробки й автоматичного аналізу отриманої первинної інформації;
- Створення силових полів для впливу на організм, у тому числі й отримання адекватних подразників;
- Моделювання процесів, які відбуваються в організмі;
- Автоматичне управління органами і системами, протезування органів і систем, слідкування за функціональним станом організму пацієнта.

Діагностична електронна медична апаратура призначається для:

- ▶ Реєстрації біопотенціалів;
- ▶ Реєстрація неелектричних величин;
- ▶ Передачі медичної інформації на відстані;
- ▶ Отримання рентгеноконтрастних зображень;
- ▶ Ультразвукового сканування органів і тканин;
- ▶ Радіоізотопного дослідження функцій органів і систем.

Фізіотерапевтична електронна медична апаратура

Можна виділити такі типи фізіотерапевтичної апаратури:

- ✚ Апаратура, в якій використовується дія постійного поля;
- ✚ Низькочастотна ЕМА (частоти до 20 кГц);
- ✚ Високочастотна ЕМА (частота 70 кГц – 30 МГц);
- ✚ Ультрочастотна ЕМА (частота 30 – 300 МГц);
- ✚ Надвисокочастотна і крайньовисокочастотна ЕМА (частота понад 300 МГц).

Електрона техніка широко використовується також в інших галузях медичної науки і практики:

- ❑ В експериментальній медицині і наукових дослідженнях;*
- ❑ В організації охорони здоров'я і профілактичній медицині;*
- ❑ У навчальному процесі.*

Медична діагностична апаратура

У сучасній медичній практиці
діагностика переважної
більшості патологічних
процесів базується на
результатах променевого
дослідження.

Променева діагностика поділяється на:

- ▶ X-променеві методи діагностики;
- ▶ Комп'ютерна томографія (КТ);
- ▶ Магнітно–резонансна томографія (МРТ) ;
- ▶ Ядерний магнітний резонанс – спектроскопія *in vivo* (RMР–спектроскопія *in vivo*);
- ▶ Позитронна емісійна томографія (ПЕТ);
- ▶ Радіоізотопна діагностика.

Ультразвукові методи діагностики (УЗД):

- ➔ ультразвукове дослідження (сонографія);
- ➔ ультразвукова доплерографія (УЗДГ);
- ➔ дуплексна (подвійна) УЗДГ;
- ➔ ехотомографія;
- ➔ метод транскраніальної доплерографії (ТКД);
- ➔ віртуальна сонографія в реальному масштабі часу (real-time virtual sonography – RVS).

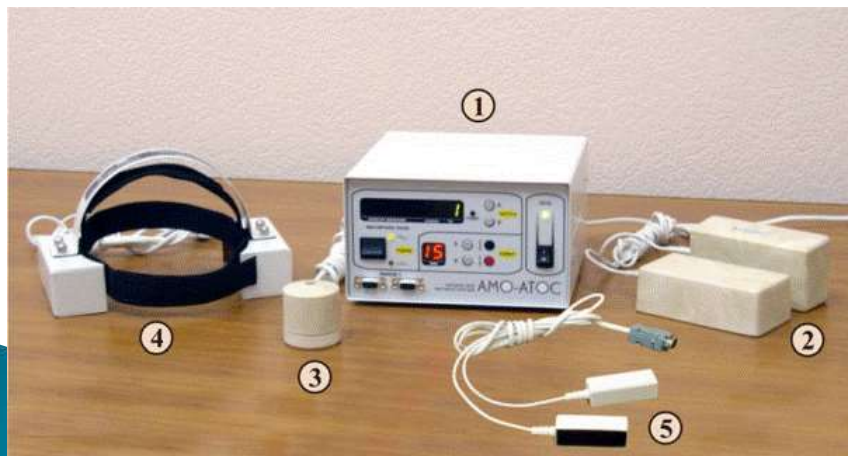
X-променева (рентгенівська) комп'ютерна томографія –

побудована на скануванні людського тіла X-променями з подальшим перетворенням енергії даного випромінювання в електричні сигнали та комп'ютерну обробку отриманих даних.

Основні групи медичних електронних приладів і апаратів

Часто фізіотерапевтичну електронну апаратуру низькою і звукової частоти називають низькочастотною.

Електронну апаратуру всіх інших частот називають узагальнюючим поняттям – високочастотна.



Магнітотерапія.

Слабке магнітне поле є постійним фактором навколишнього середовища на Землі. Штучно створюється слабке магнітне поле сприятливо впливає на організм людини. У найбільшій мірі на нього реагують нервова, ендокринна і кровоносна системи. Центральна нервова система та вищі центри вегетативної регуляції більш чутливі, ніж периферійна нервова система.

Для магнітотерапії застосовуються: феромагнітні диски, магнітофори, магнітні таблетки для Магнітопунктури, магнітні кліпси.

Також для проведення апаратної магнітотерапії застосовуються серійно випускаються прилади «Полюс- 1, -2, -3, -101 », «АЛИМП-1», «АВІМП-1», «Градiєнт-1 », «МАГ-30» та інші.



