

**Основи побудови та застосування  
біомедичної апаратури**

**Реографічна та реоплетизмографічна  
апаратура**

## Біофізична суть методів дослідження

**Реографія (реоплетизмографія)** – графічна реєстрація зміни опору живих тканин або органів в електричному колі, обумовленої як пульсовими (у першому випадку), так і повільними (у другому випадку) коливаннями їх кровонаповнення.

**Фізична суть цих методів:** зміна імпедансу ділянок живої тканини абл органів між електродами вимірювальної схеми, яка (зміна імпедансу) спричиняється коливаннями їхнього кровонаповнення, перетворюється у зміну напруги на виході вимірювального перетворювача, яка потім підсилюється, детектується та реєструється.

Діяльність системи кровообігу характеризують двома видами процесів:

- 1) **пульсові**, порівняно **швидкі динамічні зміни**, які виникають у кровоносних судинах, мають періодичний характер та спричинені роботою серця, значним зменшенням грудного тиску у момент вдихання;
- 2) **повільні динамічні зміни**, які відбуваються у системі кровообігу, та полягають у зміні артеріального тиску, спричиненого дією різних фізіологічних факторів дихання, тону судин (розширення або звуження деяких ділянок тіла), вплив температури тощо. Основна особливість цих процесів полягає у тому, що деякі з них мають неперіодичний характер та певну невизначеність часу протікання.

## Біофізична суть методів дослідження

*Методом реографії досліджують об'ємні зміни кровонаповнення судин, пов'язані з пульсовою діяльністю серця.*

*Методом реоплетизмографії досліджують відносно повільні зміни органу або ділянки тіла, пов'язані з коливаннями кровонаповнення у результаті зміни тону судин або ускладнення відтоку крові, а також під впливом дихання.*

У загальному випадку ці прилади вимірюють та реєструють:

- 1) імпеданс об'єкта  $\dot{Z}$ , Ом;
- 2) зміну імпедансу об'єкта  $\Delta\dot{Z}$ , Ом;
- 3) швидкість зміни імпедансу об'єкта  $d(\Delta\dot{Z})/dt$ , Ом/с;
- 4) активну складову імпедансу об'єкта  $R$ , Ом;
- 5) зміну активної складової імпедансу об'єкта  $\Delta R$ , Ом;
- 6) швидкість зміни активної складової імпедансу об'єкта  $d(\Delta R)/dt$ , Ом/с;
- 7) реактивну складову імпедансу об'єкта  $X_C$ , Ом;
- 8) зміну реактивної складової імпедансу об'єкта  $\Delta X_C$ , Ом/с.

