

№8 дәріс.

*Биопотенциалдарды
тіркейтін құралдардың
жұмыс істеу принципі*

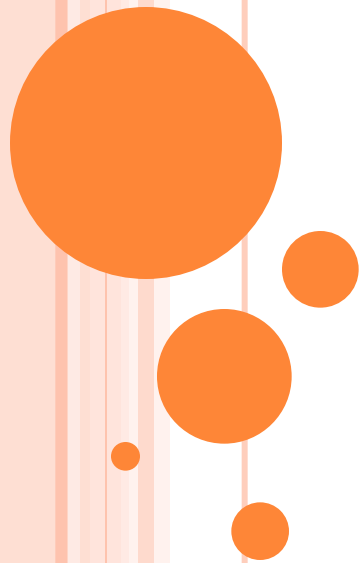


Жоспары:

1. Ағзалардың электрогенезі: жүректің электрлік белсенділігі (ЭКГ), бастағы мидың электрлік белсенділігі (ЭЭГ).
2. Биопотенциалдарды тіркеудің блок схемасы. Күшейткіштер мен тіркеуіш құралдар.



**ТІРІ АҒЗА ЖАСУШАЛАРЫНДА,
ҰЛПАЛАРЫНДА ПАЙДА
БОЛАТЫН ПОТЕНЦИАЛ
АЙЫРМАСЫН – БИОЭЛЕКТРЛІК
ПОТЕНЦИАЛ Д.А.**



Өмір сүру барысында *ағзаның күйі және оның электрлік белсенділігі* уақыт өтуімен өзгереді.

Зерттеулер жүргізуде дененің беткі қабатындағы және ішкі мүшелерінің (жүрек, ми және т.б) *биопотенциалдарының айырымын* өлшеуге болады.



Диагноз қою мақсатында:

**Тірі ағза мен жасушалардағы
биопотенциалдары тіркеу әдісі –
*электрография;***

- **Ми қызметінің биоэлектрлік белсенділігін тіркеу әдісі -
*электроэнцефалография;***
- **Жүрек бұлшық еттерінің жұмыс істеу нәтижесінде пайда болатын биопотенциалдарды тіркеу –
*электрокардиография д.а.***
- **Бұлшықет биопотенциалдарын тіркеу –
*электромиография деп аталады.***

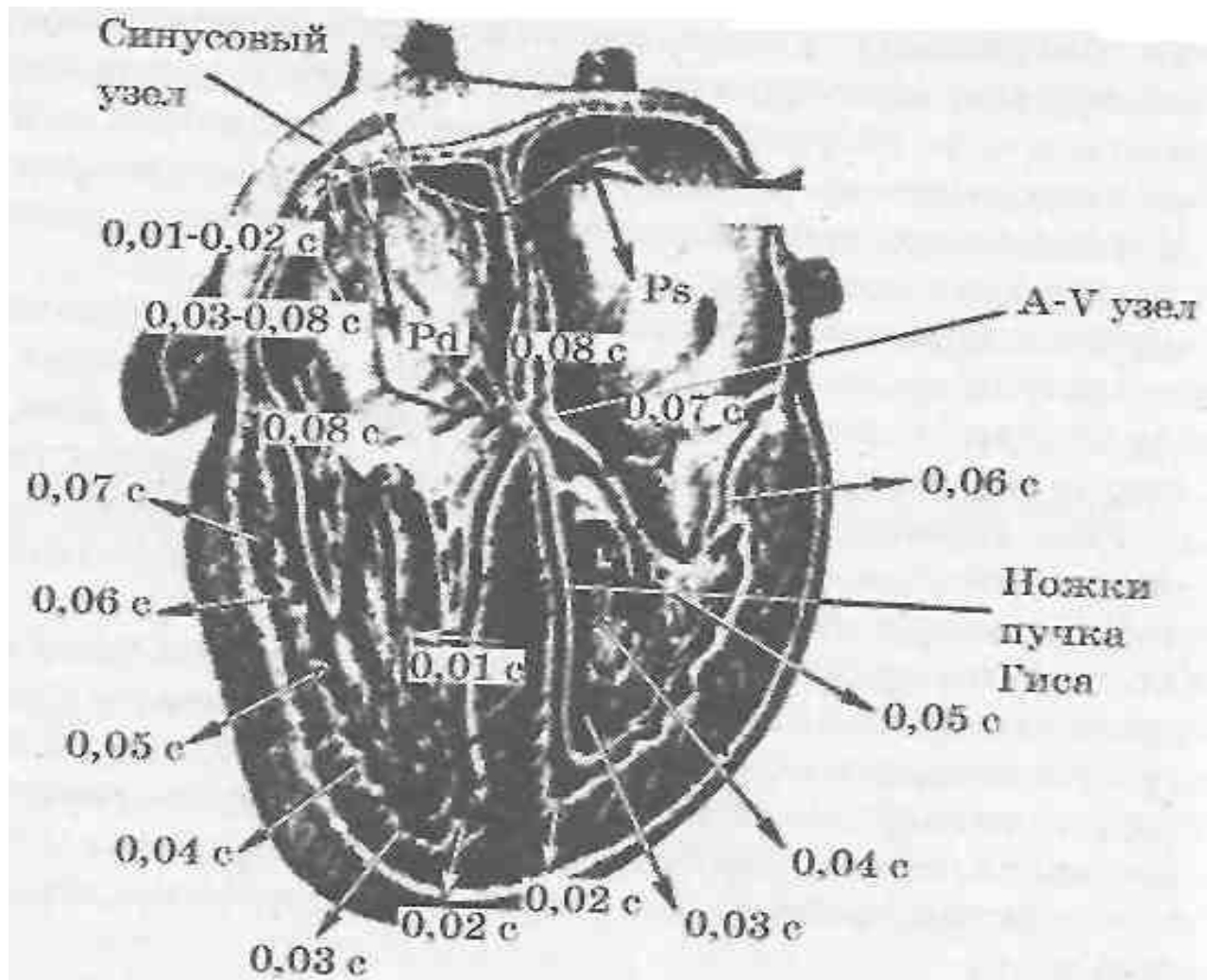


**Медициналық практикада
кеңінен тараған жүректің
электрлік белсенділігін тіркеу
– *электрокардиография.***



Тәжірибе нәтижелері жүректің әр бөлігімен *қозудың таралуы* күрделі екенін көрсетеді. Жүректегі қозудың таралу жылдамдығы *бағыты және шамасы* бойынша анықталады.





Жүректің бөлімдері бойынша қозудың тізбектей таралуы. Стрелкалар жүрек бұлшық етінің бөлігіне қозудың келу уақыты мен бағытын көрсетеді.



Мүшенің функционалдык күйін
электрлік белсенділігімен анықтау
үшін *эквивалентті генератор*
принципі қолданылады.

Зерттелетін және әр түрлі уақыт
мезетінде қозатын мүшені
эквивалентті генератор моделі
ретінде қарастыруға болады.



**Эквивалентті генераторды
ағза ішінде орналасқан және
ол дененің беткі қабатында
электр өрісін тудырады деп
есептеуге болады.**



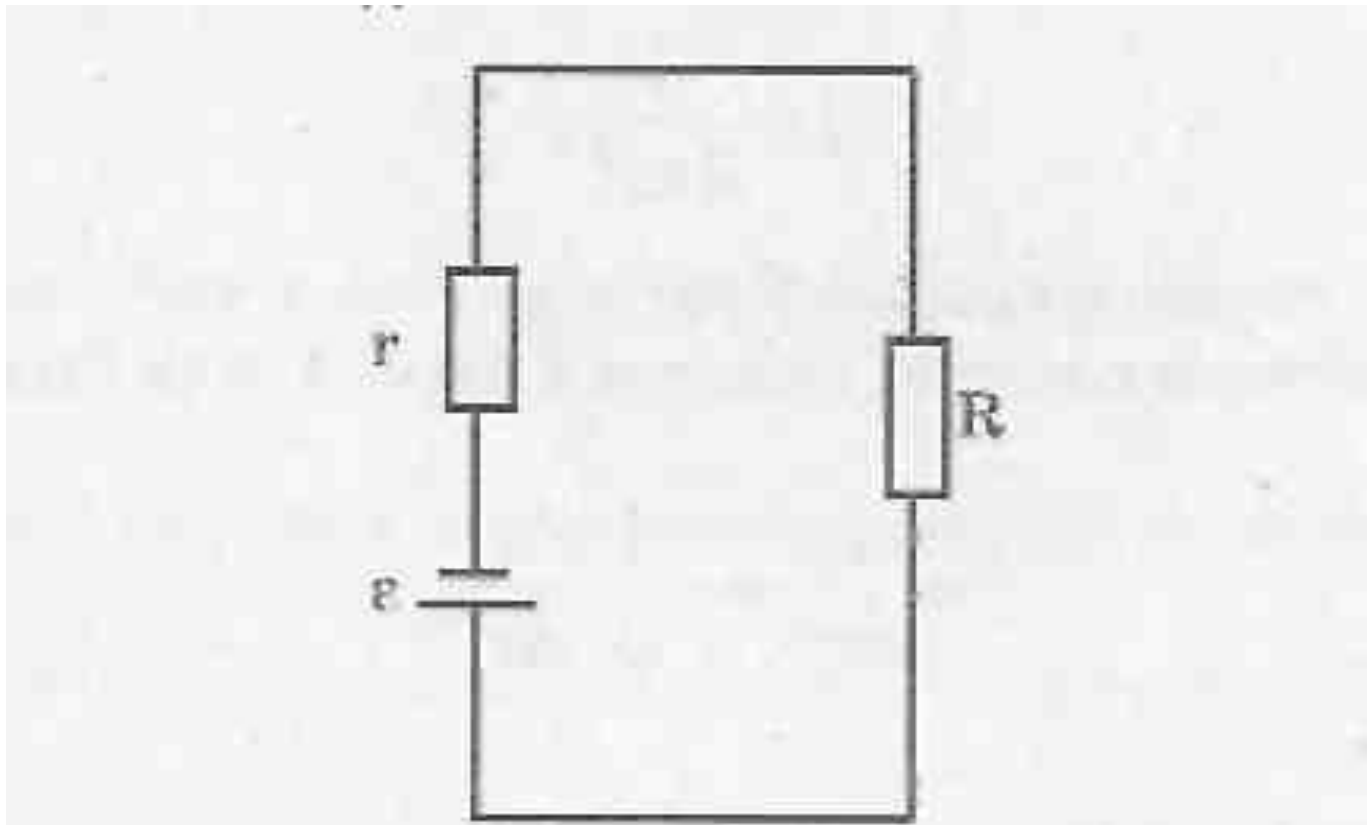
Эквивалентті генератор принципіне сәйкес жүректі эквивалентті генератор тогы алмастырады. Электр қозғауыш күш ε генератор тогының ішкі кедергісі үлкен $r > R$ десек, онда

$$I = \varepsilon / (r + R)$$

ТОКТЫҢ ШАМАСЫ ЖҮКТЕМЕ КЕДЕРГІСІНЕ ТӘУЕЛДІ ЕМЕС

$$I = \varepsilon / r$$





Ток генераторы



Электр өрісінің потенциалын есептеу үшін эквивалентті генератор бір-бірінен l арақашықтықта орналасқан оң және теріс зарядтар жүйесінен тұратын *электр диполінің тогы* ретінде қарастырылады.



Дене бетіндегі потенциалдар айырымының өзгерісін зерттей келе жүректің дипольдік моментінің проекциялары, яғни жүректің биопотенциалдары туралы айтуға болады.

Бұл идея 1924 ж. голланд ғалымы *Эйнтховен* моделінің негізінде құрылған.



Эйнтховен теориясы бойынша жүрек
дипольдік ток (эквивалентті
генератор) ретінде қарастырылады.