Рефлексотерапія

Різновиди **рефлексотерапії**, при яких здійснюється вплив електричним струмом на біологічно активні точки акупунктури, отримали назву електропунктури (поверхнева черезшкірна електростимуляція) і електроакупунктури (глибока електростимуляція за допомогою введеної голки). Ці способи рефлексотерапії отримали широке розповсюдження завдяки успішному застосуванню електроакупунктури в цілях знеболювання при хірургічних втручаннях.



Лікувальне прогрівання тканин

При частотах більше 500 кГц почастищення зсувів іонів виходить за межі фізіологічного температурного діапазону – виникає молекулярно-тепловий (що нагріває) ефект. Початкові стадії цього процесу використовуються в медицині для лікувального прогрівання тканин. Високочастотне прогрівання відбувається за рахунок утворення теплоти у внутрішніх частинах організму, тобто його можна створити там, де воно потрібно. Виділення теплоти залежить від діелектричної проникності тканин, їх питомого опору і частоти електромагнітних коливань.



Апаратура для терапії електромагнітними хвилями сонячного спектра

Використання з лікувальною метою повного діапазону сонячної радіації має назву фототерапія або геліотерапія, а його фрагментів – відповідно до їх назвами: ультрафіолетовий, видимий, інфрачервоний. Лазерна терапія також відноситься до фототерапії, хоча в даному випадку використовується надзвичайно вузький хвильовий діапазон.

Для лікувальних цілей використовують штучні джерела теплового випромінювання: лампи розжарювання (солюкс) та інфрачервоні випромінювачі (780–1400нм), укріплені в спеціальному рефлекторі на штативі (лампа Мініна, апарат «Угольок»).



Структурна схема знімання, передачі та реєстрації медико-біологічної інформації

Для того щоб отримати і зафіксувати інформацію про стан і параметри медико-біологічної системи, необхідно мати цілу сукупність пристроїв.



Пристрій знімання

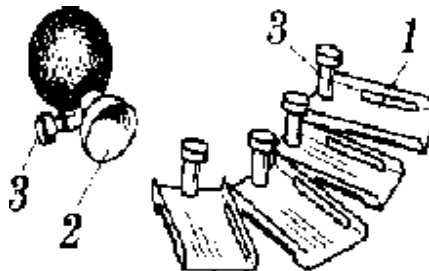
У багатьох випадках між пристроєм знімання і засобом вимірювань є елементи, що підсилюють початковий сигнал і передають його на відстань.

Електроди для знімання біоелектричного сигналу – це провідники спеціальної форми, що з'єднують вимірювальну ланцюг з біологічною системою.

До електродів пред'являються певні вимоги: вони повинні швидко фіксуватися і зніматися, мати високу стабільність електричних параметрів, бути міцними, щоб не створювати перешкод, не дратувати біологічну тканину і т. п.

За призначенням електроди для знімання біоелектричного сигналу поділяють на такі групи:

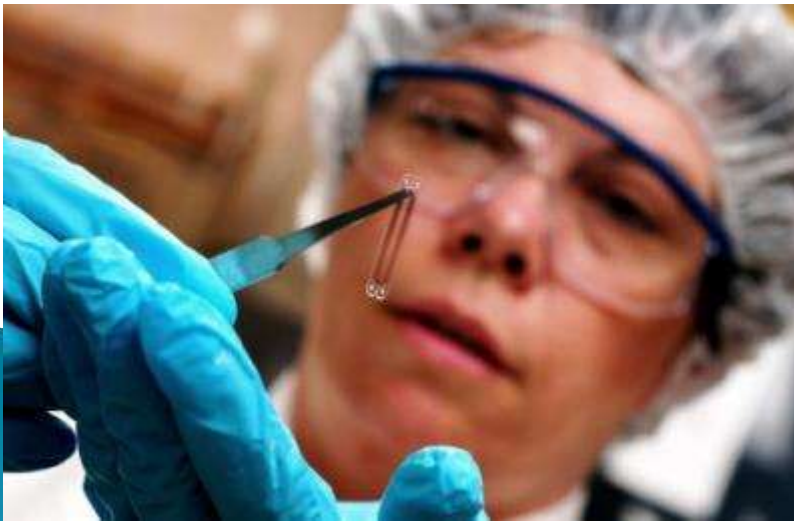
- ▶ для короткочасного застосування в кабінетах функціональної діагностики, наприклад для разового зняття електрокардіограми;
- ▶ для тривалого використання, наприклад при постійному спостереженні за важкохворими в умовах палат інтенсивної терапії;
- ▶ для використання на рухомих обстежуваних, наприклад у спортивній або космічній медицині;
- ▶ для екстреного застосування, наприклад в умовах швидкої допомоги.



Датчики медико-біологічної інформації

Багато медико-біологічні характеристики не можна безпосередньо «зняти» електродами, так як ці характеристики не відображаються біоелектричним сигналом: тиск крові, температура, звуки серця та багато інших. У деяких випадках медико-біологічна інформація пов'язана з електричним сигналом, однак до неї зручніше підійти як до неелектричної величини (наприклад, пульс). У цих випадках використовують датчики (вимірювальні перетворювачі).

