

*№8. 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.*

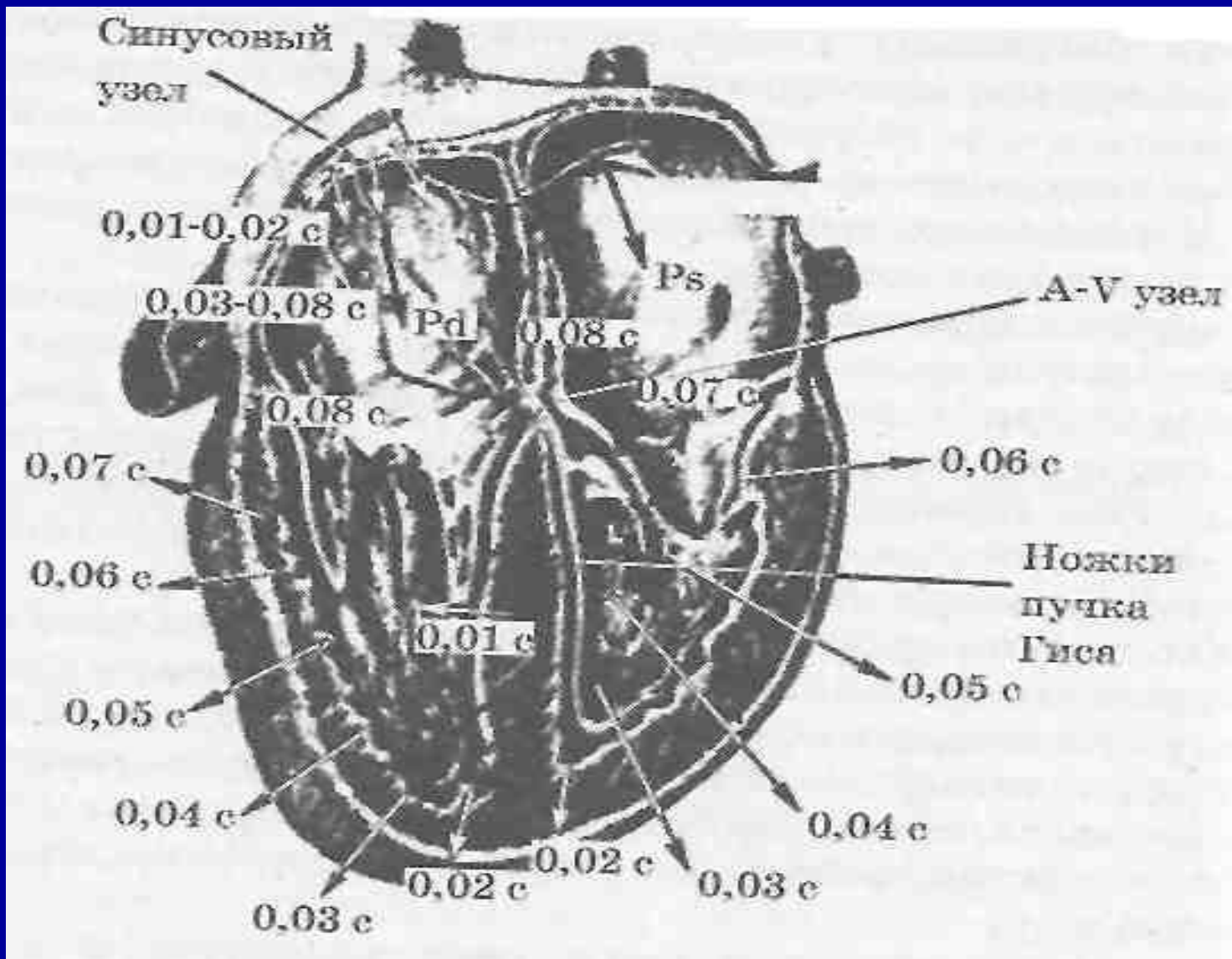
Тірі ағза жасушалары мен мүшелерінің күйі және оның электрлік белсенділігі өзгеріп отырады. Тәжірибелік зерттеулер жүргізуде дененің беткі қабатындағы және ішкі мүшелерінің (жүрек, ми және т.б) биопотенциалдарының айырымын өлшеуге болады.

Диагноз қою мақсатында:

- Тірі ағза мен жасушалардағы биопотенциалдары тіркеу әдісі — *электрография;*
- Жүрек бұлшық еттерінің жұмыс істеу нәтижесінде пайда болатын биопотенциалдарды тіркеу — *электрокардиография д.а.*
- Ми қызметінің биоэлектрлік белсенділігін тіркеу әдісі - *электроэнцефалография;*

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.

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

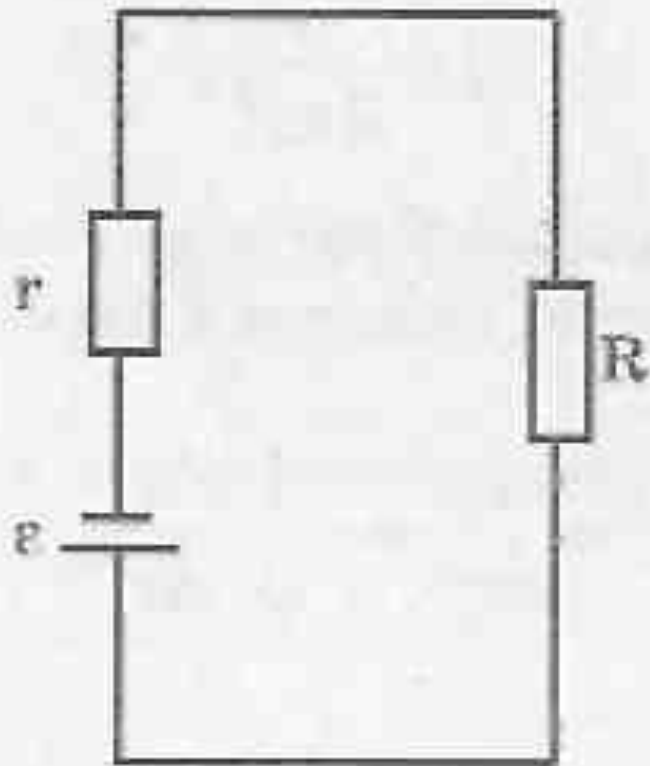
Эквивалентті генераторды ағза ішінде орналасқан және ол дененің беткі қабатында *электр өрісін тудырады* деп есептеуге болады.

Эквивалентті генератор принципіне сәйкес жүректі эквивалентті генератор тогы алмастырады. Электр қозғауыш күш \mathcal{E} генератор тогының ішкі кедергісі үлкен $r \gg R$ десек, онда

$$I = \mathcal{E} / (r + R)$$

токтың шамасы жүктеме кедергісіне тәуелді емес

$$I = \mathcal{E} / r$$



Ток генераторы

Электр өрісінің потенциалын есептеу үшін эквивалентті генератор бір-бірінен 1 арақашықтықта орналасқан оң және теріс зарядтар жүйесінен тұратын *электр диполінің тогы* ретінде қарастырылады.

Дене бетіндегі потенциалдар айырымының өзгерісін зерттей келе жүректің диполдік моментінің проекциялары, яғни жүректің биопотенциалдары туралы айтуға болады. Бұл идея 1924 ж. голланд ғалымы *Эйнтховен* моделінің негізінде құрылған.

