

# Лабораторна робота

## ВИВЧЕННЯ ФІЗИЧНИХ ОСНОВ ЕЛЕКТРОКАРДІОГРАФІЇ

### Мета роботи:

1. Вивчити фізико-технічні основи діагностичного методу електрокардіографії.
2. Навчитися калібрувати прилад та записувати ЕКГ в 3-х стандартних відведеннях.
3. Набути навичок обчислення напруг ( $U_P, U_Q, U_R, U_S, U_T$ ) ЕКГ- зубців, часів тривалості ( $\tau_P, \tau_Q, \tau_R, \tau_S, \tau_T, \tau_{PQ}, \tau_{QT}, \tau_{QRS}, \tau_{R-R}$ ) та частоти скорочень серця ( $\nu$ ).

### Прилади та матеріали:

1. Електрокардіограф ЭК1Т – 04 "АКСИОН".
2. Технічний опис та інструкція з експлуатації приладу.
3. Марлеві чи паперові прокладки.
4. Спирт чи 1% р-н хлораміна.
5. Фізіологічний розчин солі NaCl.

## Порядок виконання роботи

### Завдання 1. Вивчення електрокардіографа (приладу) ЭК1Т – 04 "АКСИОН".

- 1.1. Згідно з технічним описом (див. п.1 на стор.2) з'ясуйте призначення, конструкцію, технічні дані приладу та заходи безпеки при його експлуатації.
- 1.2. Запишіть в протокол технічні дані приладу та з'ясуйте зміст параметрів, котрі відмічені символом зірочка (\*).

### Завдання 2. Калібрування приладу та запис ЕКГ в 3-х стандартних відведеннях.

- 2.1. Згідно з інструкцією експлуатації приладу (див. п.2 на стор.5)
  - з'ясуйте призначення кнопок керування та індикаторів приладу,
  - підготуйте пацієнта для зняття ЕКГ його серця,
  - запишіть сигнали калібрування та ЕКГ серця в 3-х стандартних відведеннях.
- 2.2. Виконавши пункт 2.1, відключіть устаткування від електромережі  $\sim 220V$ , зніміть притискні електроди і марлеві прокладки з кінцівок пацієнта.
- 2.3. Упорядкуйте лабораторне устаткування на робочому місці.

### Завдання 3. Обробка результатів вимірювань.

- 3.1. Визначте за напругою калібрування  $U_K = 1mV$  та за швидкістю руху стрічки  $v = 25mm/c$  ціну поділок ординат міліметрової сітки:  $C_U = U_K / H_K$  (1);  $C_\tau = 1 / v$  (2).
- 3.2. Обчисліть (II відв.) напруги ( $U_P, U_Q, U_R, U_S, U_T$ ), тривалості ( $\tau_P, \tau_Q, \tau_R, \tau_S, \tau_T, \tau_{PQ}, \tau_{QT}, \tau_{QRS}, \tau_{R-R}$ ) та частоту скор. серця ( $\nu$ ) за ф-лами:  $U_{зуб.} = C_U H_{зуб.}$  (3);  $\tau_{тр.} = C_\tau l_v$  (4);  $\nu = 60 / \tau_{R-R}$  (5).  
Отримані параметри ЕКГ для II відведення запишіть в протокол. ТАБЛИЦЯ 1

$U_P, mV$	$U_Q, mV$	$U_R, mV$	$U_S, mV$	$U_T, mV$	$\tau_P, c$	$\tau_Q, c$	$\tau_R, c$	$\tau_S, c$	$\tau_T, c$	$\tau_{PQ}, c$	$\tau_{QT}, c$	$\tau_{QRS}, c$	$\tau_{ST}, c$	$\tau_{R-R}, c$	$\nu, \text{скор/хв}$