Датчиком називають пристрій, що перетворює вимірювану або контрольовану величину в сигнал, зручний для передачі, подальшого перетворення або реєстрації.



Передача сигналу. Радіотелеметрія

Знятий і посилений електричний сигнал необхідно передати до реєструючого (вимірювального) приладу.

У багатьох випадках електроди або датчики, підсилювач і прилад, конструктивно оформлені як єдиний пристрій. У цьому випадку передача інформації не є складною проблемою. Однак вимірювальна частина може знаходитися і на відстані від біологічної системи, такі вимірювання відносять до *телеметрії* або, можливо, до *біотелеметрії*. Зв'язок між пристроєм знімання і реєструючим приладом при цьому здійснюється або по проводах, або по радіо. Останній варіант телеметрії називають *радіотелеметрія*.

Аналогові реєструючі пристрої

Кінцевим елементом технічної схеми є вимірювальний (контролюючий) пристрій, що відображає або реєструє медико-біологічну інформацію.

Під *пристроєм відображення* розуміють пристрій, який тимчасово представляє інформацію, при появі нової інформації колишня інформація безслідно зникає. Такими є, зокрема, стрілочні прилади: амперметр, вольтметр та ін. Стрілочний амперметр, наприклад, показує силу струму в даний момент і не фіксує її.

У медицині, біології і фізіології в основному використовуються наступні способи реєстрації інформації на носії:

- ▶ нанесення шару речовини (барвника): чорнильно-пир'яна і струєписна системи;
- ▶ зміна стану речовини носія: фотореєстрація, електрохімічна, електрофотографічна (ксерографія) і магнітний запис;
- ▶ зняття шару речовини з носія: закопчена поверхня, теплова запис.

Техніка безпеки

Захист досягається дотриманням трьох основних вимог:

- Правильною конструкцією апарату, яка гарантує безумовну безпеку;
- Використанням спеціальних засобів зовнішнього захисту, які забезпечують умовну безпеку;
- Вказівкою умов, за яких робота з обладнанням є безпечною.

За способом захисту персонала і пацієнта від електроудару і електротравми все медичне устаткування, яке використовує зовнішнє живлення, ділиться на п'ять класів (окремо виділяється устаткування з внутрішніми джерелами живлення, наприклад, батареями).

Клас 0

Апаратура має тільки один основний захист (ізоляцію) : це – побутова апаратура, а також апаратура, що використовується для господарських потреб медичних закладів, вона не призначена для безпосередньої роботи з пацієнтом.

Клас І

Апаратура, котра, крім основного захисту, має додатковий у вигляді заземлення, яке здійснюється одночасно із вмиканням приладу в мережу за допомогою вилки з провідником заземлення.

Клас 0І

Апаратура класу 0 і І, яка має спеціальну клему для заземлення приладу окремим провідником.

Клас II

Апаратура цього класу характеризується використанням, крім основної ізоляції, ще й додаткової – у вигляді посиленої ізоляції устаткування або його частин, які знаходяться під напругою, небезпечної для життя пацієнта та персоналу. Це устаткування не має захисного заземлення, але може мати клему для робочого заземлення з метою зменшення шумів від мережі.

Клас III

Апаратура цього класу характеризується низькою (не більше 24 В) напругою живлення, що є, поряд з основною ізоляцією, додатковою мірою захисту від електроудару, причиною якого може бути мережа. Це обладнання не має внутрішніх і зовнішніх кіл, у яких використовується висока напруга. Обладнання III класу, як правило, не заземлюється.

Правила безпеки

1. При підозрі неполадків під час підготовки приладу до роботи необхідно від'єднати його від мережі. Несправний прилад категорично забороняється використовувати та експлуатувати. Підозра у несправності виникає при нестабільній роботі вимірювальних та індикаційних пристроїв, відсутності або неможливості плавної регуляції приладу, виникненні підозрілих шумів, тріску, запахів тощо.

2. Перешкоди (шуми) не можна усувати, накладаючи додатковий електрод заземлення на пацієнта, оскільки при цьому можливий небезпечний витік струму крізь тіло пацієнта. Ймовірність такої загрози особливо велика при використанні декількох вимірювальних приладів; якщо таке заземлення все ж таки необхідне, то воно повинно бути єдиним (винятком є заземлення двома нейтральними електродами при діатермії).

3. Заземлення шляхом під'єднання до труб опалення та водопроводу не можна вважати задавільним, оскільки завжди існує ймовірність, що в іншому приміщенні на цю ж трубу заземлено прилад із значним вибоком струму, який може поширитися на пацієнта й обслуговуючий персонал.

4. Якщо одночасно використовується декілька приладів, вони повинні мати одну спільну точку заземлення. Не можна під'єднувати прилади до “землі” послідовно, у цьому випадку утворюється “петля заземлення”, по якій циркулюють струми втрат.

5. Заміна патронів, вилок та інших з'єднувачів повина виконуватись лише фахівцями, хоча на перший погляд ця робота здається досить простою.

6. Забороняється експлуатація приладів за умов, не вказаних в правилах їх використання.
 7. Забороняється самотійно змінювати конструкцію апарата без дотримання умов його безпечної експлуатації.
- 