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

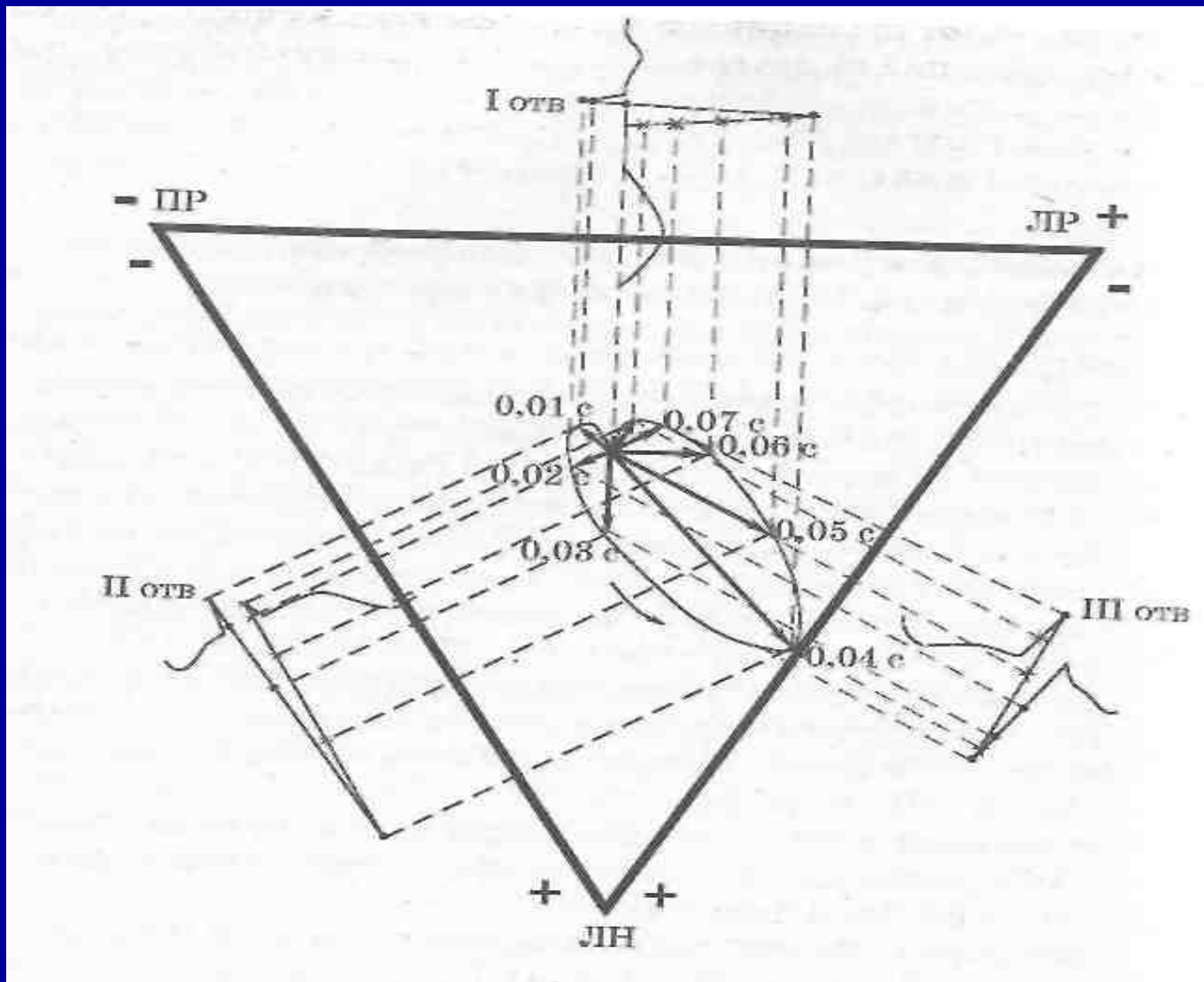
Моделдің негізгі постулаттары:

1. Жүректің электр өрісін жүректің интегральды электрлік векторы (ЖИЭВ) деп аталатын дипольдік моменті \mathbf{E} дипольдік токтың электр өрісі ретінде қарастырылады.
2. ЖИЭВ біртекті изотропты өткізгіш ортада орналасады.
3. Жүректің \mathbf{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.

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

Практикада электрокардиографияның потенциалдар айырымы сол қол мен оң қол арасындағы п.а – I тармақ, сол аяқ пен оң қол арасындағы п.а – II тармақ, сол аяқ пен сол қол арасындағы п.а – III тармақ болып өлшенеді. Қол және аяқ өткізгіш ретінде қарастырылады.

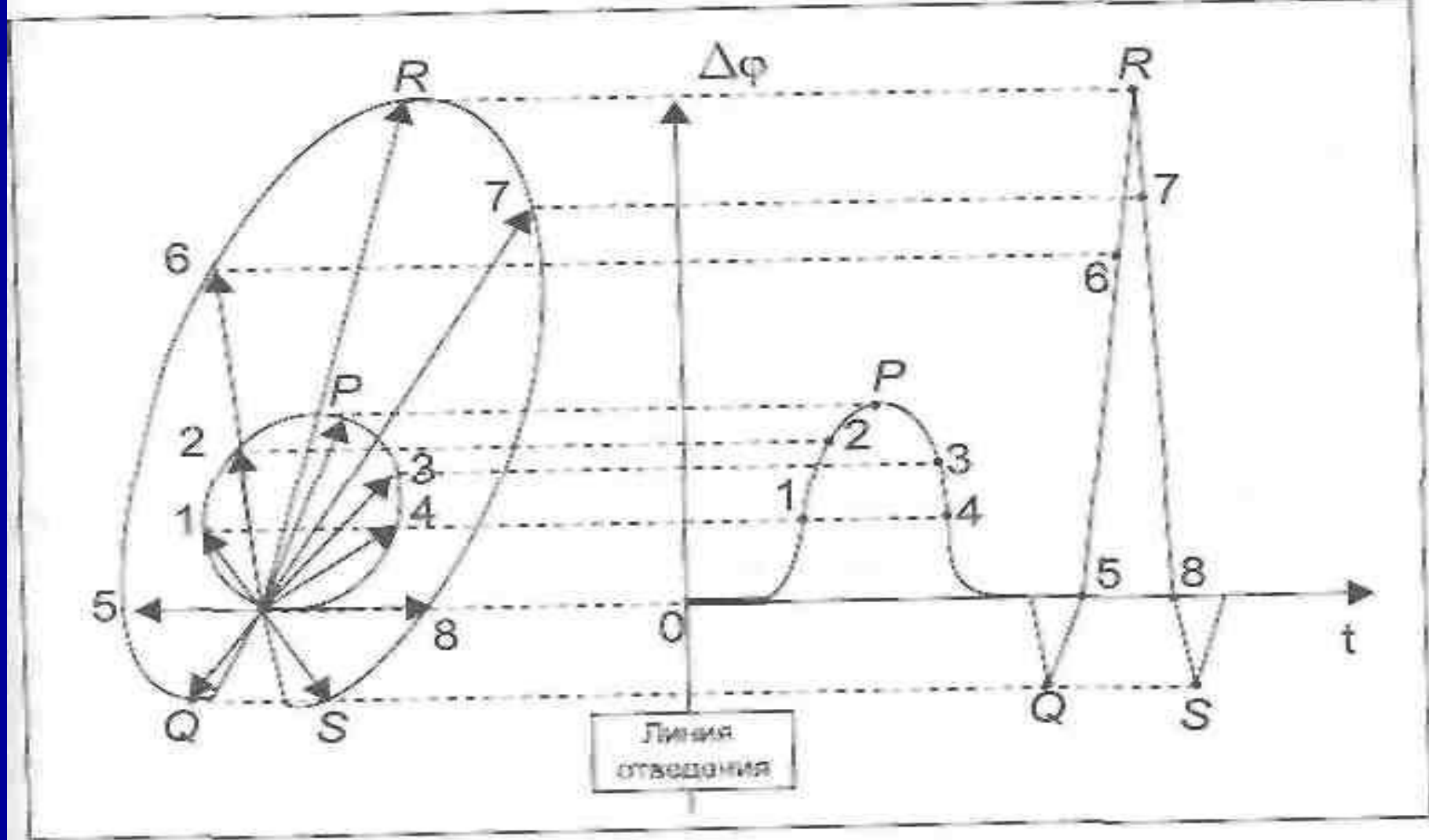
Әр тармақ үшін потенциалдар айырымы :