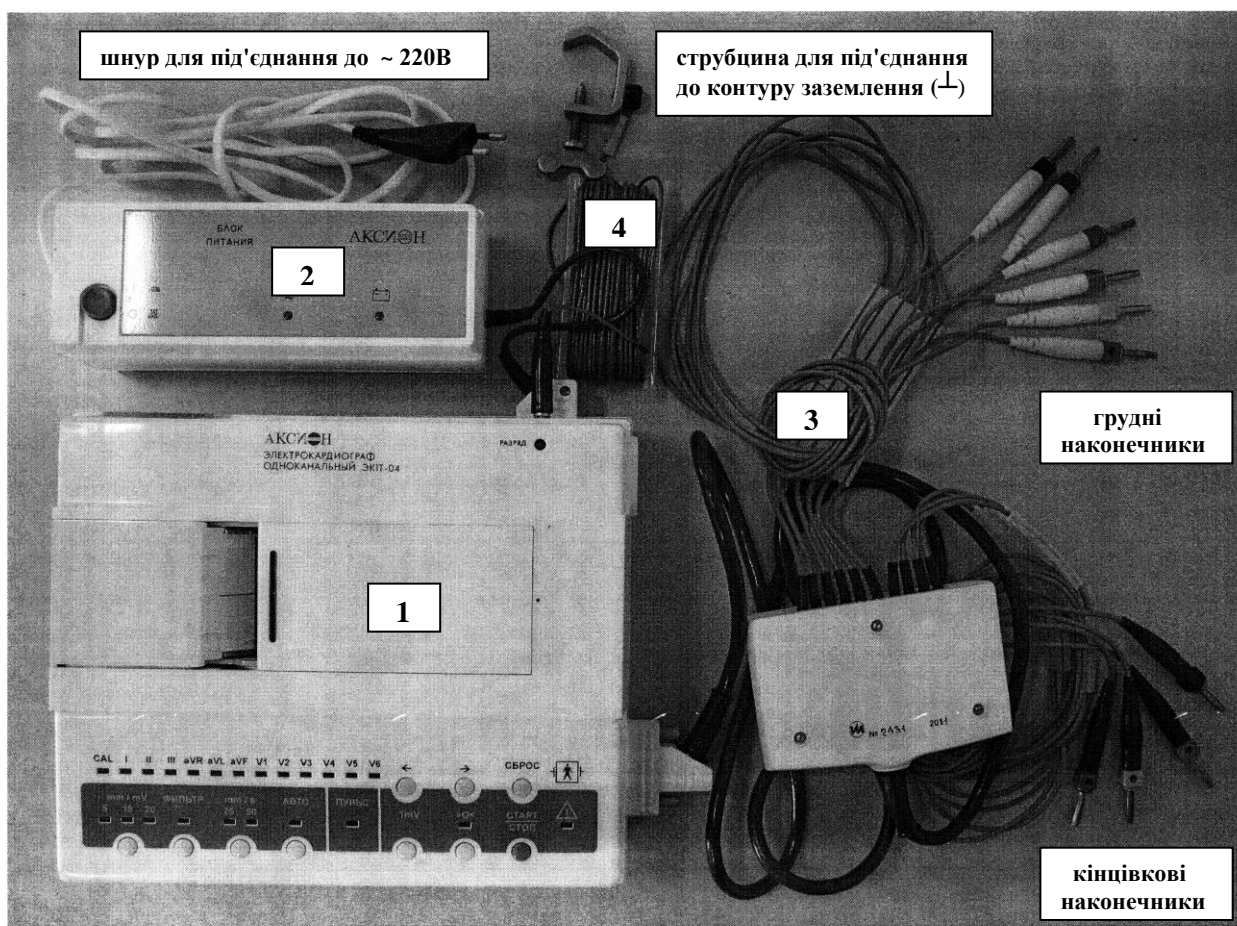
- 3.3. Порівняйте їх з параметрами ЕКГ в нормі (див. п.3 на стор.6). Результат порівняння відмітьте в нижньому рядку таблиці одним із наступних символів:  
" + " - співпадає, " – " - не співпадає, "  $\pm ?$  " - наближений, " 0 " - відсутній.
- 3.4. З'ясуйте як узгоджується електрична активність серця з параметрами ЕКГ в нормі, які має відхилення від неї, які можливі причини цих відхилень.  
Дайте за результатами аналізу власні рекомендації.