Моделдің негізгі постулаттары:

- 1. Жүректің электр өрісін жүректің интегральды электрлік векторы (ЖИЭВ) деп аталатын дипольдік моменті E дипольдік токтың электр өрісі ретінде қарастырылады.**
- 2. ЖИЭВ біртекті изотропты өткізгіш ортада орналасады.**
- 3. Жүректің E интегральды электрлік векторы шамасы және бағыты бойынша өзгереді.**



Е векторы бастапқы да қозғалмай, атриовентрикулярлық түйінде орналасады да, біраз уақыттан кейін күрделі кеңістіктік қисықты сипаттайды. Олардың жазықтықтарға проекциялары жүректің жиырылу циклында *P, QRS және T* үш шыңдарын түзейді.



Жүректің бір жиырылу
цикліндегі \vec{E} векторының
бағыты мен шамасының
өзгеруі *жүректегі қозудың
тізбектей таралуымен*
түсіндіріледі.

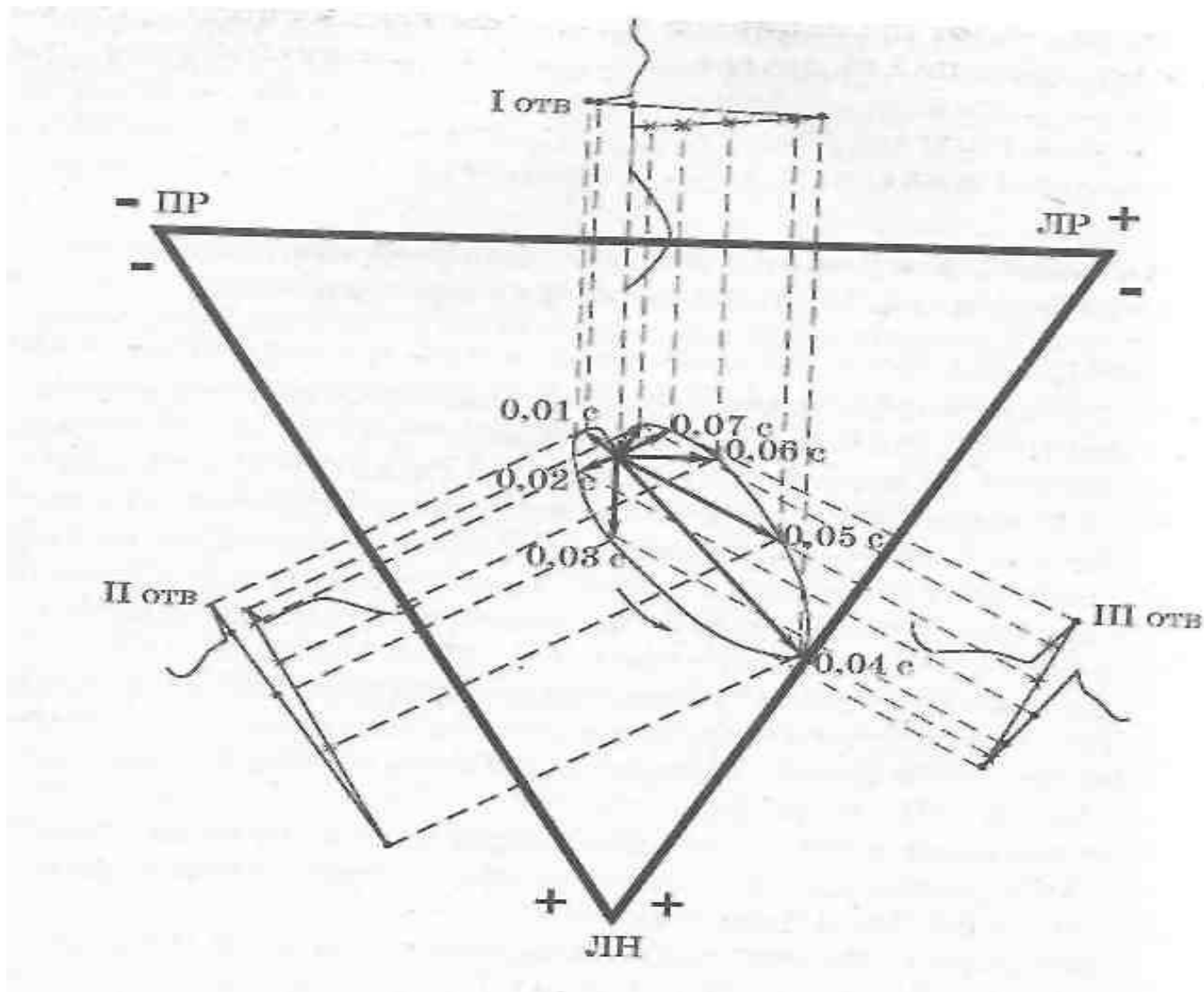


Қозу толқыны синустық түйіннен бастап, жүрекше қабырғалары, атриовентрикулярлық түйін, Гис шоғыры және аяқшаларымен таралып және одан жүректің жырылу құрылымы QRS –ті қамтиды. Т шыңы реполяризация фазасына сәйкес келеді.



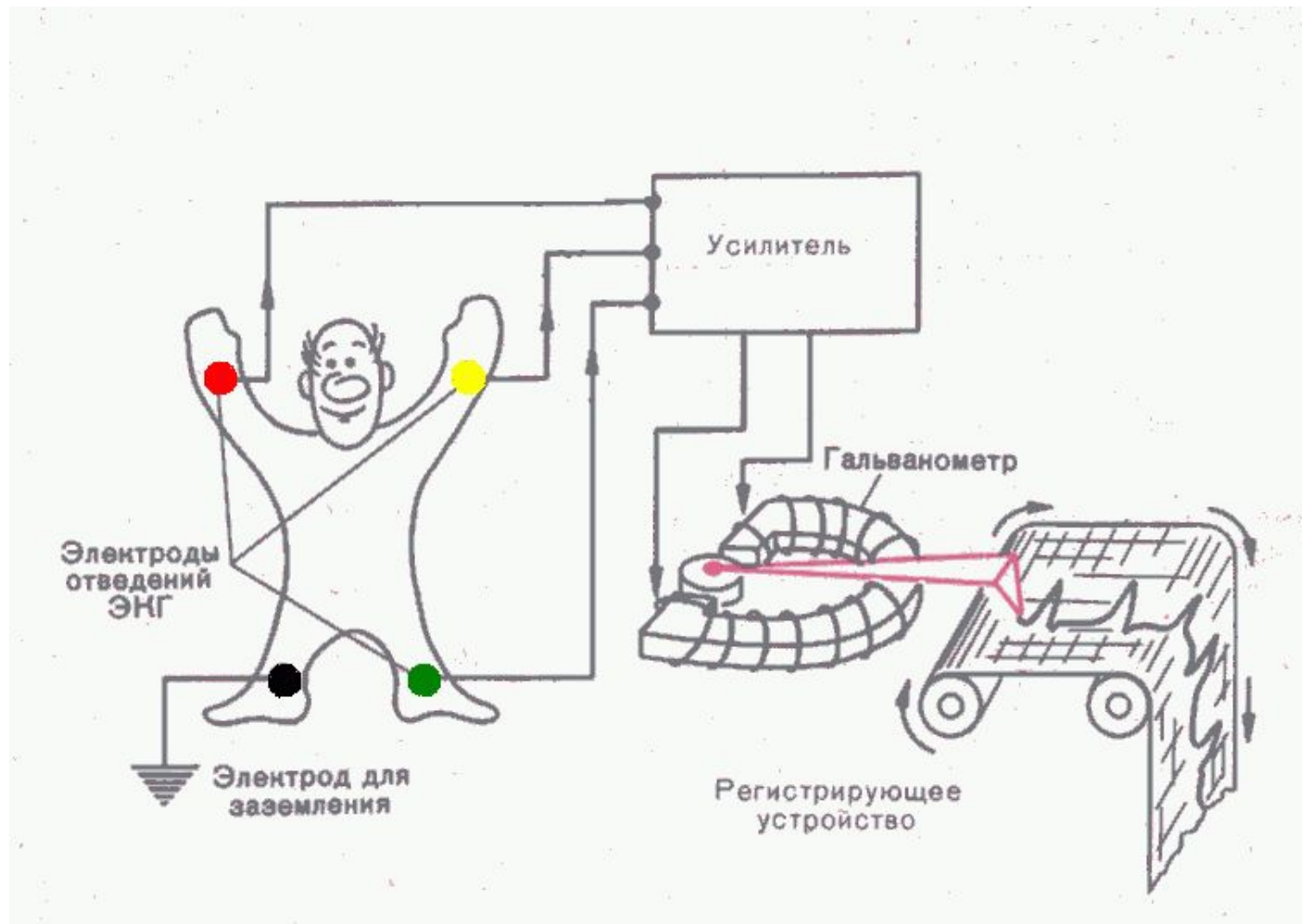
Эйнтховен тең қабырғалы
үшбұрыштың ортасында *дипольдік*
ток орналасқан деп қарастырып,
үшбұрыштың шыңдарынан
тұратын үш нүктеден *екі нүкте*
арасындағы потенциалдар
айырымын өлшеуді ұсынды.



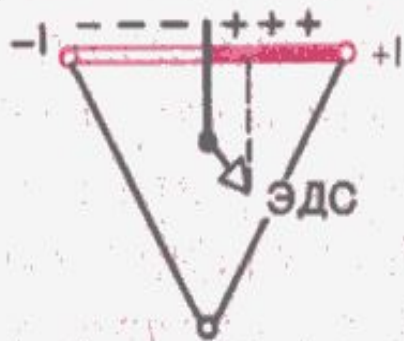


Үш стандартты тармақтағы электрокардиограмманың QRS комплексін тіркеу схемасы

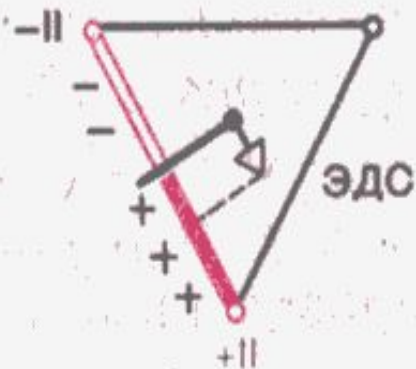
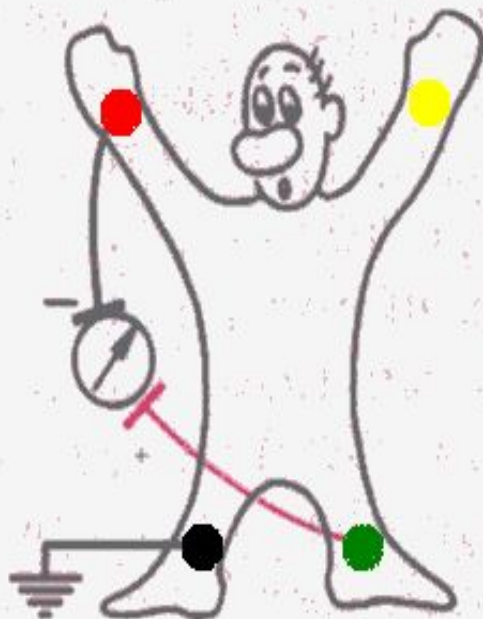
ПРИНЦИП ЭКГ



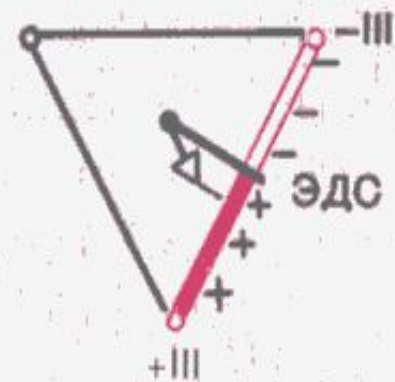
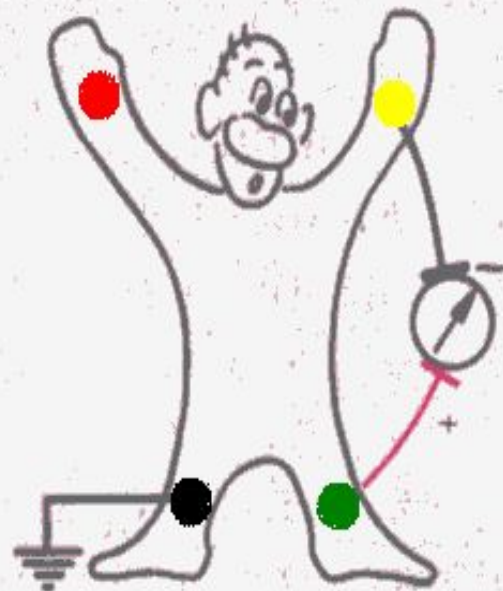
I отведение



II отведение



III отведение



Әр тармақ үшін потенциалдар айырымы :

I тармақ:

$$\Delta\varphi_I = \varphi_{\text{сол.кол}} - \varphi_{\text{он.кол}}$$

II тармақ:

$$\Delta\varphi_{II} = \varphi_{\text{сол.аяк}} - \varphi_{\text{он.кол}}$$

III тармақ:

$$\Delta\varphi_{III} = \varphi_{\text{сол.аяк}} - \varphi_{\text{сол.кол}}$$



Электрокардиограмма – әр тармақтардағы потенциалдар айырымының уақытқа тәуелді графигі .