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

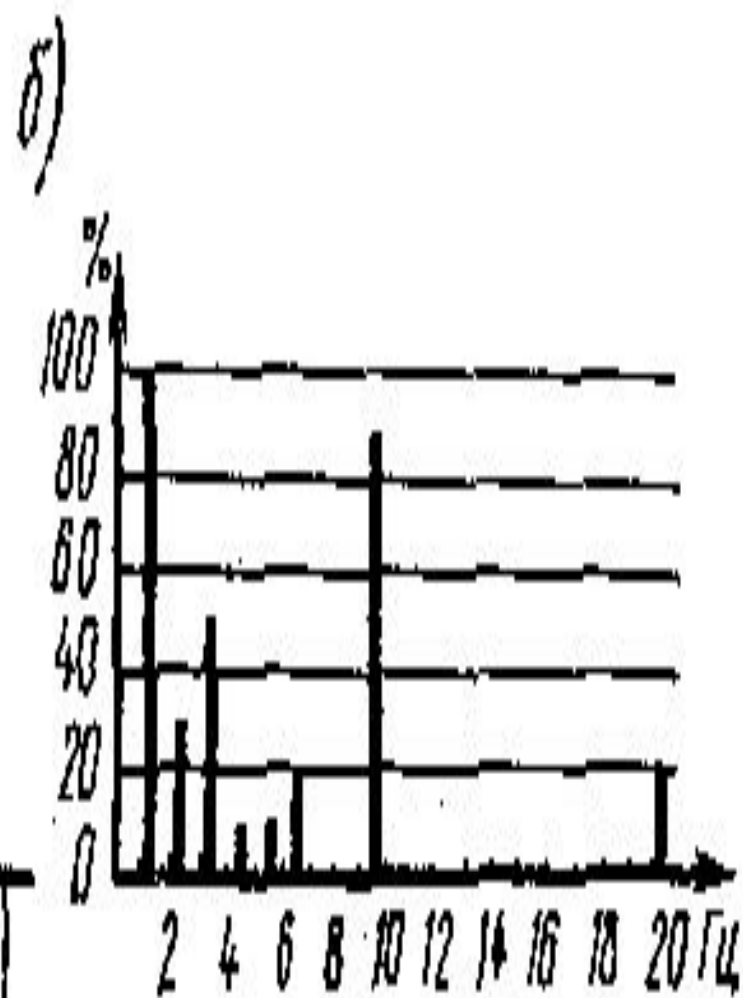
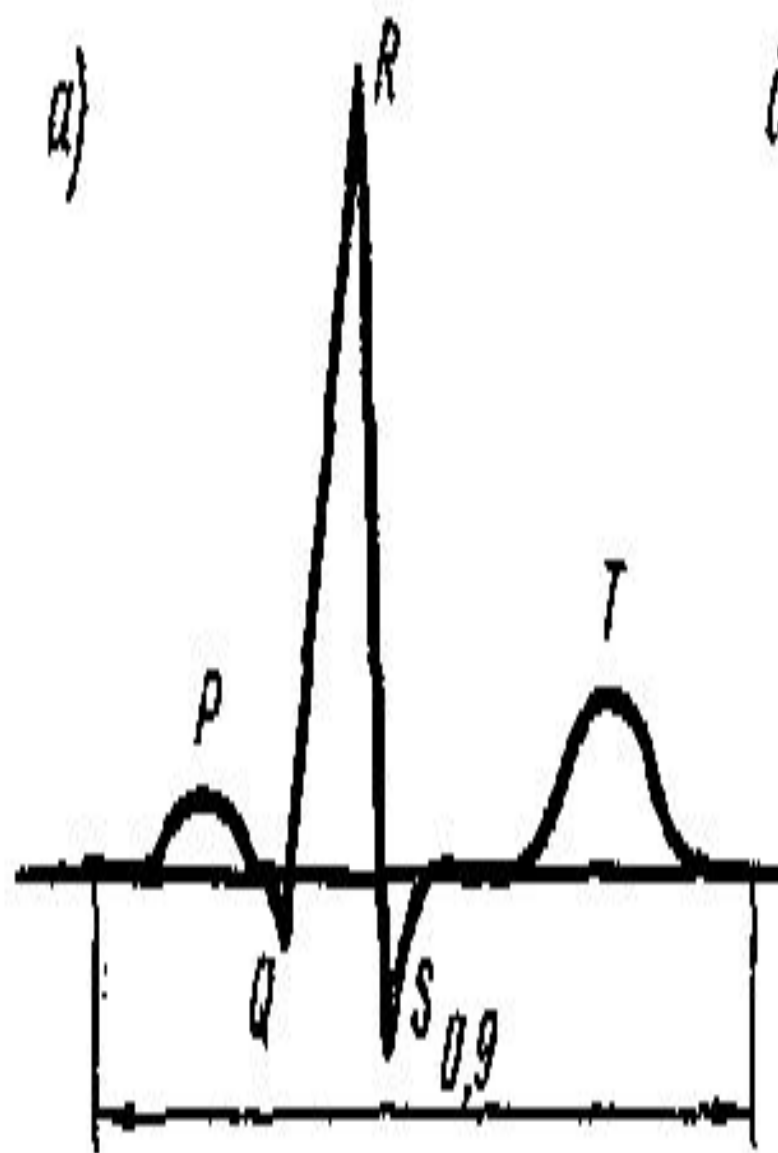
II тармақ: $\Delta\varphi_{II} = \varphi_{\text{сол.аяк}} - \varphi_{\text{он.кол}}$

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.



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.