# ТЕХНІЧНИЙ ОПИС ТА ІНСТРУКЦІЯ З ЕКСПЛУАТАЦІЇ ЕЛЕКТРОКАРДІОГРАФА ЭК1Т-04 "АКСИОН"

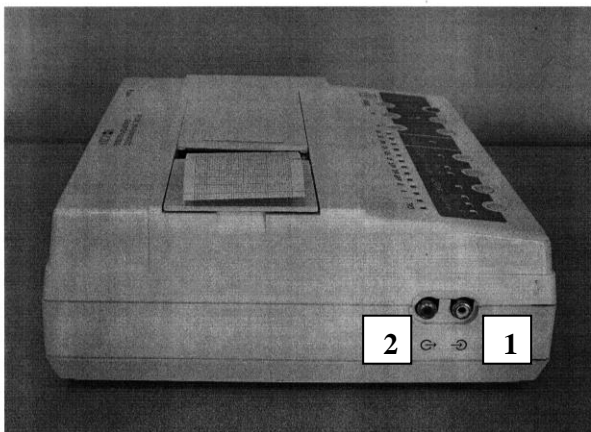
## 1. ТЕХНІЧНИЙ ОПИС

**1.1. Призначення.** Електрокардіограф ЭК1Т-04 "АКСИОН" - це портативний одноканальний прилад, який призначений для ручного чи автоматичного запису біоелектричних потенціалів серця від певних відведень на рухомому термочутливу стрічку з міліметровою сіткою. Він використовується для діагностики функціонального стану серцево-судинної системи людини, як у стаціонарі(лікарні), так і в польових умовах при наданні швидкої допомоги.

**1.2. Конструкція.** Електрокардіограф ЭК1Т-04 "АКСИОН" ( далі скорочено ЕК ) складається із певних технічних блоків та елементів (див. фото 1, 2, 3, 4, 5).

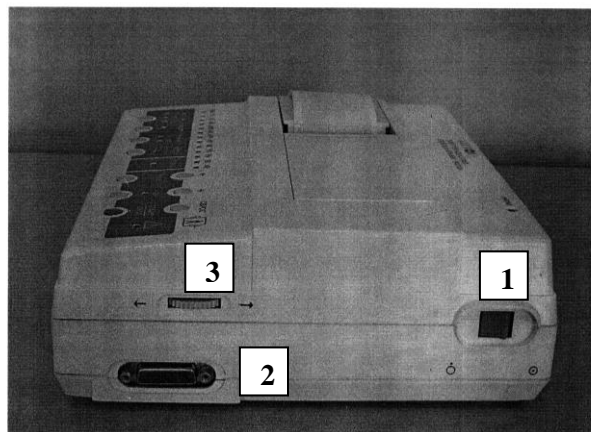


**Фото 1. Укомплектування електрокардіографа ЭК1Т-04 "АКСИОН" :**  
**1-** блок підсилення та реєстрації біоелектричних потенціалів серця,  
**2-** блок живлення приладу від електричної мережі ~ 220В,  
**3-** кабель відведень з наконечниками для під'єднання до відповідних електродів,  
**4-** кабель під'єднання приладу до контуру заземлення (⊥) за допомогою струбцини.



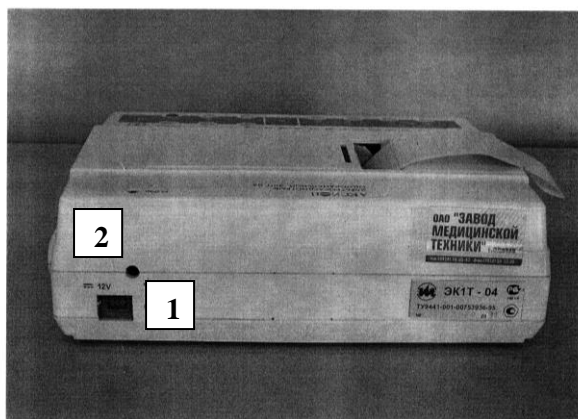
**Фото 2. Ліва панель ЕК.**

- 1 - додатковий вхід підсилювача,
- 2 - додатковий вихід підсилювача.



**Фото 3. Права панель ЕК.**

- 1 - вмикач живлення ЕК,
- 2 - розетка під'єднання кабеля відведень,
- 3 - регулятор зміщення теплового пера.



**Фото 4. Задня панель ЕК.**

- 1 - розетка для під'єднання шнура живлення
- 2 - гніздо для під'єднання кабеля від контуру заземлення ( $\perp$ ).



**Фото 5. Притискні електроди з кінцевими наконечниками.**

Всередині блоку (1) розміщені: акумуляторна батарея із 10-ти електричних елементів, плат контролю та індикації зарядки (*розрядки*) акумуляторів, перетворювач напруги, стрічкопротяжний механізм, підсилювач біопотенціалів, плат управління і формування електрокардіосигналів. Цей блок є основним, так як він забезпечує підсилення та реєстрацію біоелектричних потенціалів на термочутливу стрічку.

У блоці (2) знаходяться: трансформатор для пониження напруги змінного струму від ~220В до ~12В, випрямляч та стабілізатор напруги для живлення підсилювача, електро-двигуна стрічкопротяжного механізму, теплового пера і зарядки акумуляторної батареї.