Электрокардиограмма күрделі қисықтардан P Q R S T тістері және нолдік потенциалдың үш интервалдарынан тұрады. Жүректің интегральды электр векторының модулы және бағыты белгілі бір шамаға ие. Бірақ осы вектордың үш тармаққа проекциялары әр түрлі.



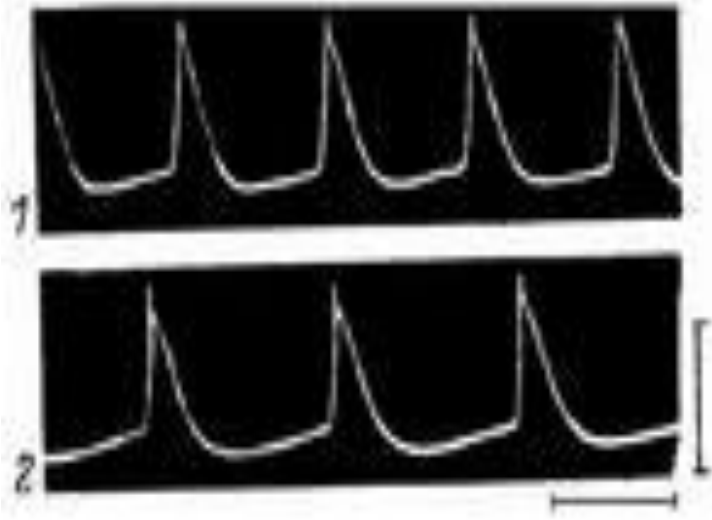
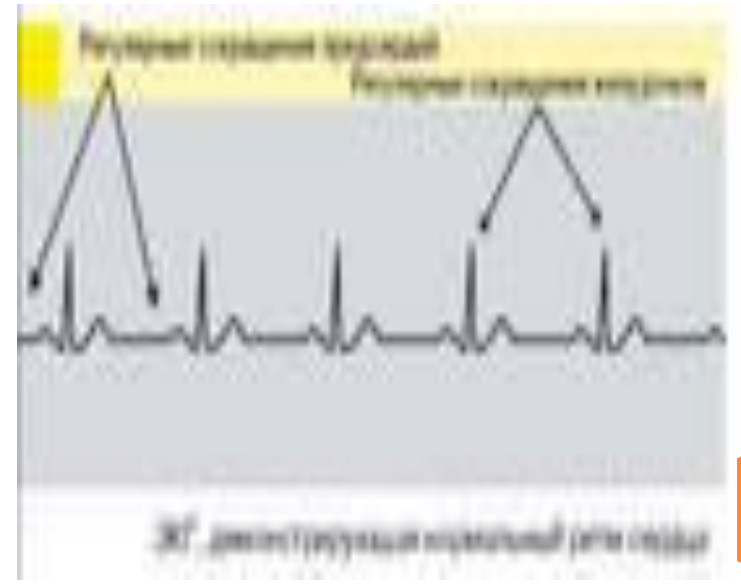
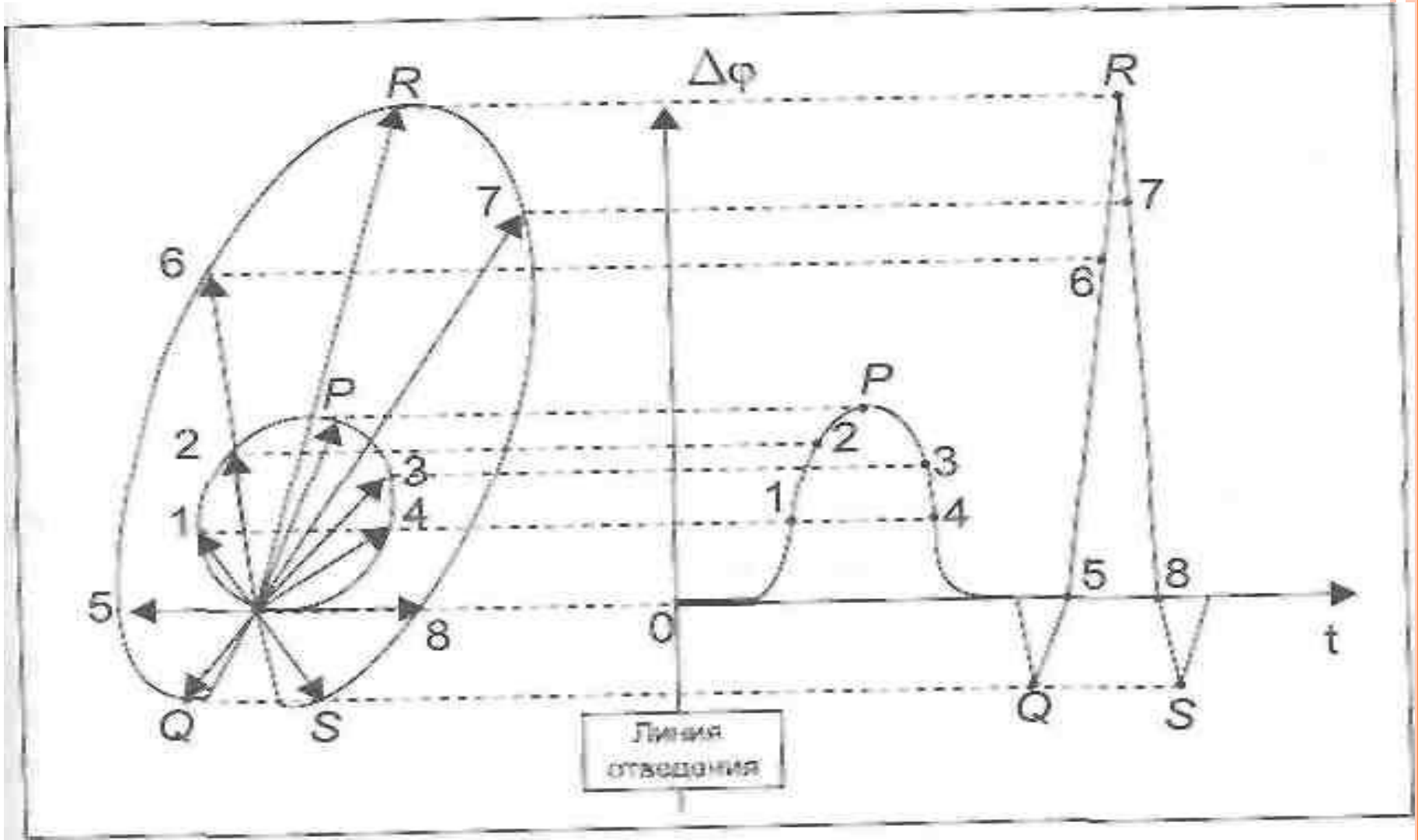
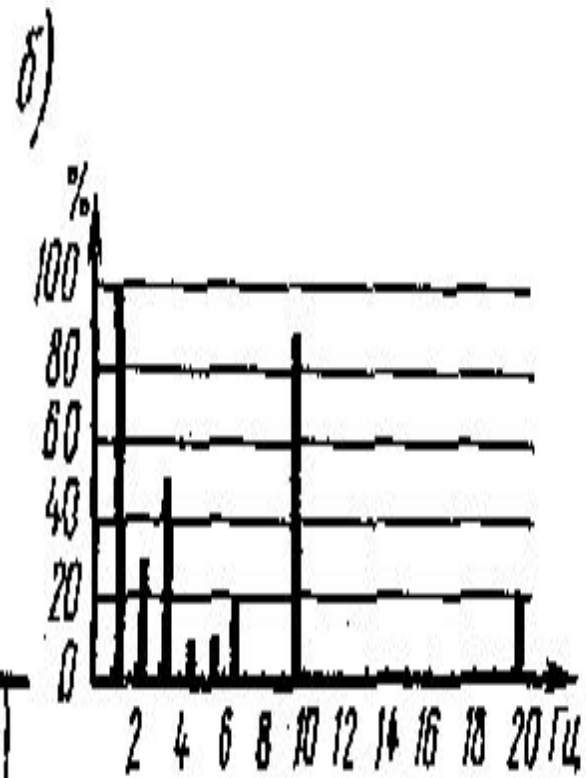
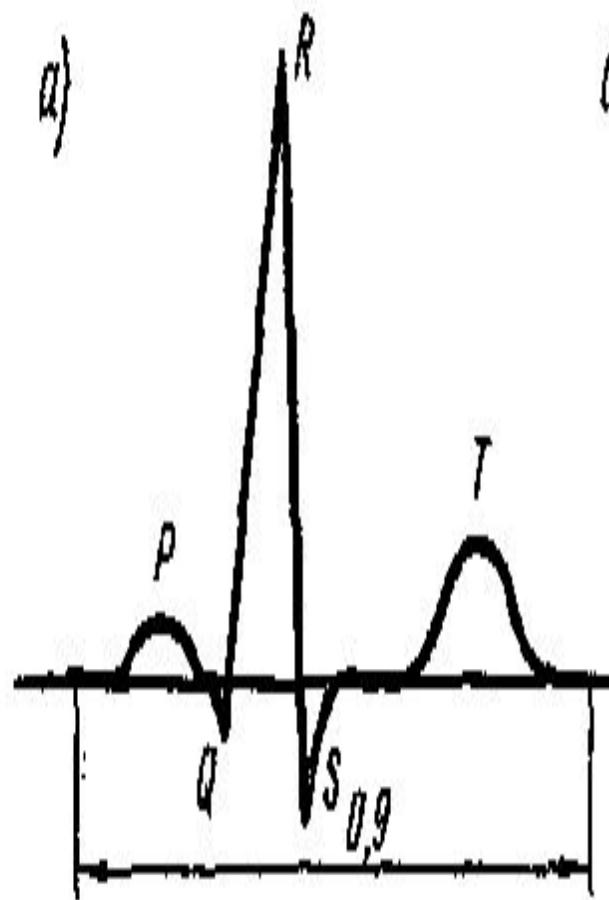


Рис. 3.





Жүректің электр векторының тармақтарға проекциялары мен потенциалдарының айырымының арасындағы байланыс



ЭКГ-нің I,II,III тармақтары әр түрлі амплитудалы және бірдей аттағы тістері бар әр түрлі конфигурацияларға ие болады.