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

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

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

ЭКГ: 0,1 – 5 мВ

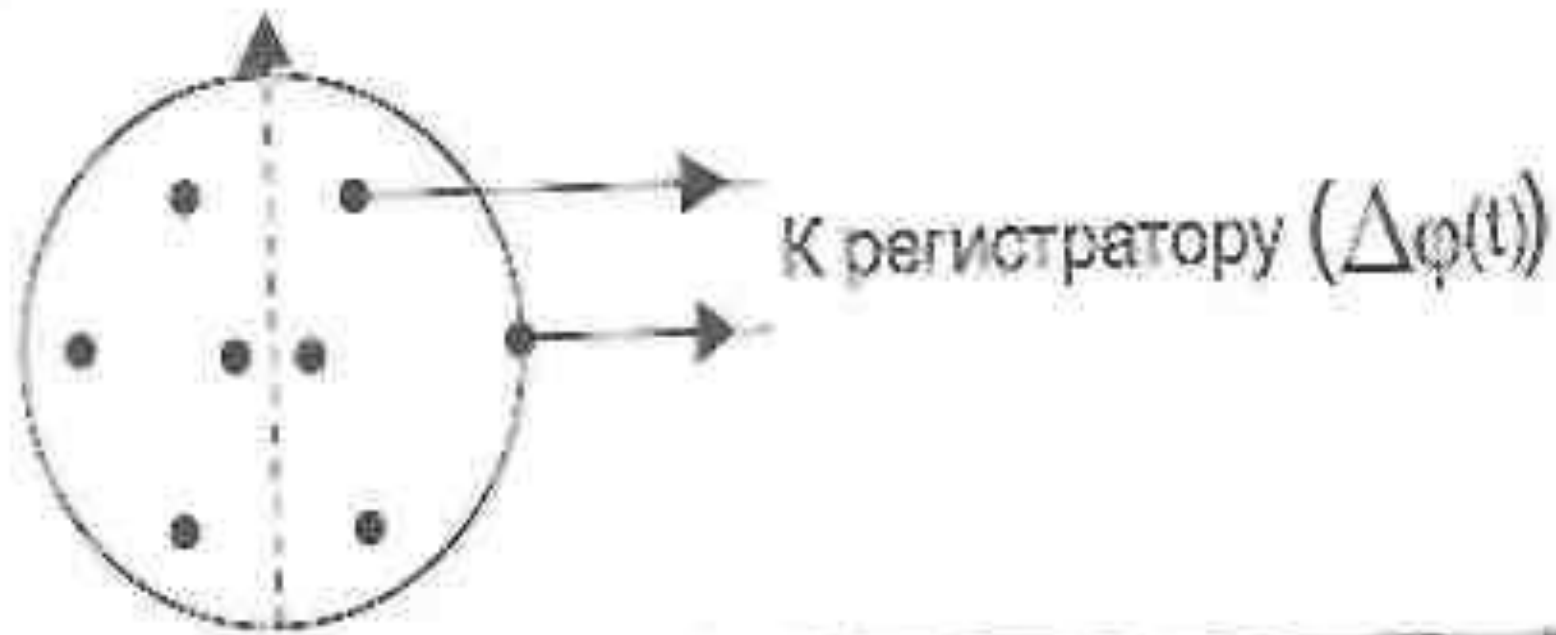
ЭЭГ: 0,001-0,05 мВ

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

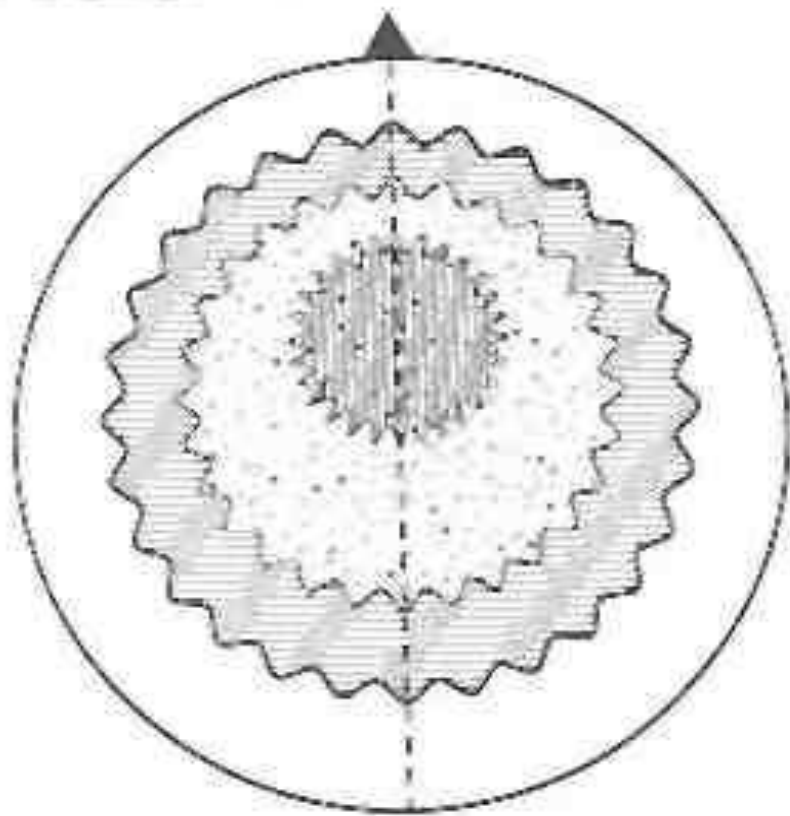
ЭКГ: 10^3 - 10^4 ; ЭЭГ: 10^5 - 10^6

Электрокардиографияда алынған
биопотенциалдар *милливольт*
шамасында, ал
электроэнцефалографияда
микровольт шамасында болады.

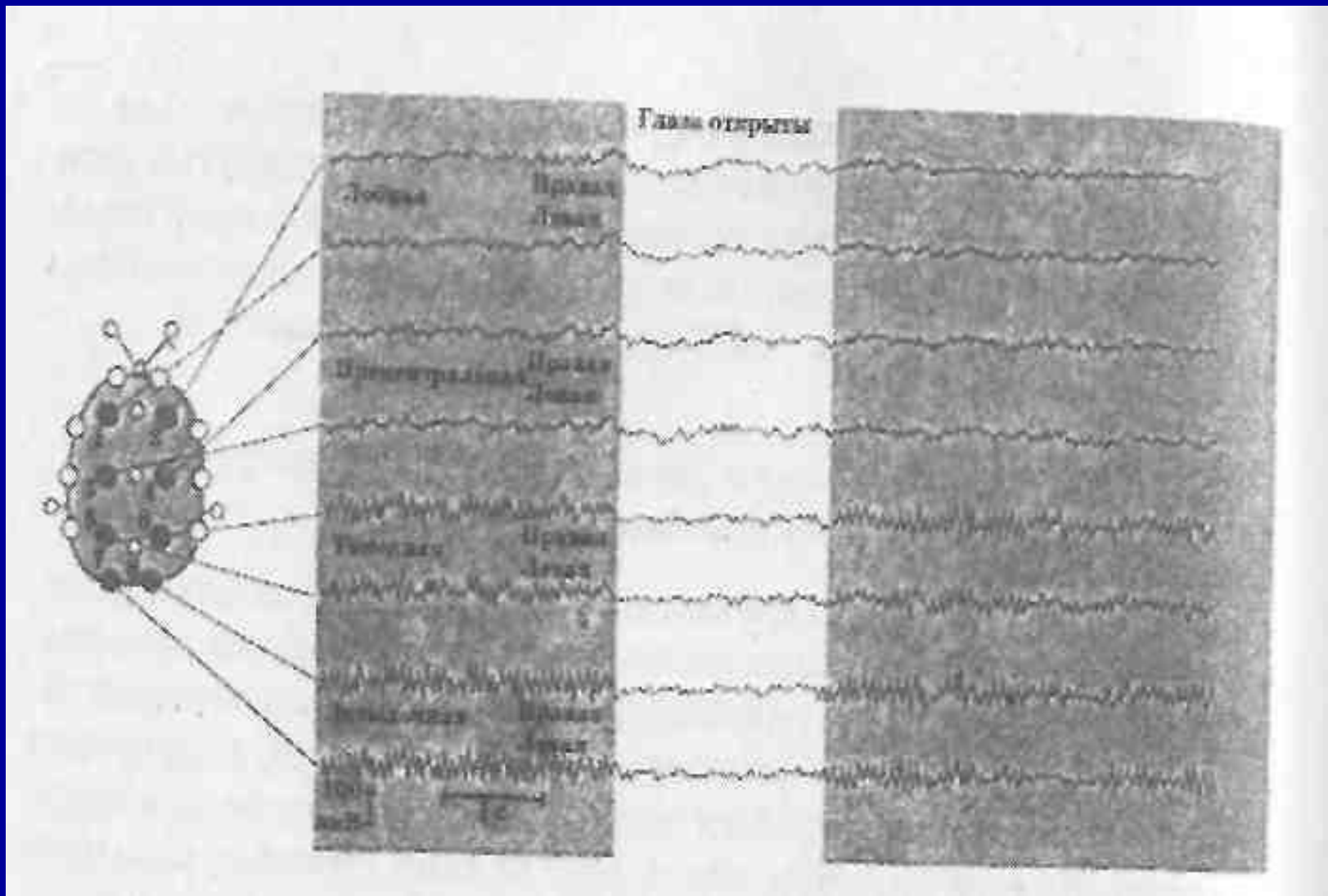
Сондықтан
электроэнцефалографияда
биопотенциалдың шамасын
күшейткіштер арқылы арттырады.



ЭЭГ тіркеуде электродтардың пациенттің басына қойылуы.