Кабель пацієнта (3) складається із 10-ти електричних провідників, які одними кінцями під'єднані до розетки електрокардіографа, а протилежними до 4-х кінцівкових (чорний колір) і 6-ти грудних (*білий колір*) наконечників, котрі для зняття ЕКГ-сигналів під'єднують до накладених на пацієнта електродів. До того ж, провідникова система має певну електричну розв'язку, яка забезпечує захист підсилювача від дії електричних імпульсів дефібрилятора під час реанімації.

Для надійного запису ЕКГ- сигналів без спотворень, електрокардіограф заземляють за допомогою кабеля (4), який одним кінцем під'єднують до приладу, а протилежним за допомогою струбцини до контуру заземлення ( $\perp$ ).

### 1.3. Технічні дані.

**!!! . . . Зміст параметрів, котрі відмічені символом зірочка ( \* ), пояснює викладач.**

* Чутливість підсилювача ( <b>S</b> )	5; 10; 20 мм/мВ
* Вхідний імпеданс підсилювача ( <b>Z</b> ) на частоті 10Гц	5 МОм
* Частотна характеристика при $k_{\text{підс.}}( \nu ) \approx \text{const}$	0,5 – 75 Гц
* Швидкість руху стрічки ( <b>v</b> )	25 / 50 мм/с $\pm$ 5%
Спосіб запису сигналів	тепловий
Режим запису сигналів	ручний / автоматичний
Час установлення робочого режиму	не більше 1хв.
Напруга живлення приладу: від електромережі	$\sim ( 220 \pm 22 )$ В, 50Гц
..... від акумулятора	12В, постійний струм
Споживна потужність	не більше 30Вт
Час безперервної роботи	не більше 8 годин
Середній термін безвідмовної роботи	не менше 5 років

**1.4 Заходи безпеки.** При експлуатації електрокардіографа ЭК1Т-04 "АКСИОН" слід дотримуватись наступного:

- перед увімкненням приладу до електромережі  $\sim 220$ В необхідно перевірити чи під'єднаний кабель (див. фото 4) до гнізда (2) приладу та до контуру заземлення ( $\perp$ );
- не установлювати надмірну ступінь розжарення кінчика теплового пера, так як можна вивести з ладу його нагрівний елемент;
- не експлуатувати електрокардіограф у разі значного дрижання теплового пера (*при великих амплітудах дрижання робота приладу блокується автоматично*), а тому слід перевірити якість контуру заземлення ( $\perp$ ), електричного контакту електродів зі шкірою пацієнта;
- необхідно пам'ятати про те, що бережлива експлуатація приладу забезпечує тривалий термін його надійної роботи та збереження коштів на обслуговування.

## 2. ІНСТРУКЦІЯ З ЕКСПЛУАТАЦІЇ ПРИЛАДУ

**2.1. Кнопки керування та індикатори.** На панелях блоку живлення та електрокардіографа розташовані кнопки керування та індикатори, які призначенні:

- **кнопка** "О / I" при натисканні вмикає (пол. "I") або вимикає (пол. "O") блок живлення з індикаторами;
- **вмикач** 1 електрокардіографа (фото 3) в положенні "Θ" вмикає ЕК, а в положенні "⊖" - вимикає;
- **кнопка**  $\leftarrow$  чи  $\rightarrow$  при кожному натисканні перемикає відведення у прямій чи зворотній послідовності, а світловий індикатор вказує на один із режимів: CAL, I, II, III, ..., V5, V6 ;
- **кнопка**  $\odot$  з надписом зверху (5, 10, 20) mm / mV при кожному натисканні задає чутливість підсилювача, а світловий індикатор вказує на числове значення чутливості;
- **кнопка**  $\odot$  з надписом зверху (25, 50) mm / s при кожному натисканні задає швидкість руху термочутливої стрічки, а світловий індикатор вказує на числове значення швидкості;
- **кнопка**  $\odot$  з надписом зверху (ФІЛЬТР) при натисканні **вмикає** антитреморний режим та світловий індикатор або їх **вимикає** (фільтр послаблює зовнішні наводки і хаотичні біопотенціали, що генерують скелетні м'язи пацієнта під час мимовільного скорочення);
- **кнопка**  $\odot$  з надписом зверху (АВТО) - *цей режим у даній лабораторній роботі не застосовується*;
- **кнопка**  $\odot$  з надписом зверху (1mV) при натисканні подає на вхід підсилювача напругу калібрування;
- **кнопка**  $\odot$  з позначенням зверху ( $> 0 <$ ) при натисканні **вмикає** ( індикатор світиться ) або **блокує** ( індикатор не світиться ) режим підсилення електричних сигналів калібрування та ЕКГ ;
- **кнопка**  $\odot$  під надписом (СБРОС) при натисканні устанавлює вихідні параметри електрокардіографа,
- **кнопка**  $\odot$  з надписом зверху (СТАРТ / СТОП) при натисканні вмикає (вимикає) запису сигналів;
- **індикатор**  $\triangle!$  сигналізує про перевантаження підсилювача ЕК та блокування його роботи;
- **індикатор** (пульс) сигналізує про серцеві скорочення під час запису електрокардіограми.