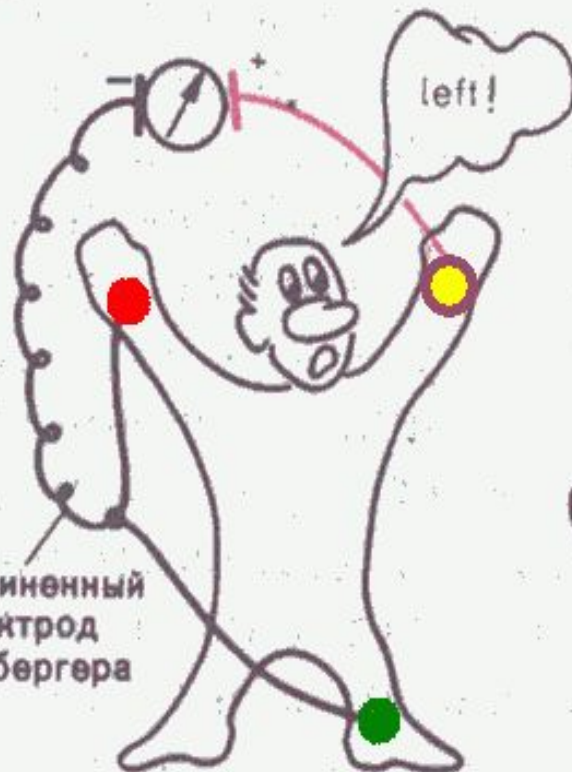
Үш тармақ жүрек туралы толық ақпарат бермейді. Қазіргі уақытта кардиологияда 12 стандартты тармақтар қолданылады.



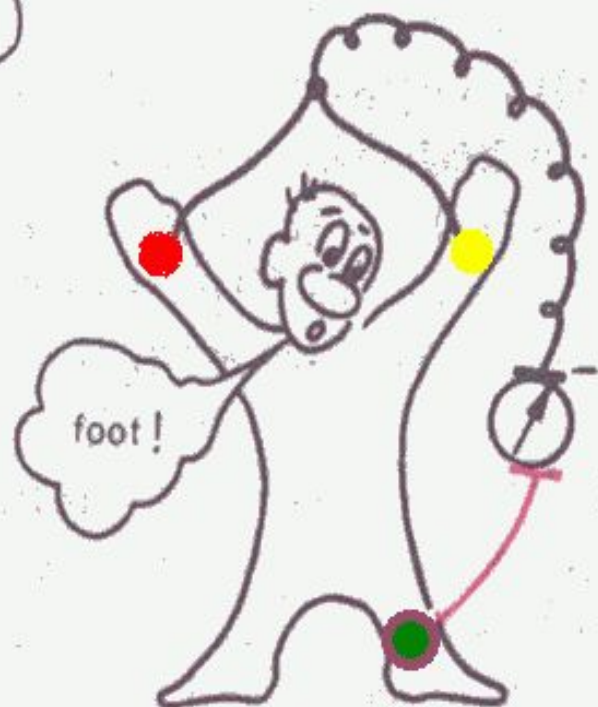
Отведение aVR



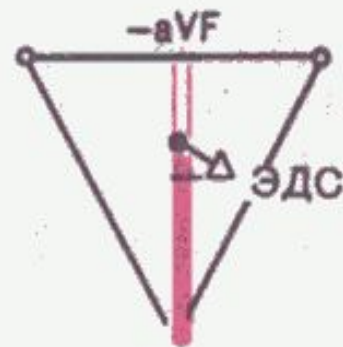
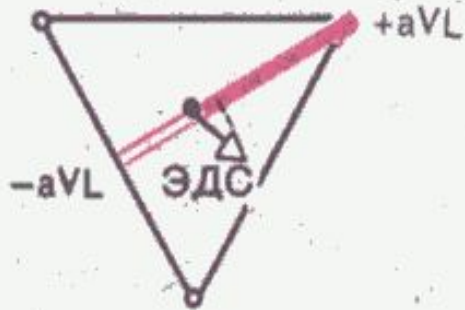
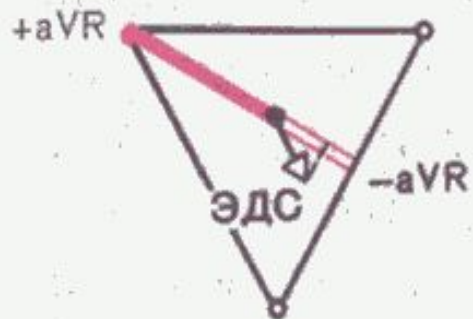
Отведение aVL



Отведение aVF



Объединенный электрод Гольдбергера



ЭЛЕКТРОКАРДИОГРАФ



Векторэлектрокардиография –
кеңістіктегі жүректің
интегралдық электрлік
векторының өзгерісі туралы
талқылайтын әдіс. Күрделі
кеңістіктік қисықтың
проекциялары тіркеледі.



Электроэнцефалография мидын
биоэлектрлік белсенділігін
тіркеу, дәрілік заттарды енгізуге
және енгізгеннен кейінгі мидын
функционалдық күйін анықтау
үшін қолданылады.



ЭЭГ-де тіркелген потенциалдар айырымы ЭКГ –ге қарағанда аз.

ЭКГ: 0,1 – 5 мВ

ЭЭГ: 0,001-0,05 мВ

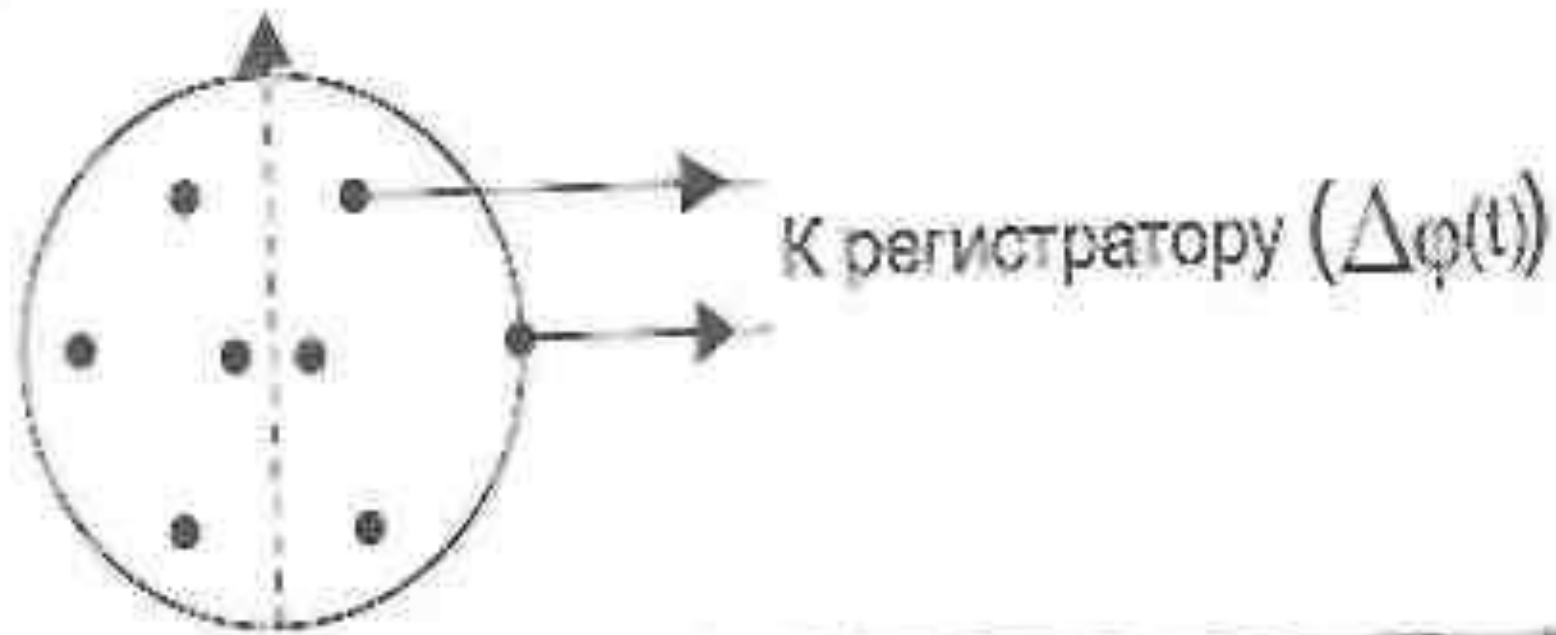
Сондықтан ЭЭГ-нің биопотенциалдарының күшейткіштерінде күшейту коэффициенттері үлкен болуы керек.

ЭКГ: 10^3 - 10^4 ; ЭЭГ: 10^5 - 10^6



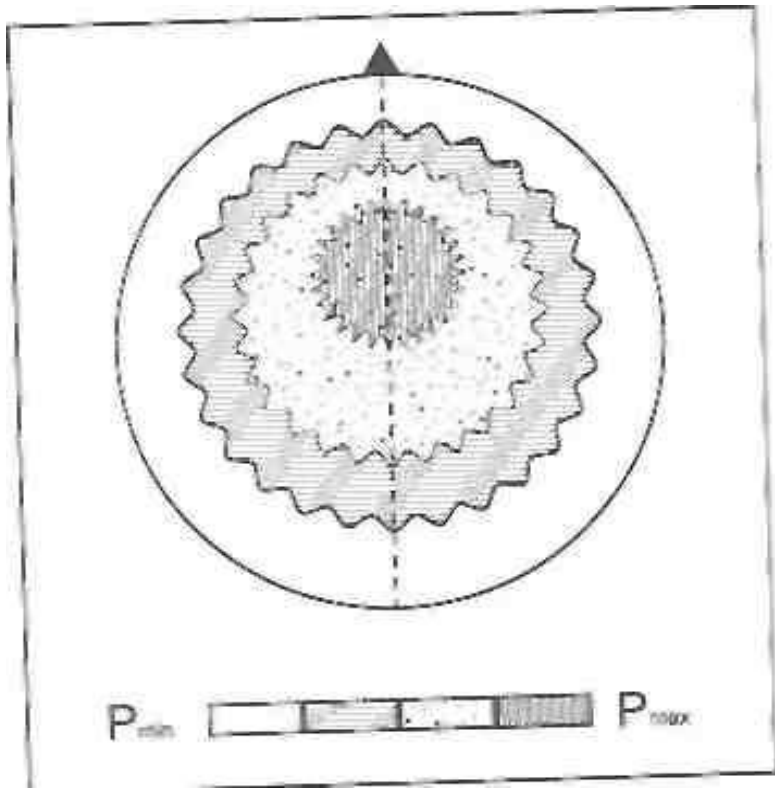
Электрокардиографияда алынған
биопотенциалдар *милливольт*
шамасында, ал
электроэнцефалографияда
микровольт шамасында болады.
Сондықтан
электроэнцефалографияда
биопотенциалдың шамасын
күшейткіштер арқылы арттырады.