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



8 электродпен алынган ЭЭГ –ні тіркеу

Электроэнцефалограмма әр түрлі жиілікті және амплитудалы күрделі тербелістен тұрады. Әр түрлі функциональды күйдегі бас миының электрлік белсенділігін зерттеу үшін спектрлік құрастырушылар (спектральные составляющие) қолданылады.

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

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
(қысымға ұшырағанда, әсіресе сәтсіздік, үмітсіздік
туылғанда)

β төмен диапазон - 12,5-16 Гц
өзін кең ұстап, бірақ зейіні
шоғырланғанда

β орта диапазон - 16,5-20 Гц
ойлау , мәселе шешім ету күйінде

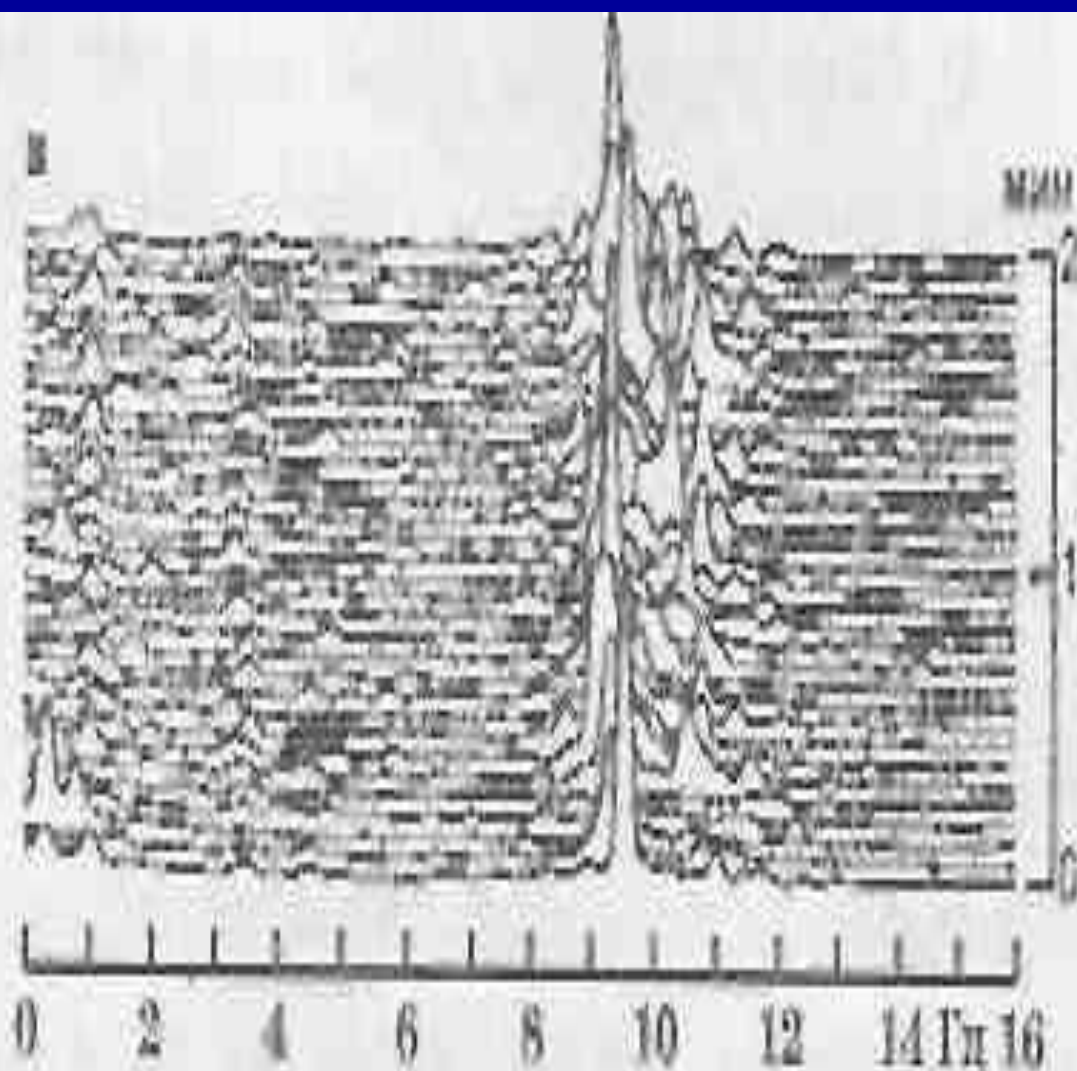
β - жоғары диапазон - 20,5-28 Гц
тебіреніс, абыржу