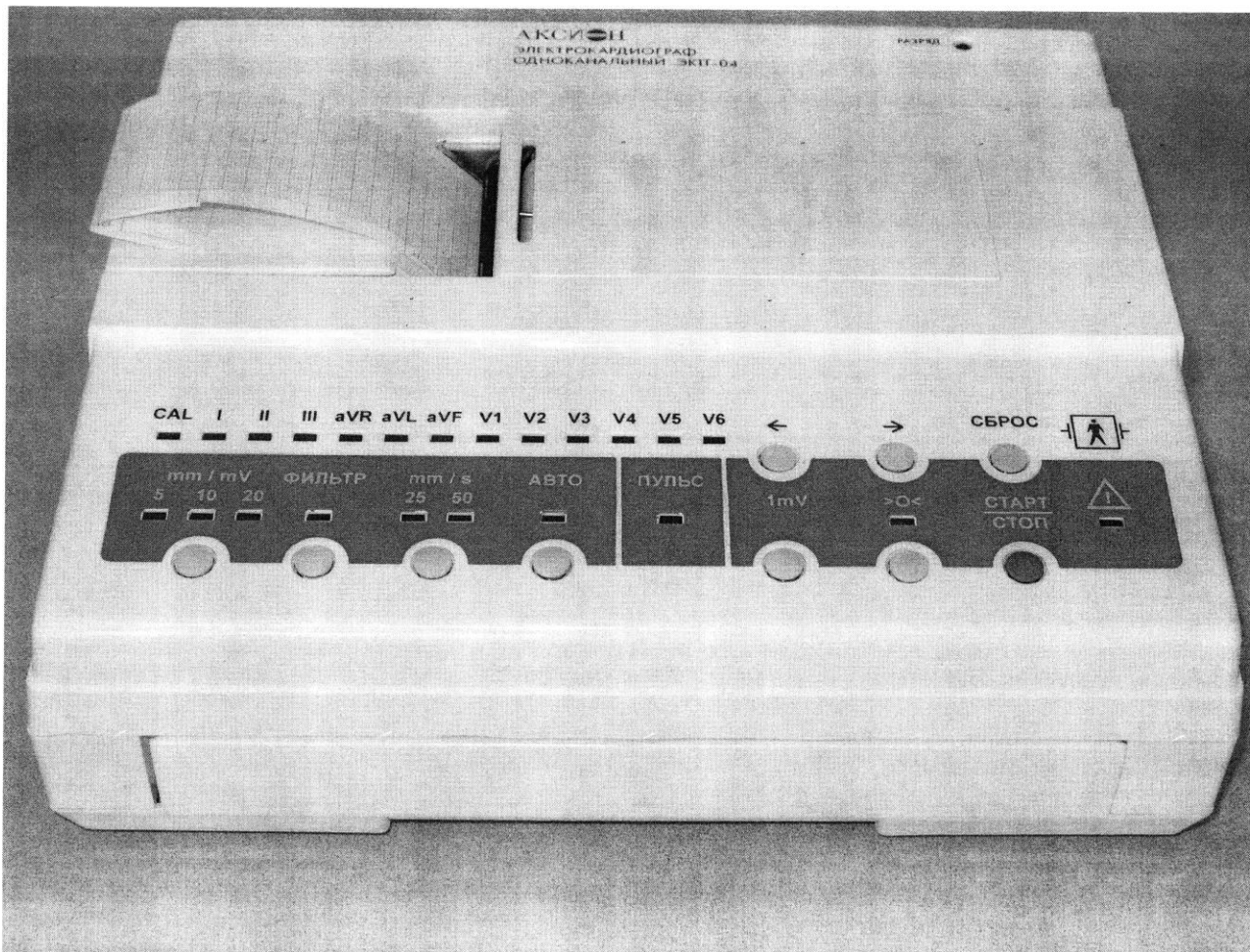


Фото 6. Верхня панель електрокардіографа ЭКГТ-04 "АКСИОН"