## Біофізична суть методів дослідження

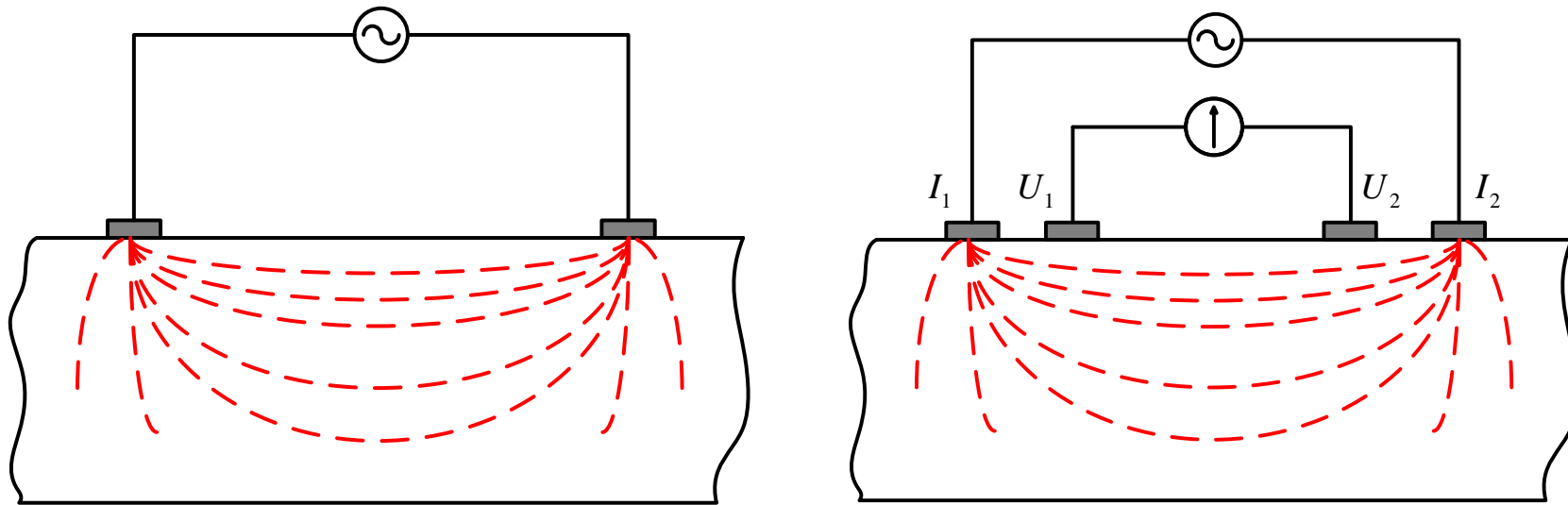
### **Переваги** реографії (реоплетизмографії):

- є неінвазивними (безкровними) методами дослідження, без деформації судин та неприємних відчуттів;
- можливість діагностики багатьох внутрішніх органів.

### **Недоліки** реографії (реоплетизмографії):

- домінує якісна оцінка над кількісною;
- складність інтерпретації зареєстрованих залежностей;
- доволі великий вплив артефактів.