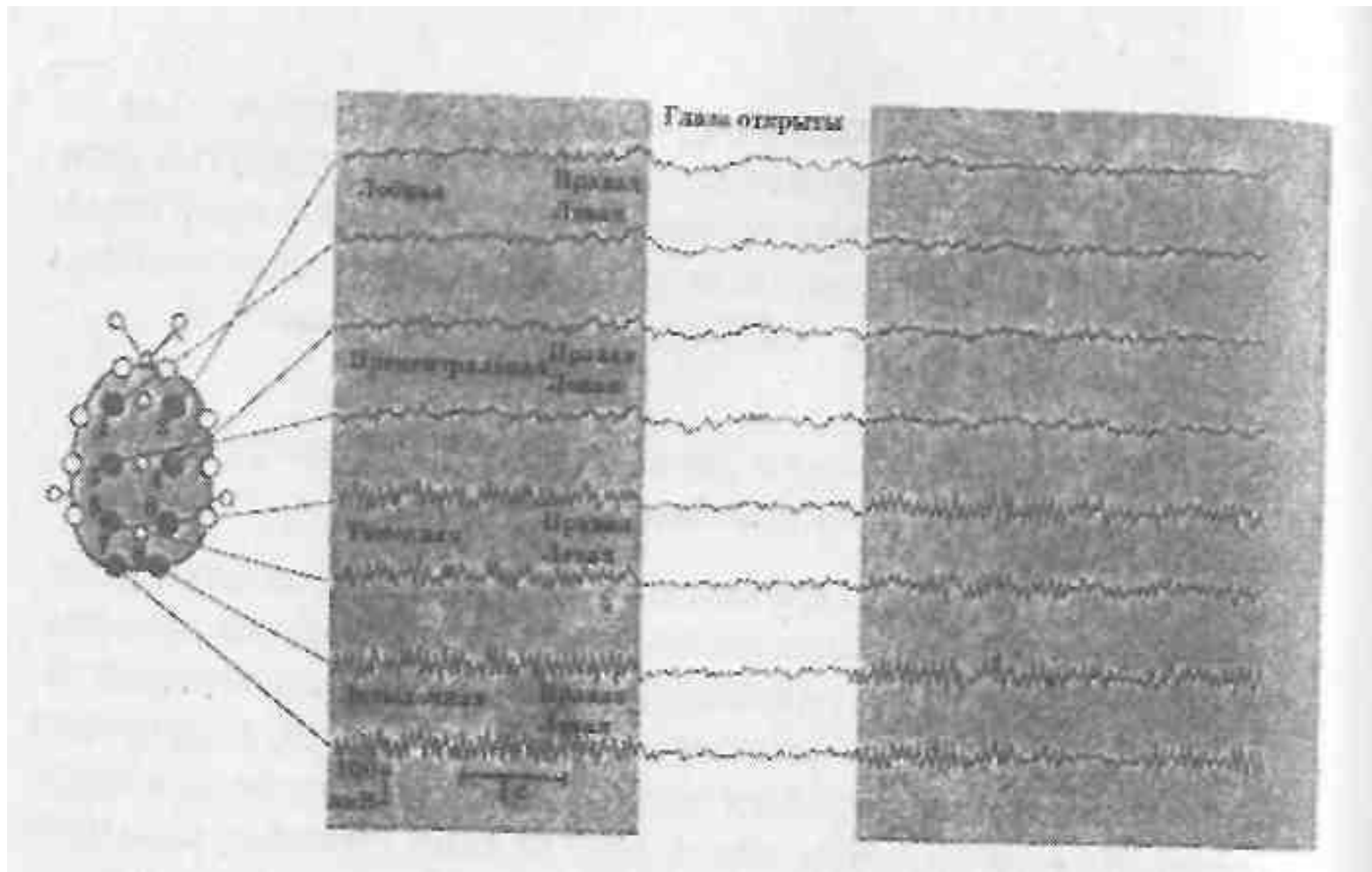
**ЭЭГ тіркеуде электродтардың
пациенттің басына қойылуы.**





Электроэнцефалограмма – басының беткі қабатының әр түрлі бөліктерінің арасындағы потенциалдар айырымының уақыт бойынша өзгеріс графигі.





8 электродпен алынған ЭЭГ –ні тіркеу



Электрэнцефалограмма *әр түрлі жиілікті және амплитудалы* күрделі тербелістен тұрады. Әр түрлі функциональды күйдегі бас миының электрлік белсенділігін зерттеу үшін спектрлік *құрастырушылар* қолданылады.



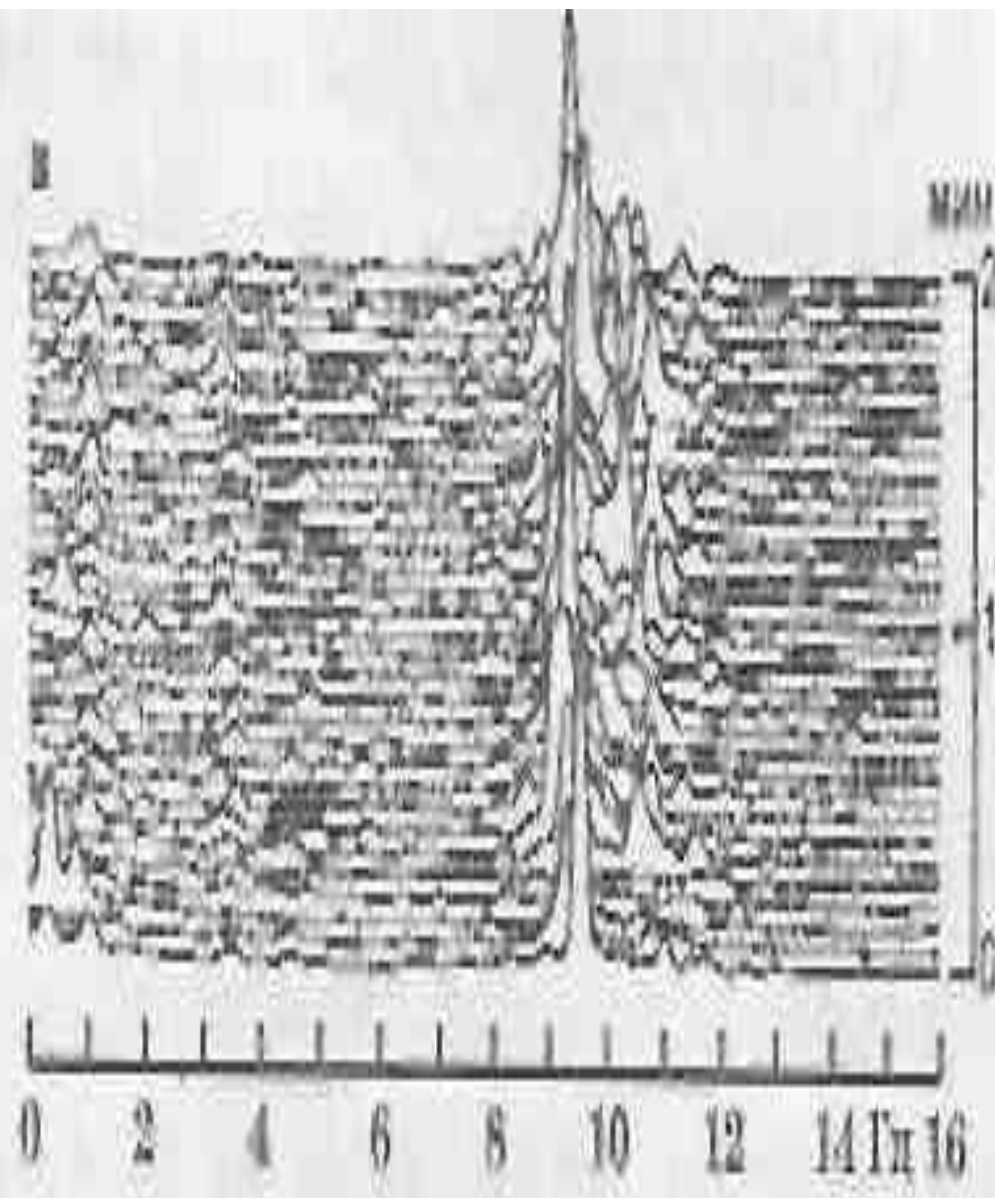
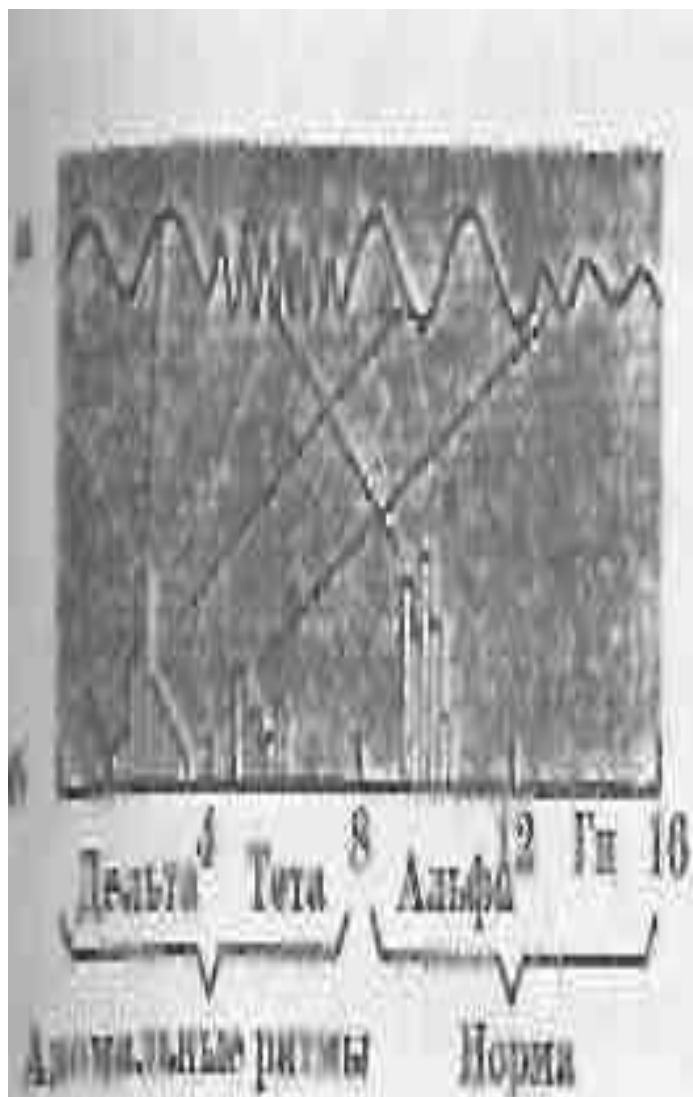
1. Үлкен адамдарда жиілігі α - ритм
8-13 Гц (қалыпты жағдайда) байқалады.

2. Мидың белсенділігін зерттеуде жиілігі
14- 30 Гц β - *ритм* (ойлану кезінде)

3. Жиілігі 30-55 Гц-тен жоғары γ - *ритм*
(жүйке жүйесінің қозу кезеңінде)

4. Жиілігі 0,5 -3,5 Гц δ - *ритм*
(ұйықтағанда)

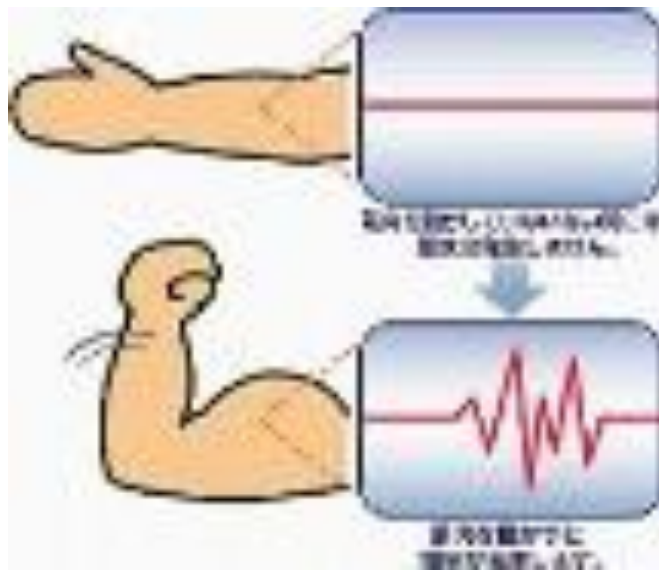
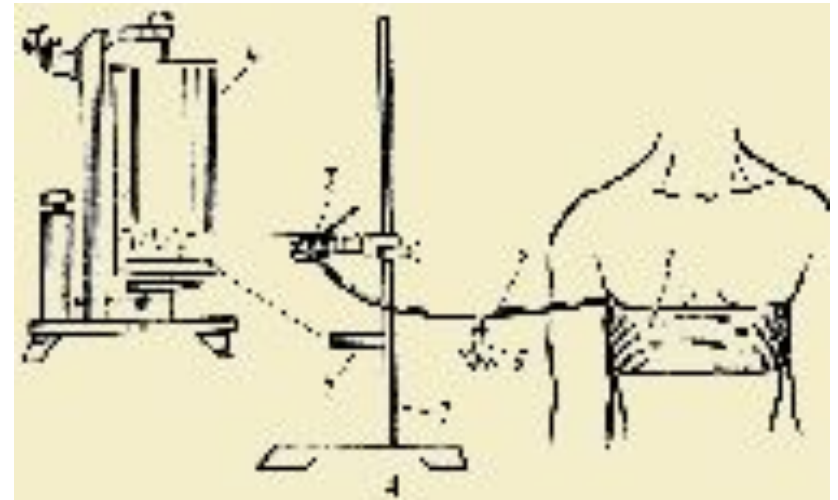
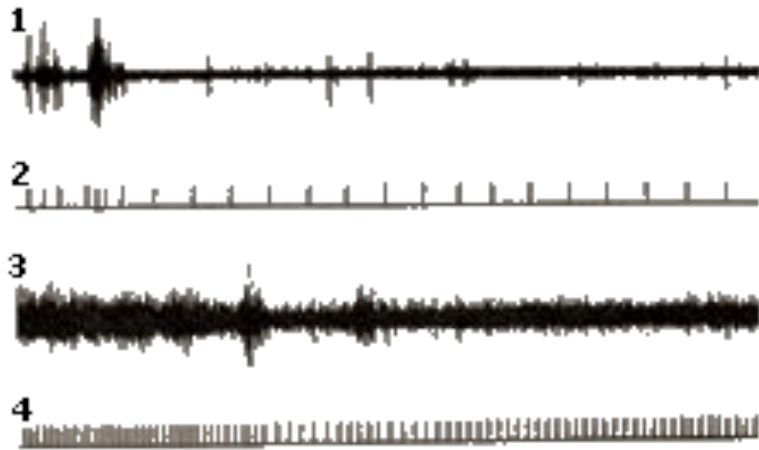
5. Жиілігі 4-7 Гц θ - *ритм* байқалады