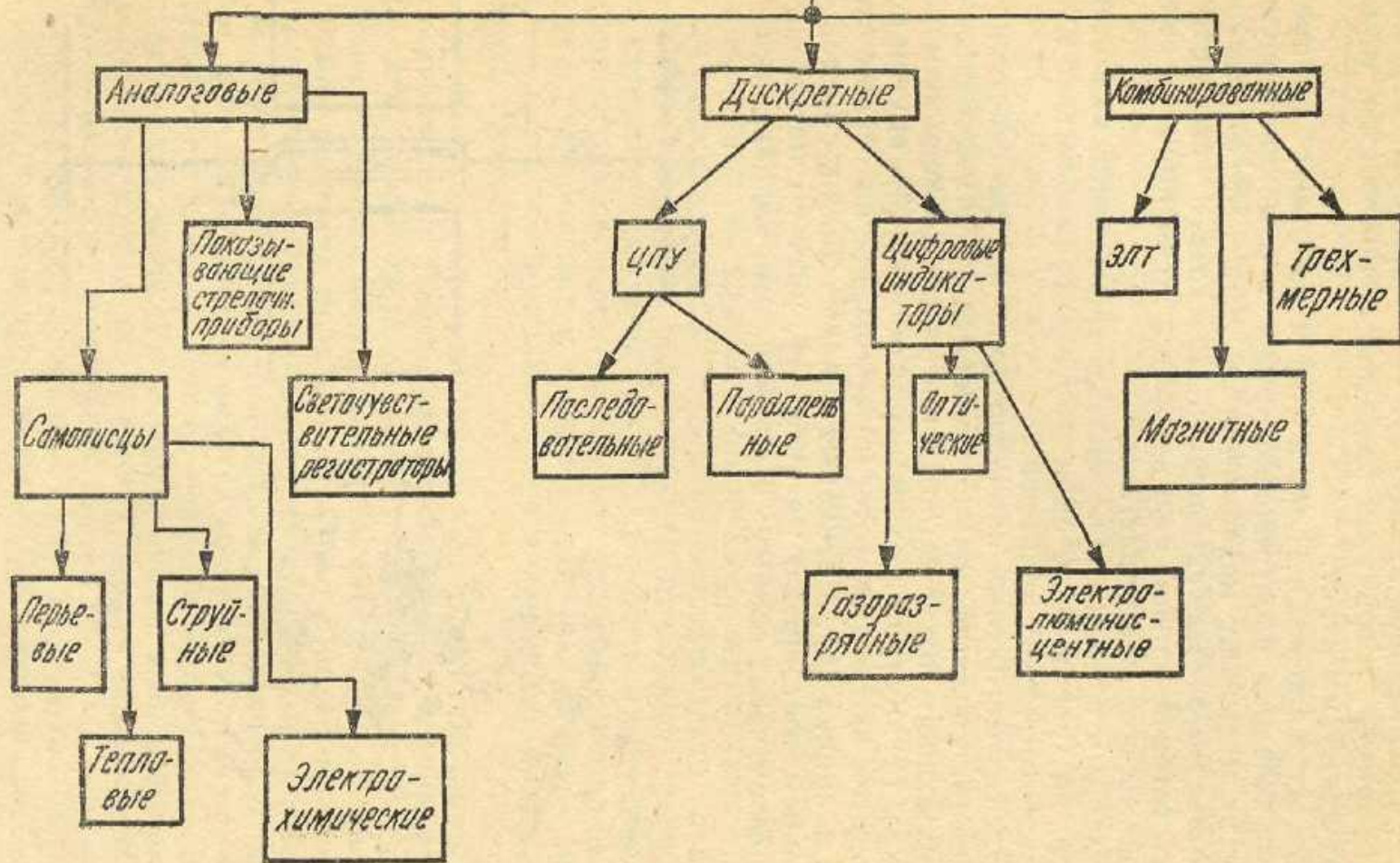
Дельта⁴ Тета⁸ Альфа¹² Гц¹⁶

Аномальные ритмы

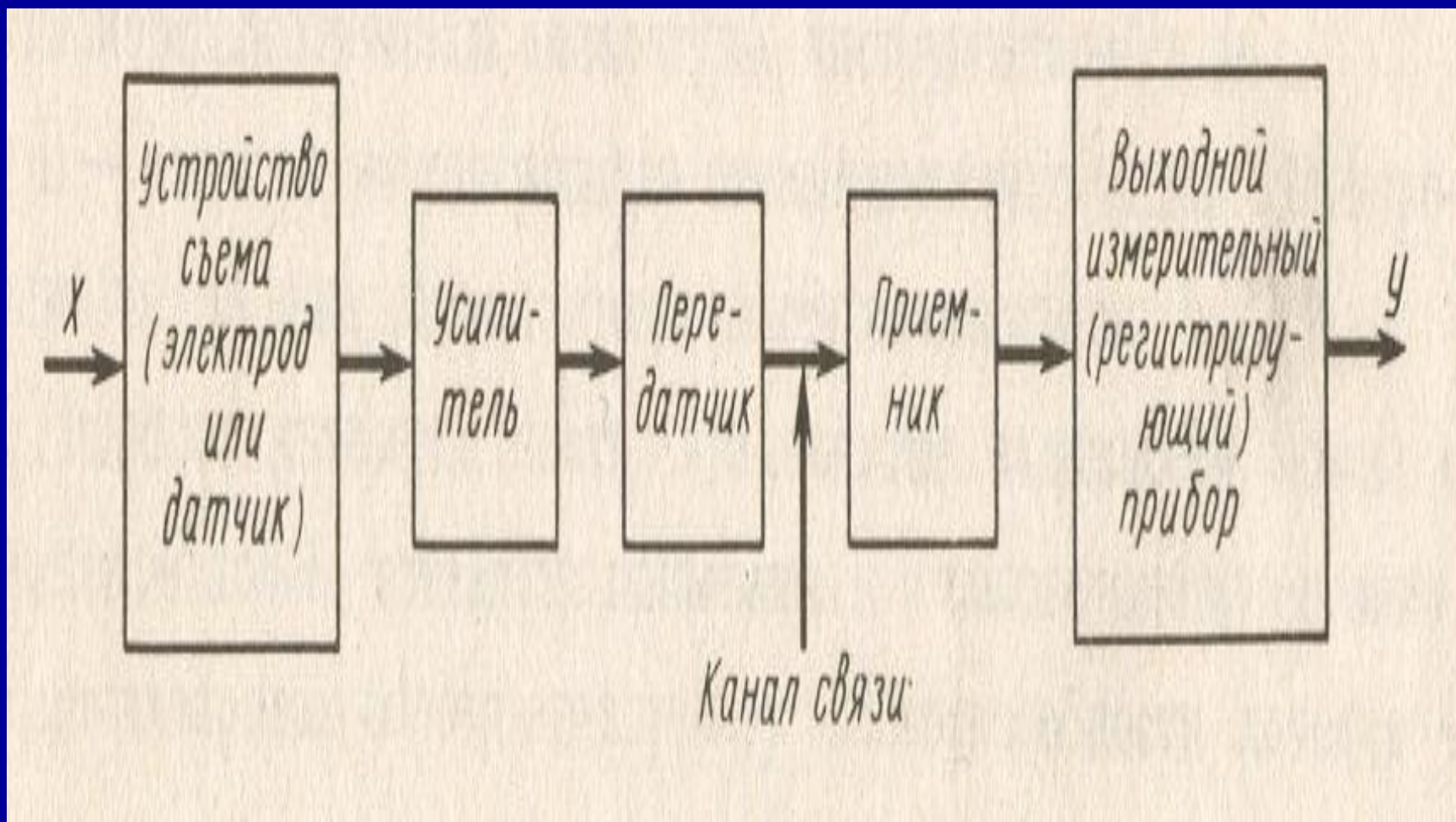
Норми



Устройства регистрации и отображения мед. информации



Өлшеуіш тізбектің құрылымдық схемасы

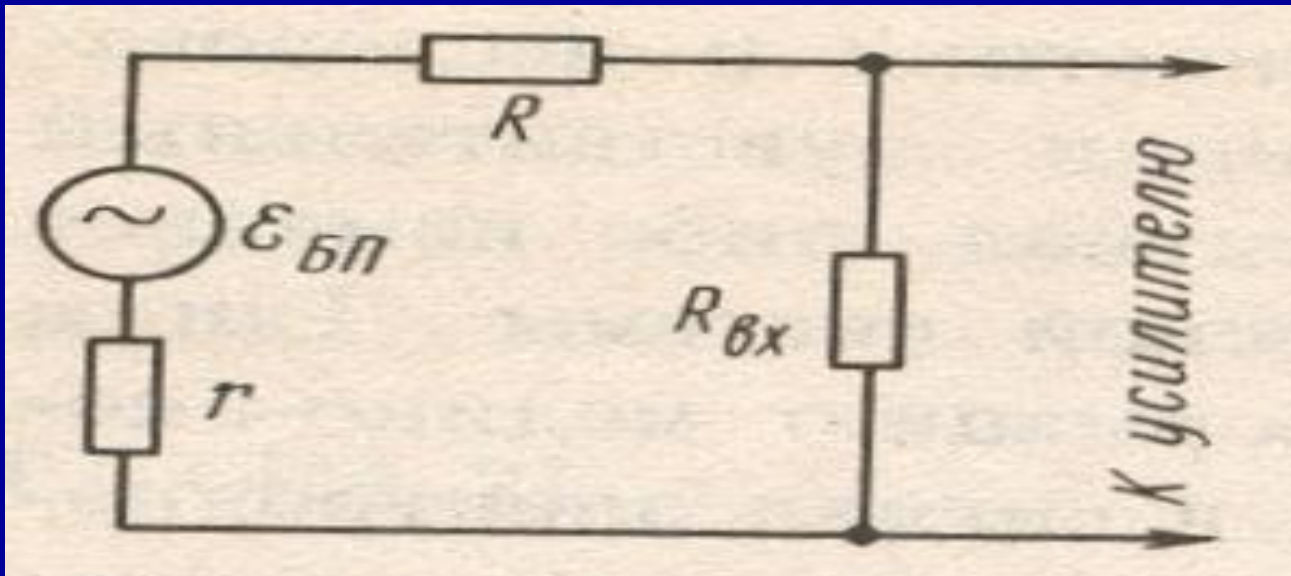


- 1. Ақпаратты алу қондырғысы**
- 2. Күшейткіш**
- 3. Таратқыш (беруші)**
- 4. Қабылдағыш**
- 5. Ақпаратты тіркеуші (өлшегіш құрал)**

Таратқыш – алынған ақпаратты тасмалдаудың немесе таратудың 2 түрі бар

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

Биологиялық жүйеден және электродтан тұратын контурдың эквиваленттік схемасы



$\varepsilon_{\text{БП}}$ - биопотенциал көзінің э.қ.к.