## Використання пластинчастих електродів

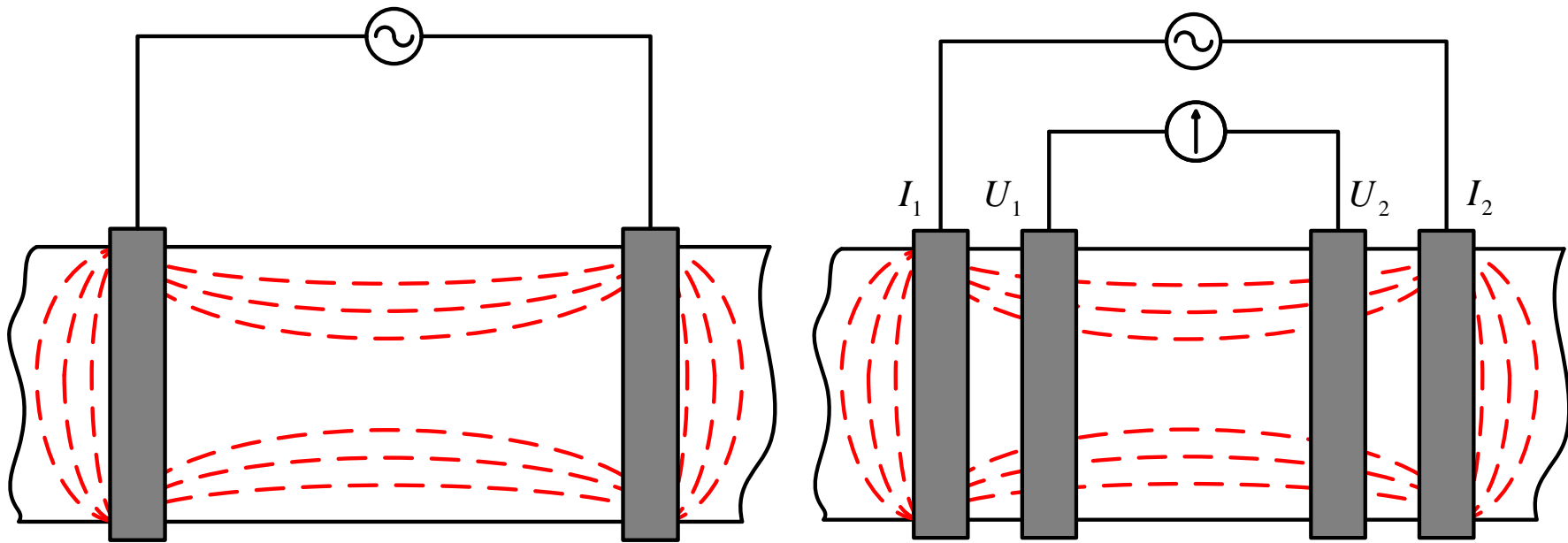


*Розподіл електричного поля при дво- та чотириелектродній схемах при накладанні пластинчастих електродів на одній стороні об'єкта*

**Переваги:** простота, зручність.

**Недоліки:** нечіткий контур дослідження (електричне поле охоплює ділянки тіла не лише між електродами, але і зовні від них).

## Використання кільцеподібних стрічкових електродів



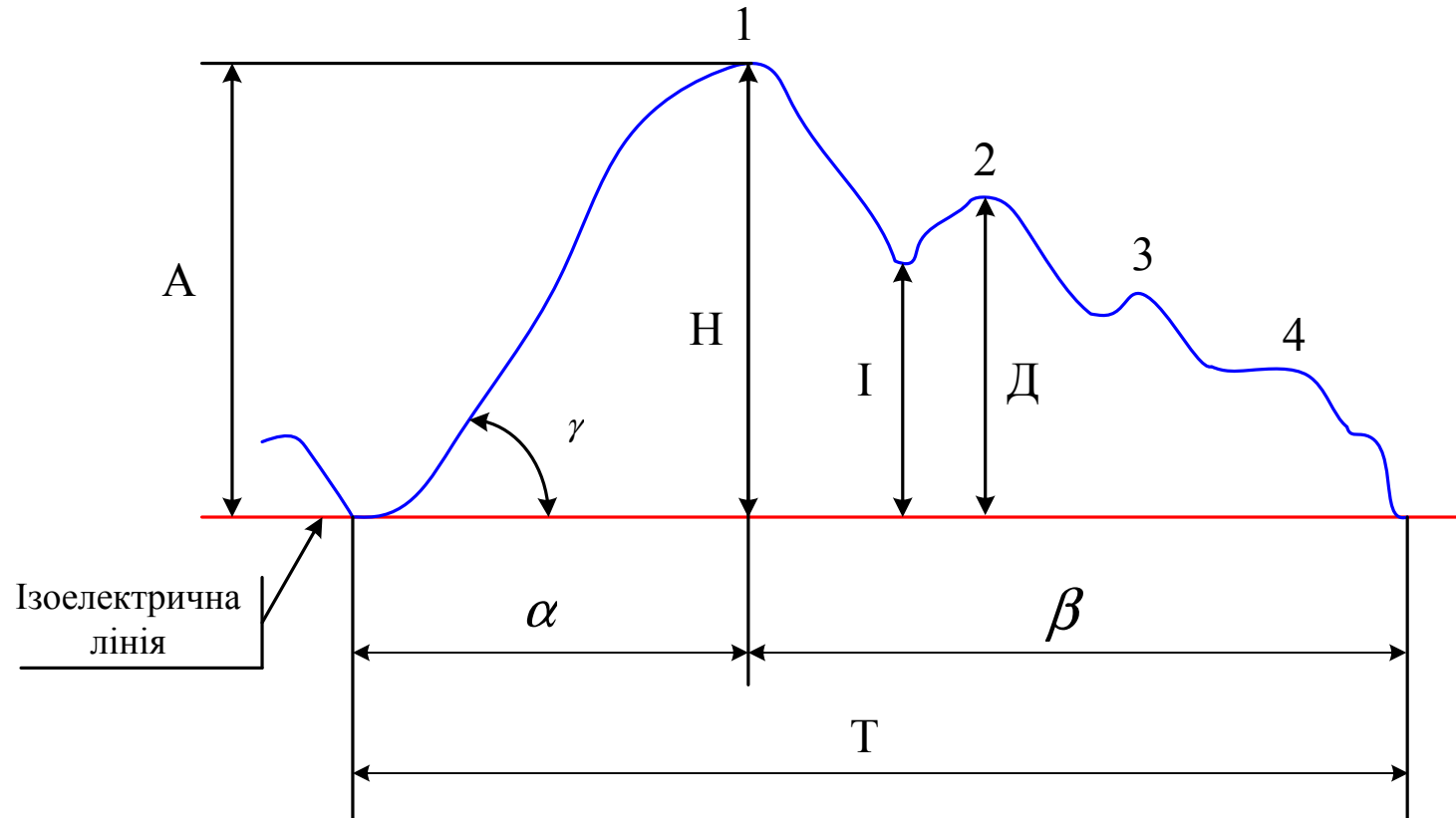
*Розподіл електричного поля при дво- та чотириелектродній схемах при накладанні кільцеподібних стрічкових електродів*