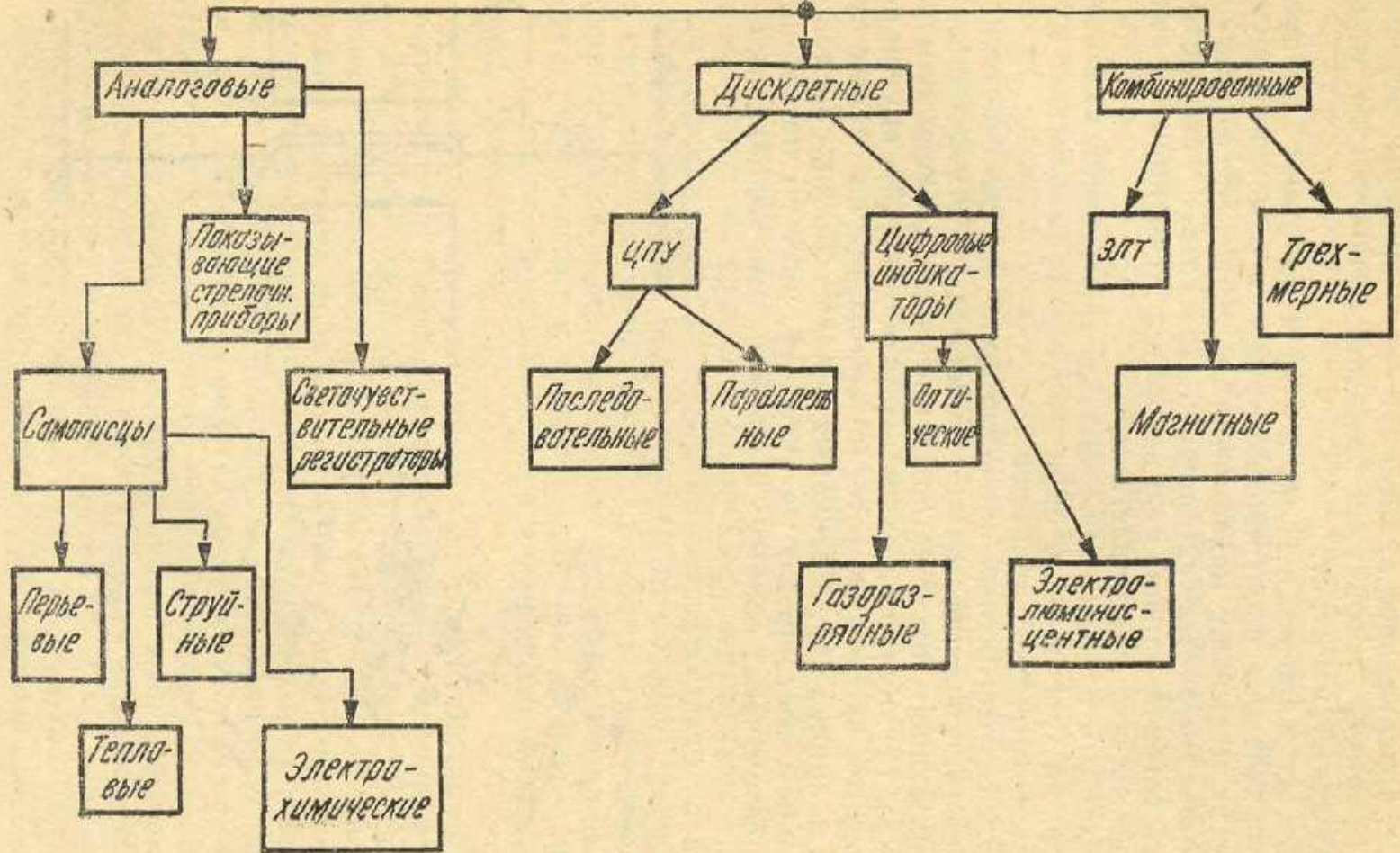
БҰЛШЫҚЕТ ЖҮЙЕСІНІҢ БЕЛСЕНДІЛІК КӨРСЕТКІШІ

Электромиография — бұлшықет биопотенциалдарын тіркеу жолымен қозғалыс мүшелерінің күйін зерттеу әдісі.





Устройства регистрации и отображения мед. информации



Өлшеуіш тізбектің құрылымдық схемасы

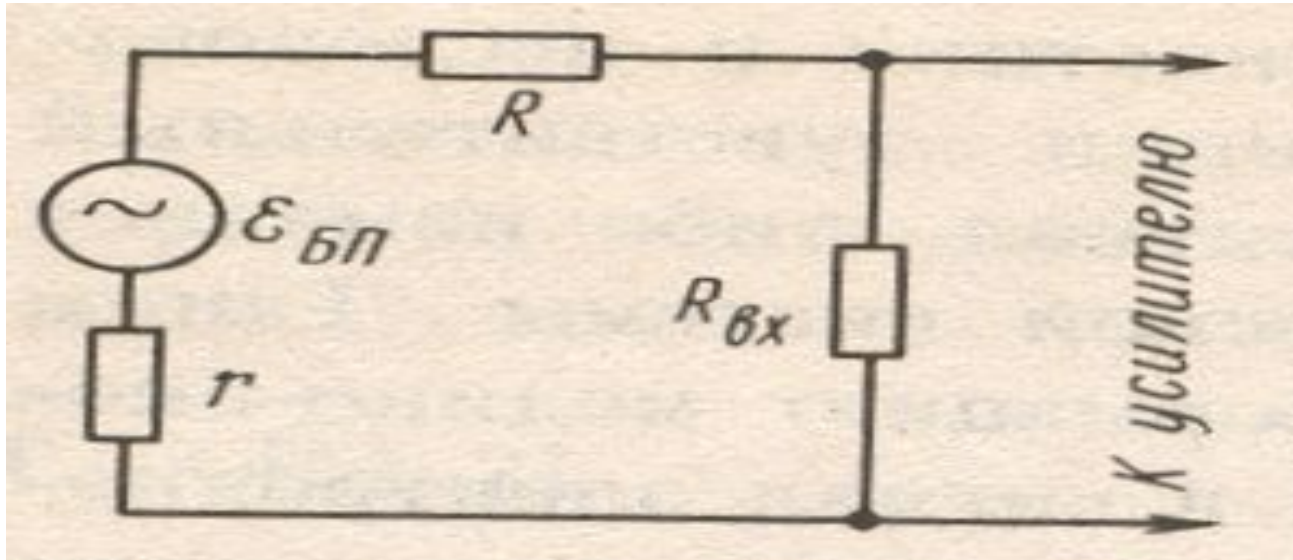
1. Ақпаратты алу қондырғысы
2. Күшейткіш
3. Таратқыш (беруші)
4. Қабылдағыш
5. Ақпаратты тіркеуші (өлшегіш құрал)

Таратқыш – алынған ақпаратты тасмалдаудың немесе таратудың 2 түрі бар

1. **Өткізгіш сымдар**
2. **Радиотолқындар**



Биологиялық жүйеден және электродтан тұратын контурдың эквиваленттік схемасы



$\mathcal{E}_{\text{бп}}$ - биопотенциал көзінің э.қ.к.

r - ішкі ұлпаның кедергісі

R - тері мен электрод арасындағы кедергі

$R_{\text{вх}}$ - биологиялық жүйенің кірісі



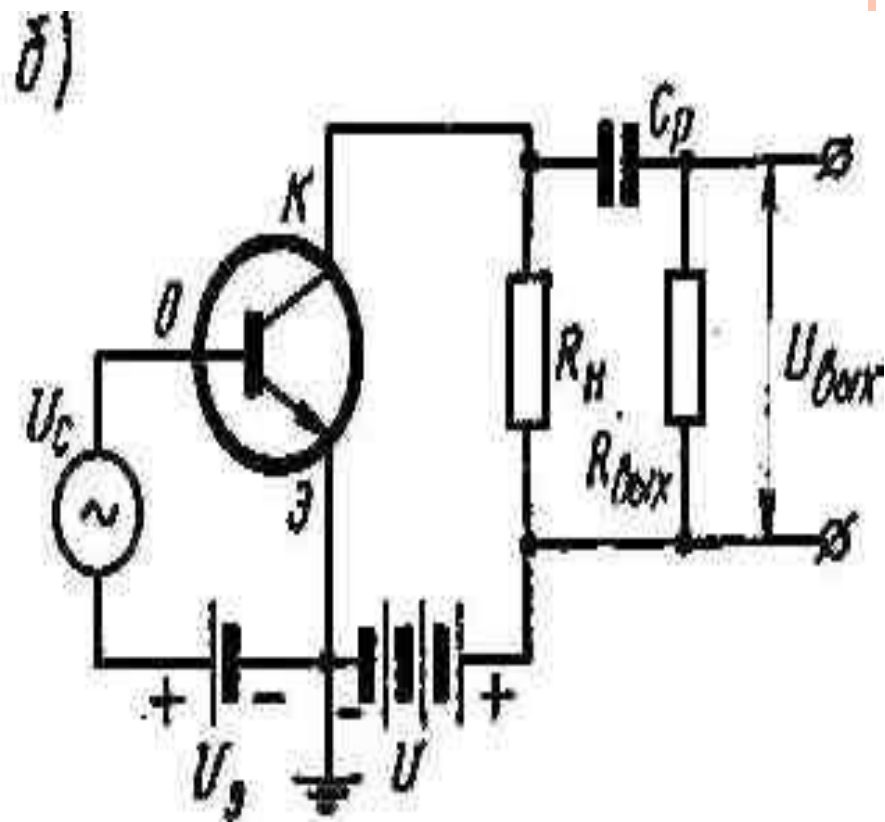
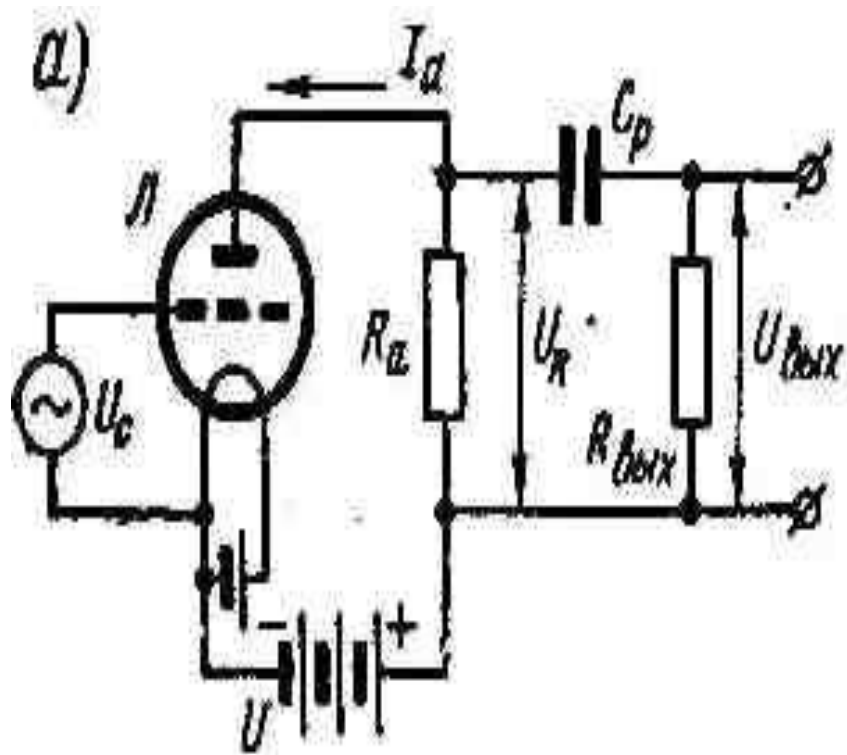
Электродтарға қойылатын талаптар:

1. **Мықтылық (төзімділік - прочность)**
2. **Жылдамдық (тез арада алып тіркеу)**
3. **Сигналдың бұзылмауы (формасын өзгертпеуі, кедергі жасамауы, яғни параметрлердің тұрақтылығын қамтамасыз ету - искажения)**
4. **Биологиялық ұлпаны тітіркендірмеуі**



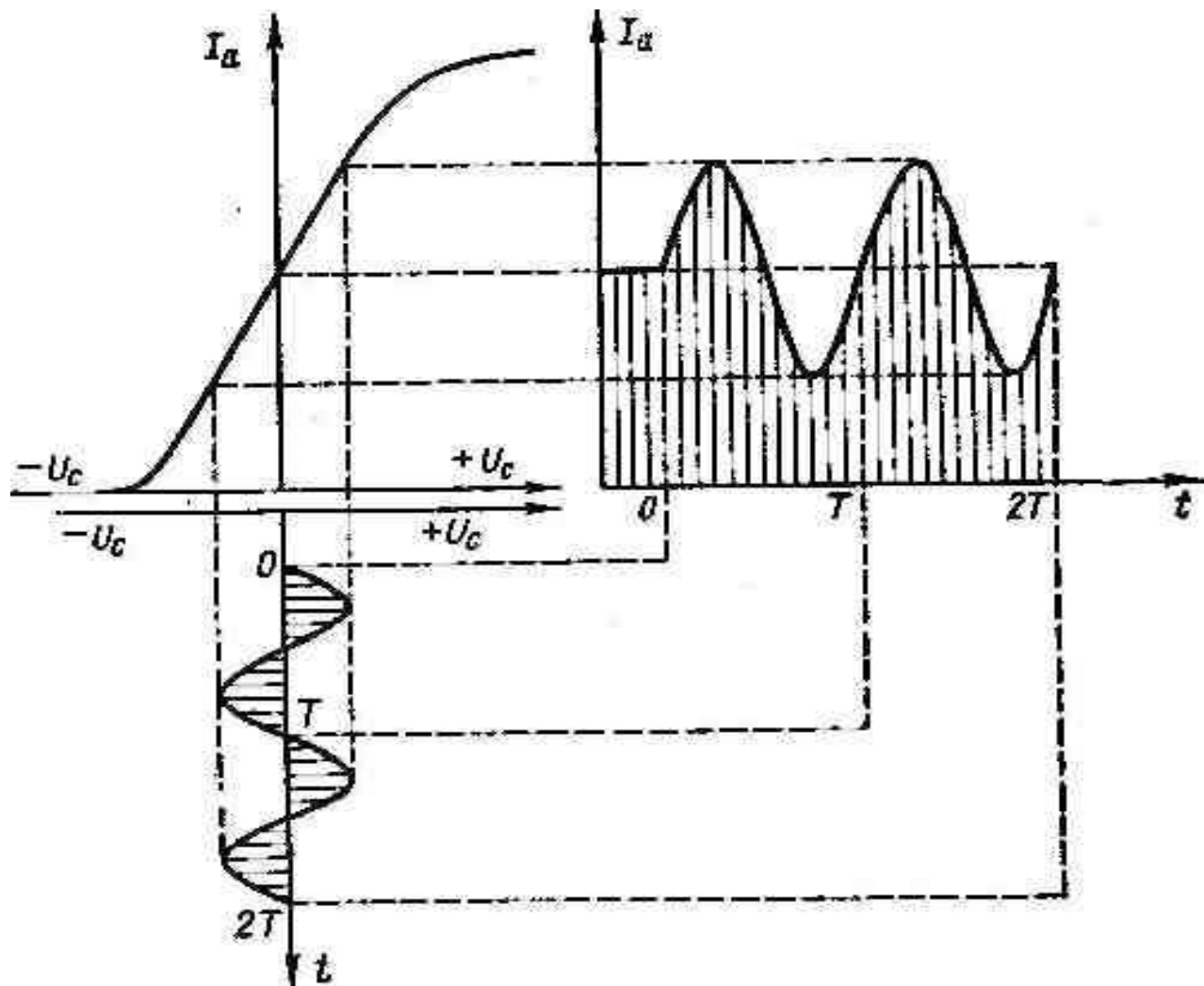
Медицинада
биопотенциалдарды
күшейту үшін арнайы
кернеуді күшейткіштер
қолданылады.