**2.2. Підготовка пацієнта.** Для запису ЕКГ в 3-х стандартних відведеннях, виконайте послідовно наступні дії:

- **укладіть** пацієнта на кушетку та звільніть його кінцівки від одягу, а вибрані ділянки шкіри протріть (попередньо змоченою спиртом) марлевою серветкою;
- **змочіть** марлеві прокладки розчином солі NaCl та акуратно накладіть їх на знежирені ділянки шкіри;
- **установіть** зверху на них притисні електроди з наконечниками, позначеними таким кольором:  
**червоний (R)** - для правої руки, **жовтий (L)** - для лівої руки,  
**чорний (N)** - для правої ноги, **зелений (F)** - для лівої ноги;
- **попередьте** пацієнта про те, що під час запису ЕКГ він не повинен рухати кінцівками, крутити головою, розмовляти тощо, так як при цьому будуть спотворюватись ЕКГ - сигнали.

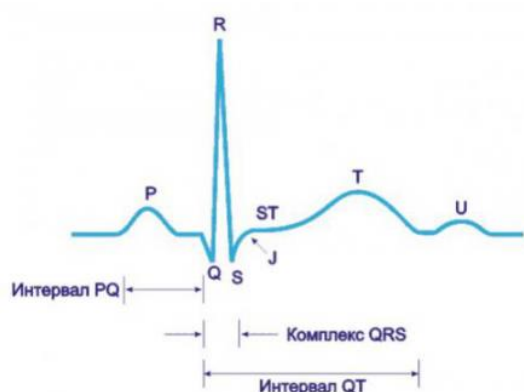
**2.3 Калібрування та запис ЕКГ.** Для реалізації діагностичного методу заземліть прилад ЭК1Т-04 "АКСИОН" або переконайтеся в тому, що він заземлений. Далі виконайте послідовно наступні дії:

- **під'єднайте** шнур до електромережі ~220В та увімкніть кнопкою "О / I" блок живлення (при цьому засвітяться його індикатори);
- **увімкніть** електрокардіограф, перевівши вмикач із положення "0" в положення "1" (при цьому засвітяться індикатори режимів: "CAL", "10 mm /mV", "50 mm /s", "> 0 <" );
- **натиснувши** кнопку "ФІЛЬТР", увімкніть антитреморний режим (його індикатор засвітиться);
- **натискуючи** кнопку "25, 50" mm/s, виберіть швидкість руху стрічки  $v = 25$  mm /s;
- **регулятором 3** (см.фото 3) установіть теплове перо посередині ширини поля стрічки;
- **натиснувши** кнопку "> 0 <", відключіть режим заспокоєння підсилювача (його індикатор погасне);
- **натиснувши** кнопку "СТАРТ / СТОП", увімкніть стрічкопротяжний механізм і, натискуючи декілька раз кнопку "1mV", запишіть на стрічку сигнали калібрування;
- **не вимикаючи** стрічкопротяжний механізм і використовуючи кнопку "▶", запишіть ЕКГ серця пацієнта від 3-х стандартних відведень (при цьому заспокоєння "> 0 <" спрацьовує автоматично);
- **закінчивши** запис ЕКГ, кнопкою "СТАРТ / СТОП" відключіть стрічкопротяжний механізм і кнопкою "СБРОС" установіть вихідний стан приладу.

### 3. ПАРАМЕТРИ ЕКГ В НОРМІ

ТАБЛИЦЯ 2. Параметри ЕКГ для II відвед. при  $U_k=1$ мВ и  $v = 25$ мм/с

Зубець ЕКГ	Тривалість $\tau$ , с	Висота зубця H,мм	Напруга U,мВ
P	0,06 – 0,11	0,5 – 3	0,05 – 0,3
Q	< 0,03	от 0 до 2,5	$\leq - 0,25$
R	0,03 – 0,04	от 6 до 20	0,6 – 2,0
S	< 0,03	< 5	< - 0,5
T	< 0,016	до 5	0,25 – 0,5
Зубець U зустрічається рідко, в діагностиці роботи серця практично не використовується			
Інтервал PQ	0,12 – 0,2	–	–
Інтервал QT	0,35 – 0,42	–	–
Інтервал R-R	0,75 – 1,0	–	–
Сегмент ST	0,02 – 0,12	–	–
Комплекс QRS	0,06 – 0,09	–	–



**УВАГА: В медичній практиці діапазон досліджень набагато ширший**