**Переваги:** менший вплив артефактів; контур дослідження чіткіший, порівняно з двоелектродною схемою.

**Недоліки:** дво- та чотириелектродні схеми дають різну форму кривих; за комплексної діагностики складно фіксувати багато електродів.

## **Аналіз реограм (реоплетизмограм)**

## Контурний аналіз реограм (реоплетизмограм)



*Реограма передпліччя*



## Аналіз реограм (реоплетизмограм)

### *Основні елементи реограми:*

1 – вершина систолічної хвилі; 2 – вершина діакротичної хвилі;

3, 4 – додаткові хвилі (зазвичай наявні у молодих людей);

H – висота систолічної хвилі, мм;

I – інцизура, мм;

D – висота діакротичної хвилі, мм;

T – тривалість серцевого циклу, с;

$\alpha$  – тривалість анакрати, с;

$\beta$  – тривалість катакрати, с;

$\gamma$  – кут нахилу анакрати до ізоелектричної лінії;

A – максимальна амплітуда реограми.

*Анакрота* – зростаюча частина хвилі реограми, *катакрота* – спадна частина хвилі реограми. Приблизно на першій третині катакрати є інцизура (у даному випадку розподіляє систолічну та діастолічну хвилі).

## Аналіз реограм (реоплетизмограм)

*Перша похідна реограми* дозволяє отримати інформацію про тонус судин та скорочуваність міокарду. За формою такої кривої можна розрахувати максимальну швидкість (швидкого та редукованого) наповнення, що є додатковим показником тонусу судин.

Також *за формою кривої першої похідної реограми можна оцінити:*

- швидкість кровотоку;
- еластичність стінок судин та її зміни при патології;
- адаптаційну здатність судинної системи на досліджуваній ділянці;
- розтягувальну здатність стінки судини при систолічному притокові крові та її амортизаційну здатність при повторних коливальних рухах.

## Аналіз реограм (реоплетизмограм)

Реоплетизмограма значною мірою схожа на реограму.

При патологічних змінах серцево-судинної системи реоплетизмограма суттєво спотворюється.

Також на реоплетизмограмі:

- **при збільшенні тонусу судин** кут нахилу  $\gamma$  та амплітуда анакротичного підйому зменшуються, тривалість фаз швидкого та повільного кровонаповнення збільшується, діакротичний зубець зміщується до вершини кривої;

- **при зменшенні тонусу судин** кут нахилу  $\gamma$  та амплітуда анакротичного підйому збільшуються, тривалість фаз швидкого та повільного кровонаповнення зменшується, вершина систолічної хвилі загострюється, діакротичний зубець зміщується до основи кривої.