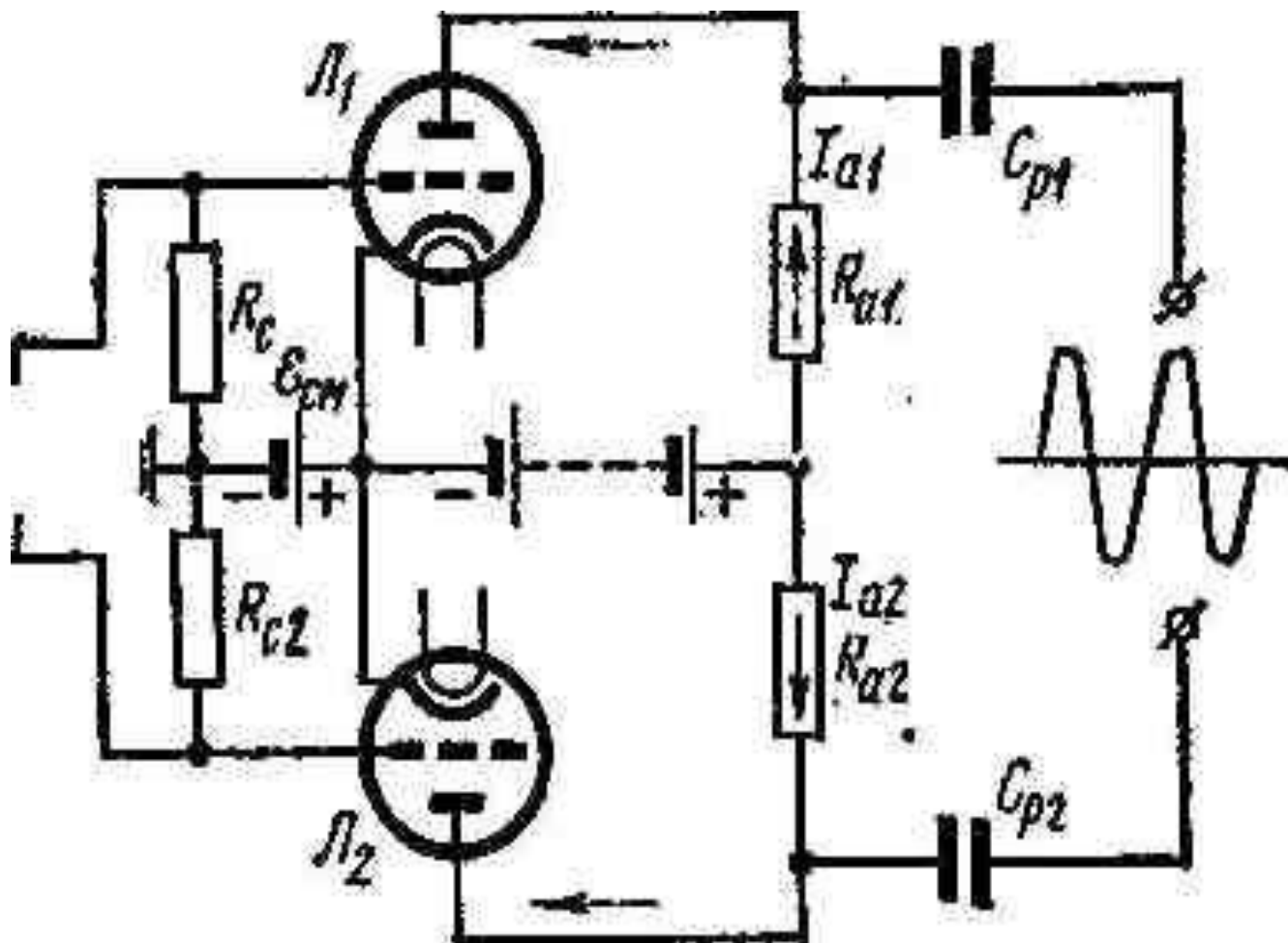




Бір тактілі күшейткіштер

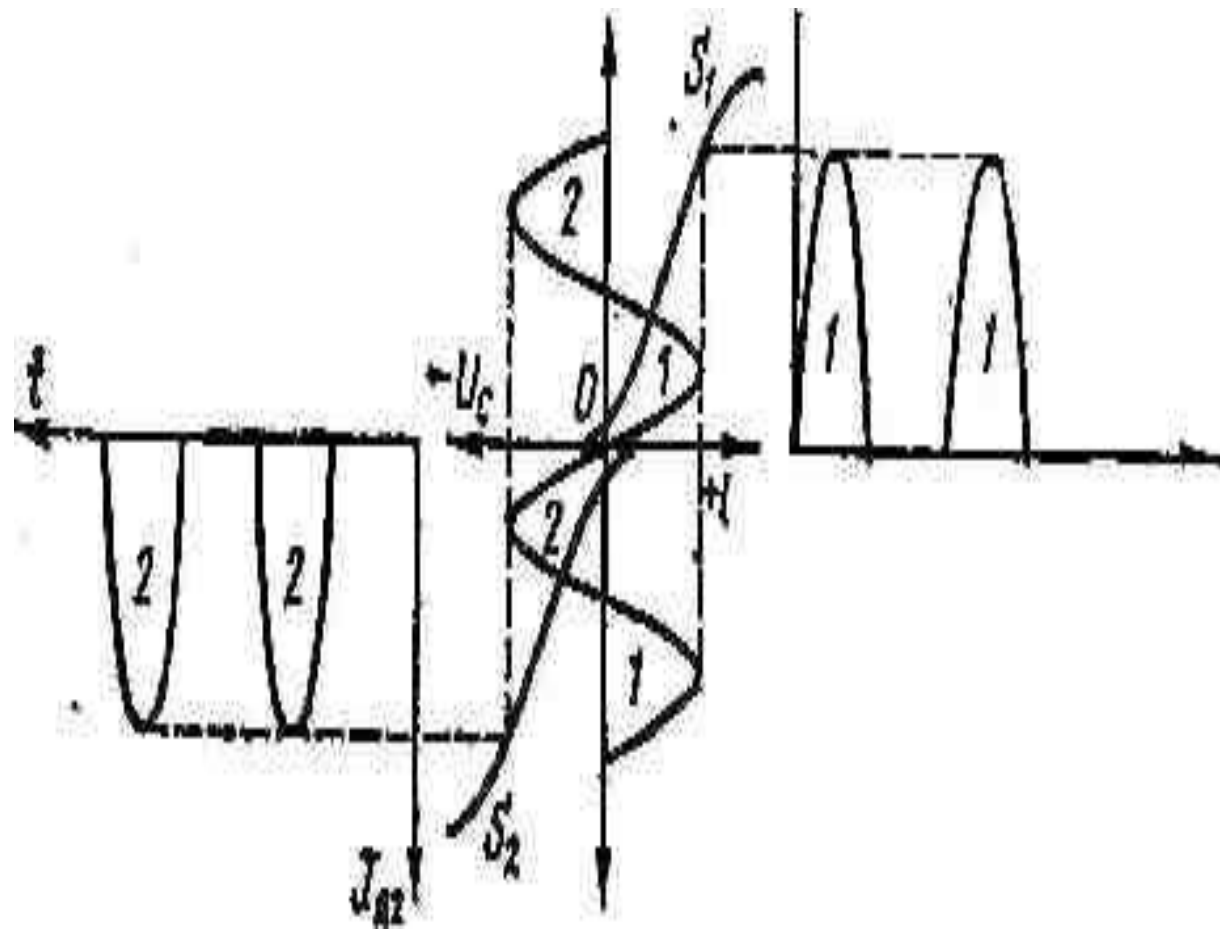




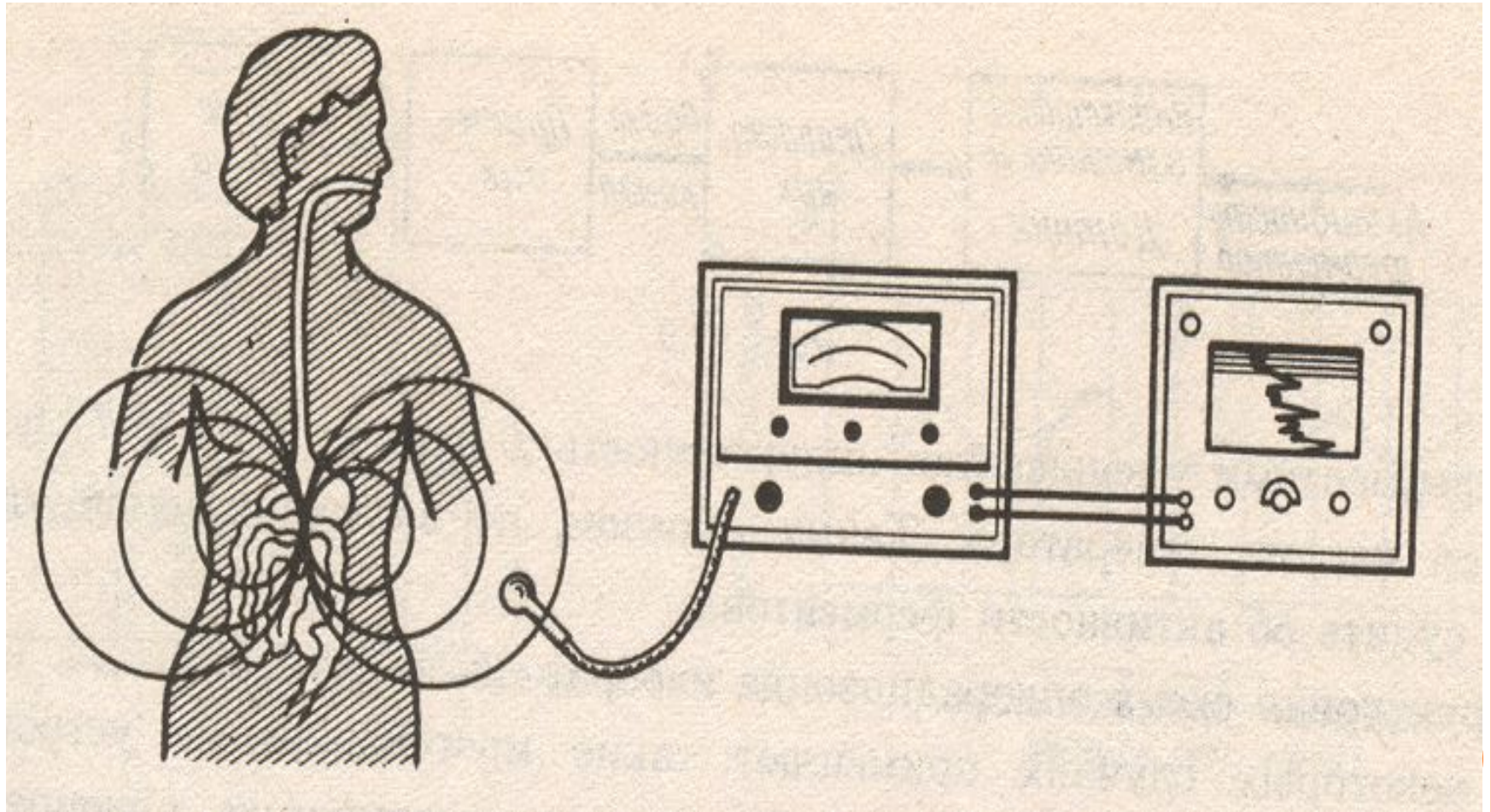


Екі тактілі күшейткіш



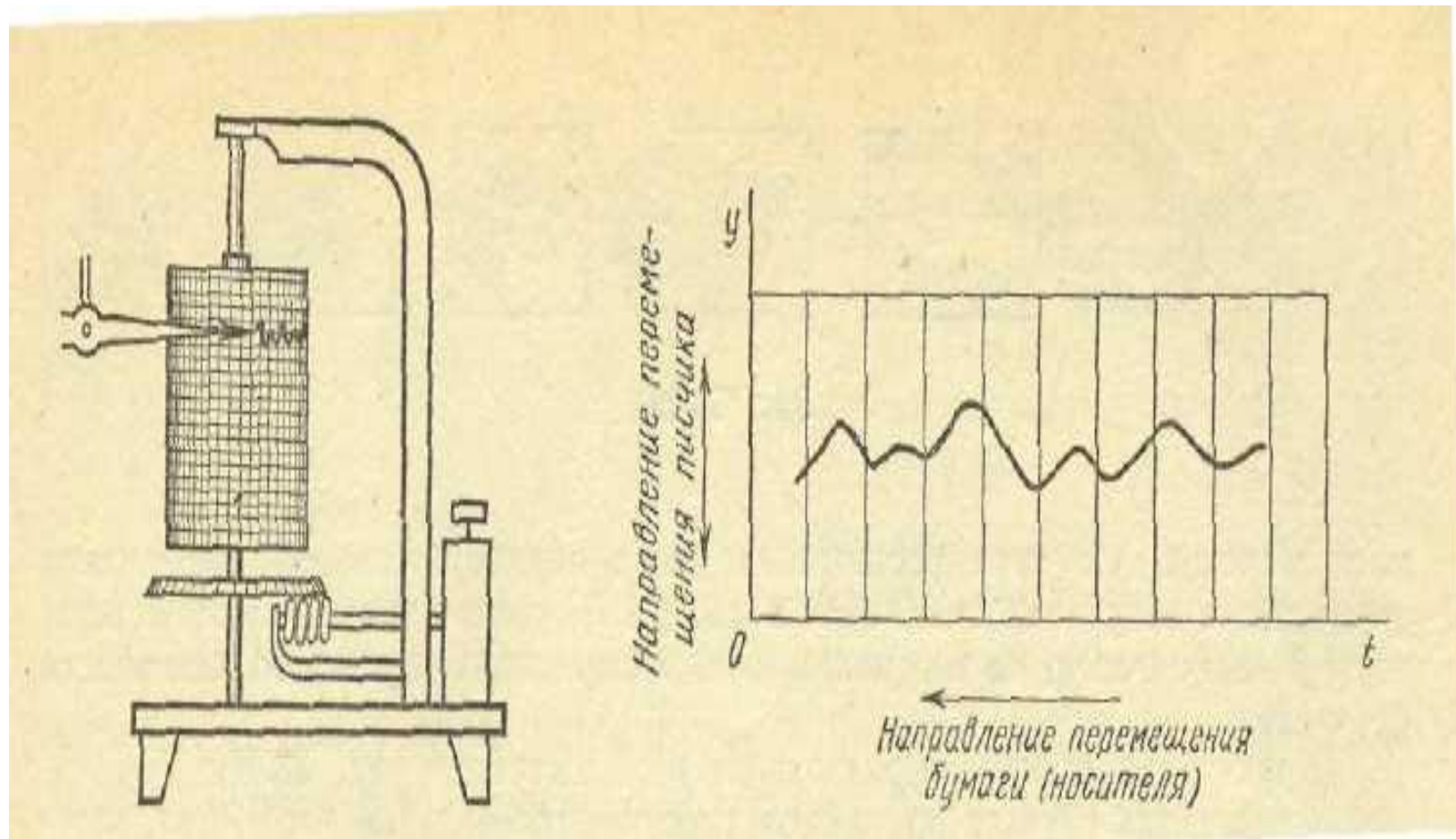


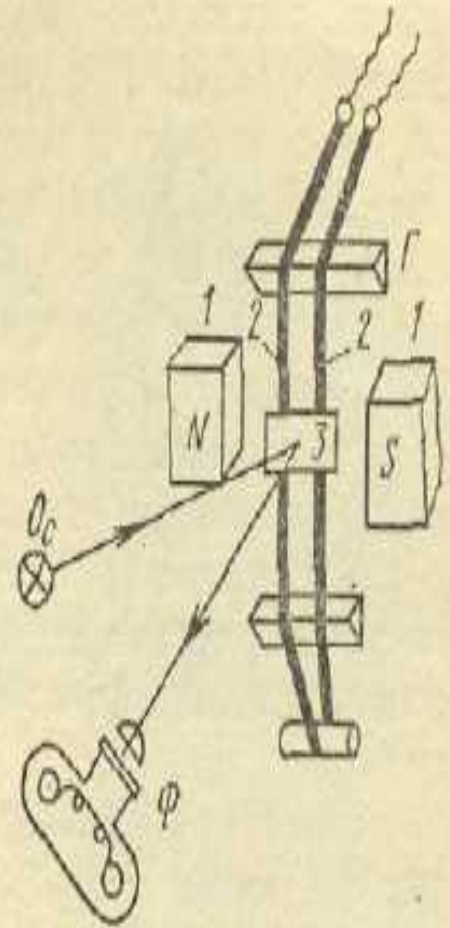
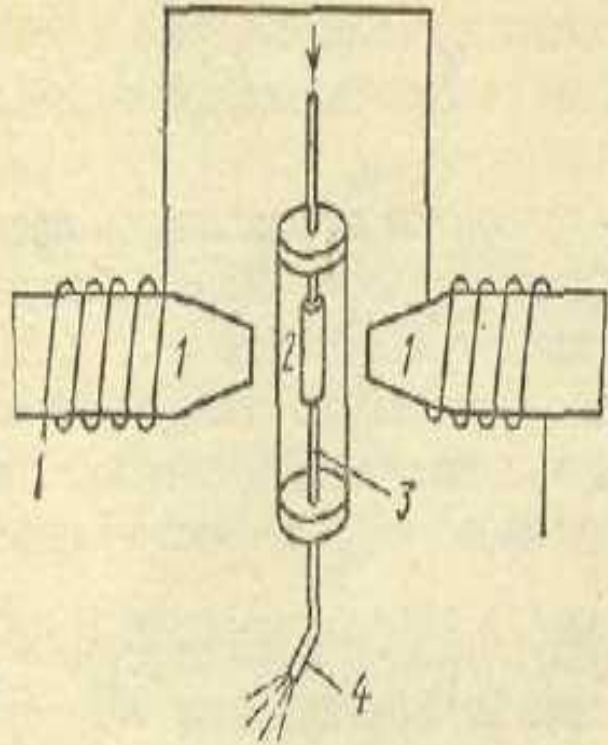
Радиотелеметрия әдісі эндорадиозондтар үшін қолданылады.





Аналогтық тіркеу құрылғылары





Әдебиеттер:

1. Тиманюк В.А., Животова Е.Н. Биофизика, Киев, 2004г.
2. Ремизов А.М. Медицинская и биологическая физика, М.,2002г.
3. Антонов В.Ф. Биофизика, М.,2006 г.
4. Ливенцев Н.М. Курс физики М., 1974 Г.



Бақылау сұрақтары:

1. Жүректің электрлік белсенділігінің мағынасы қандай?
2. ЭЭГ-нің қандай негізгі ритмдері бар?
3. Биопотенциалдарды тіркеудің жалпы схемасы қандай?
4. Күшейткіштердің негізгі сипаттамасы қандай?
5. Биопотенциалдарды тіркеуші қандай техникалық құралдар бар?