r - ішкі ұлпаның кедергісі

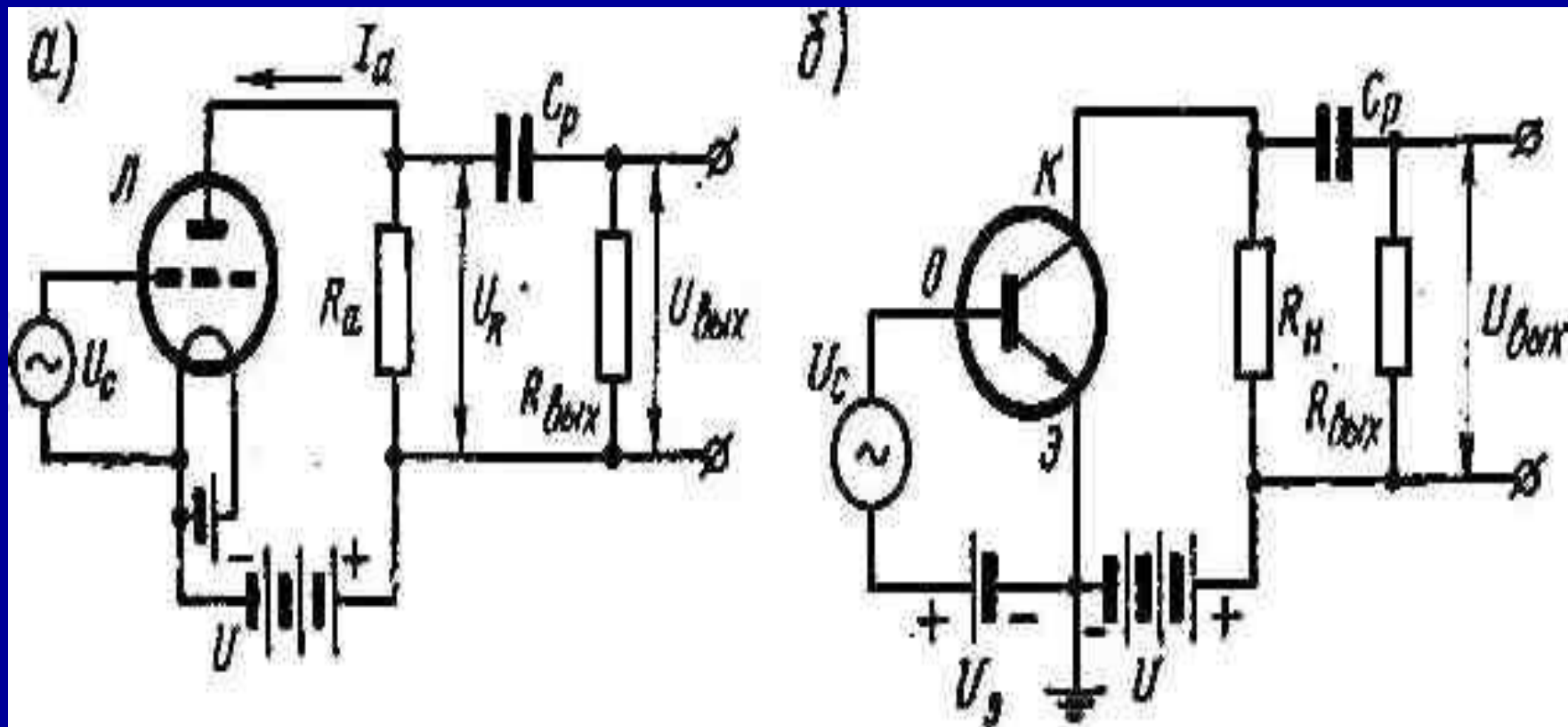
R - тері мен электрод арасындағы кедергі

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

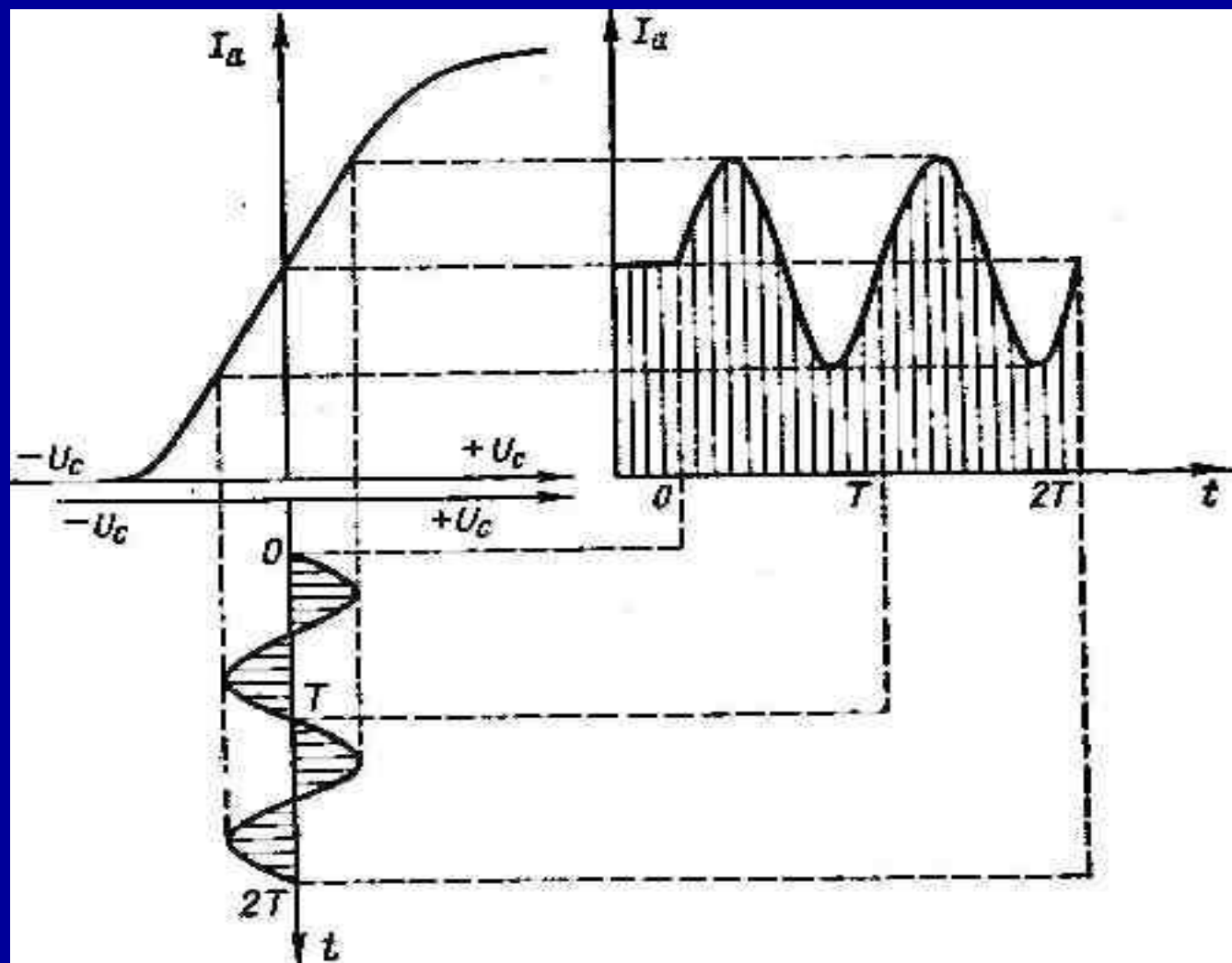
Электродтарға қойылатын талаптар:

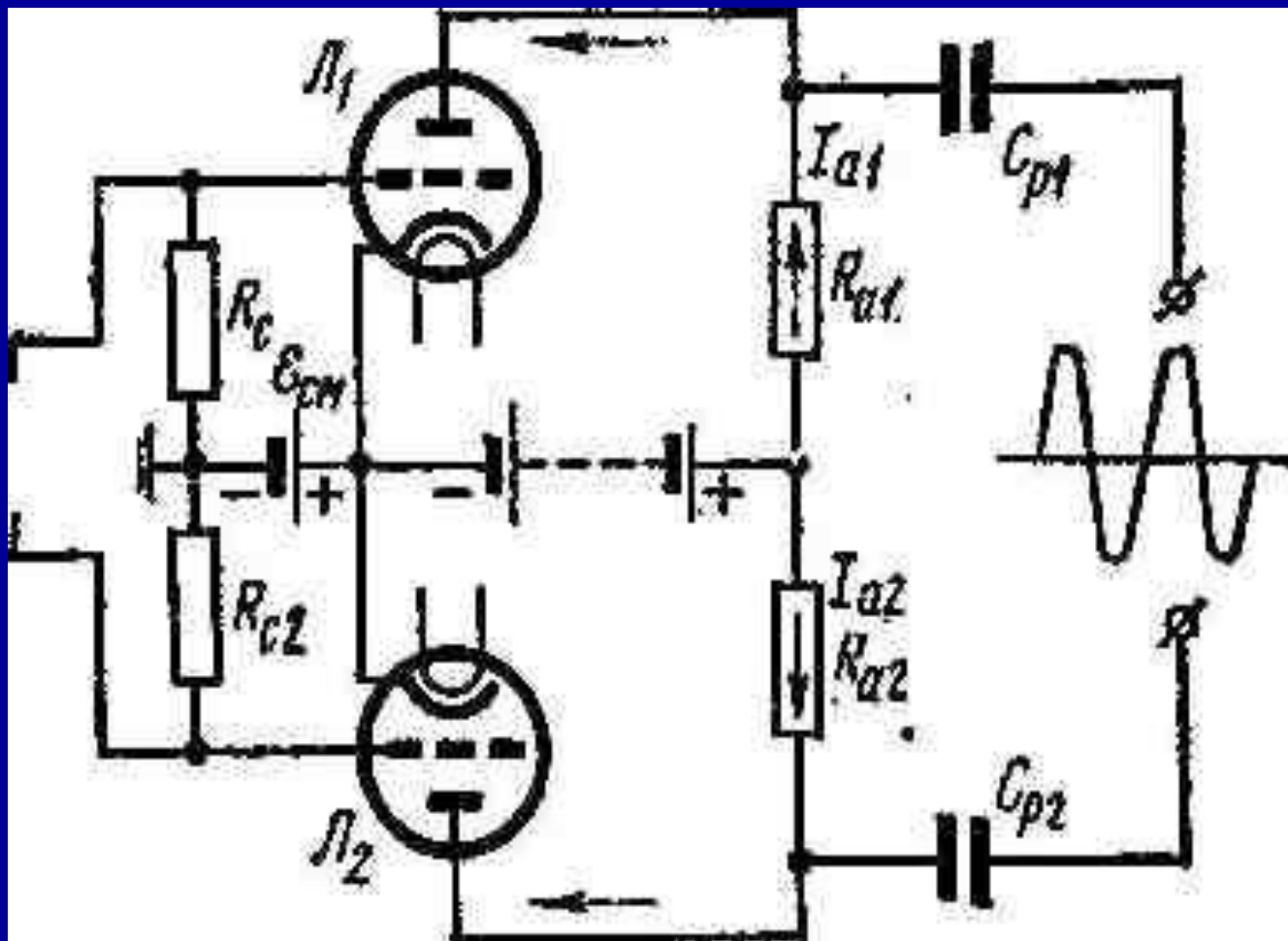
- 1. Мықтылық (төзімділік - прочность)**
- 2. Жылдамдық (тез арада алып тіркеу)**
- 3. Сигналдың бұзылмауы (формасын өзгертпеуі, кедергі жасамауы, яғни параметрлердің тұрақтылығын қамтамасыз ету - искажения)**
- 4. Биологиялық ұлпаны тітіркендірмеуі**

Медицинада
биопотенциалдарды
күшейту үшін арнайы
кернеуді күшейткіштер
қолданылады.

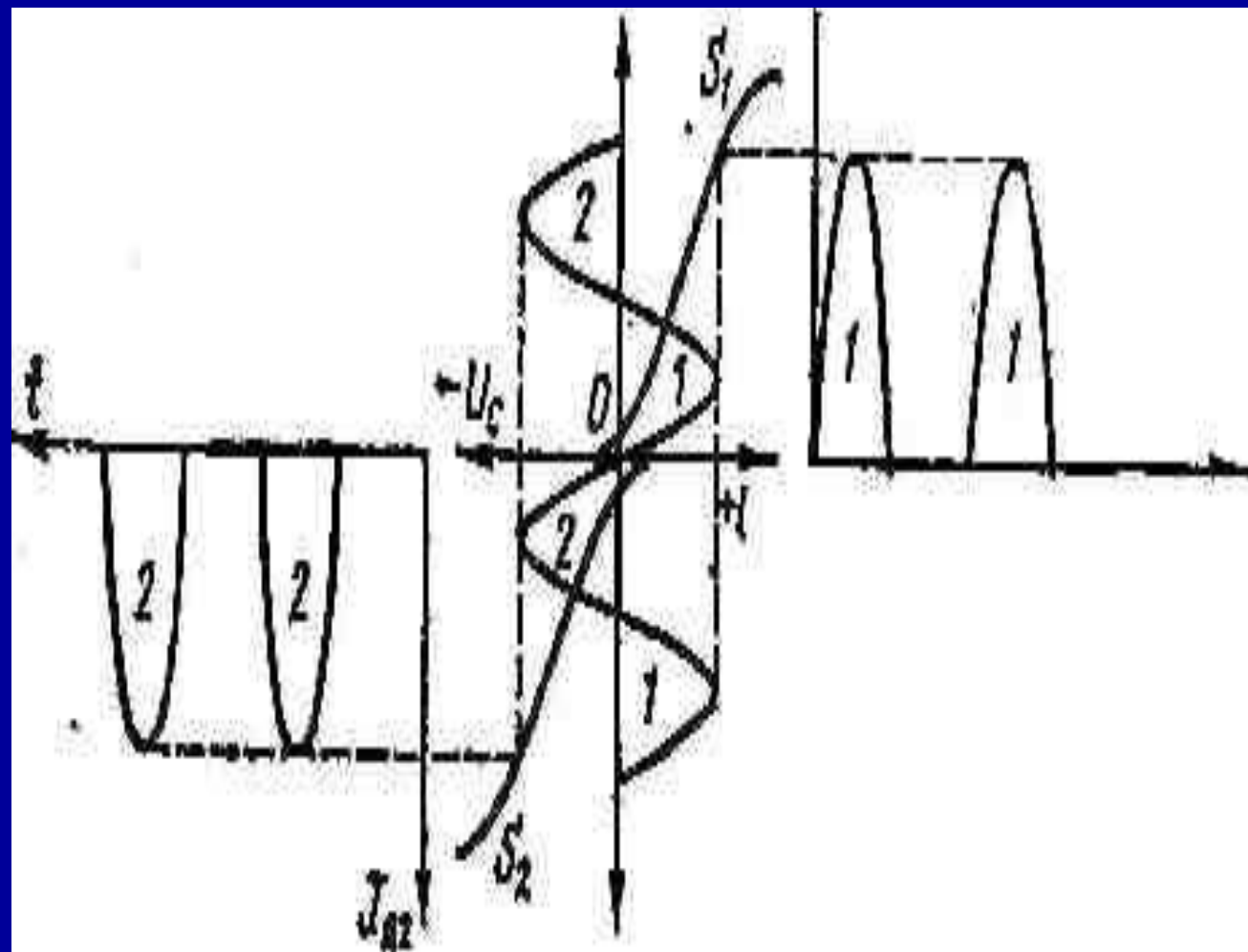


Бір тактілі күшейткіштер

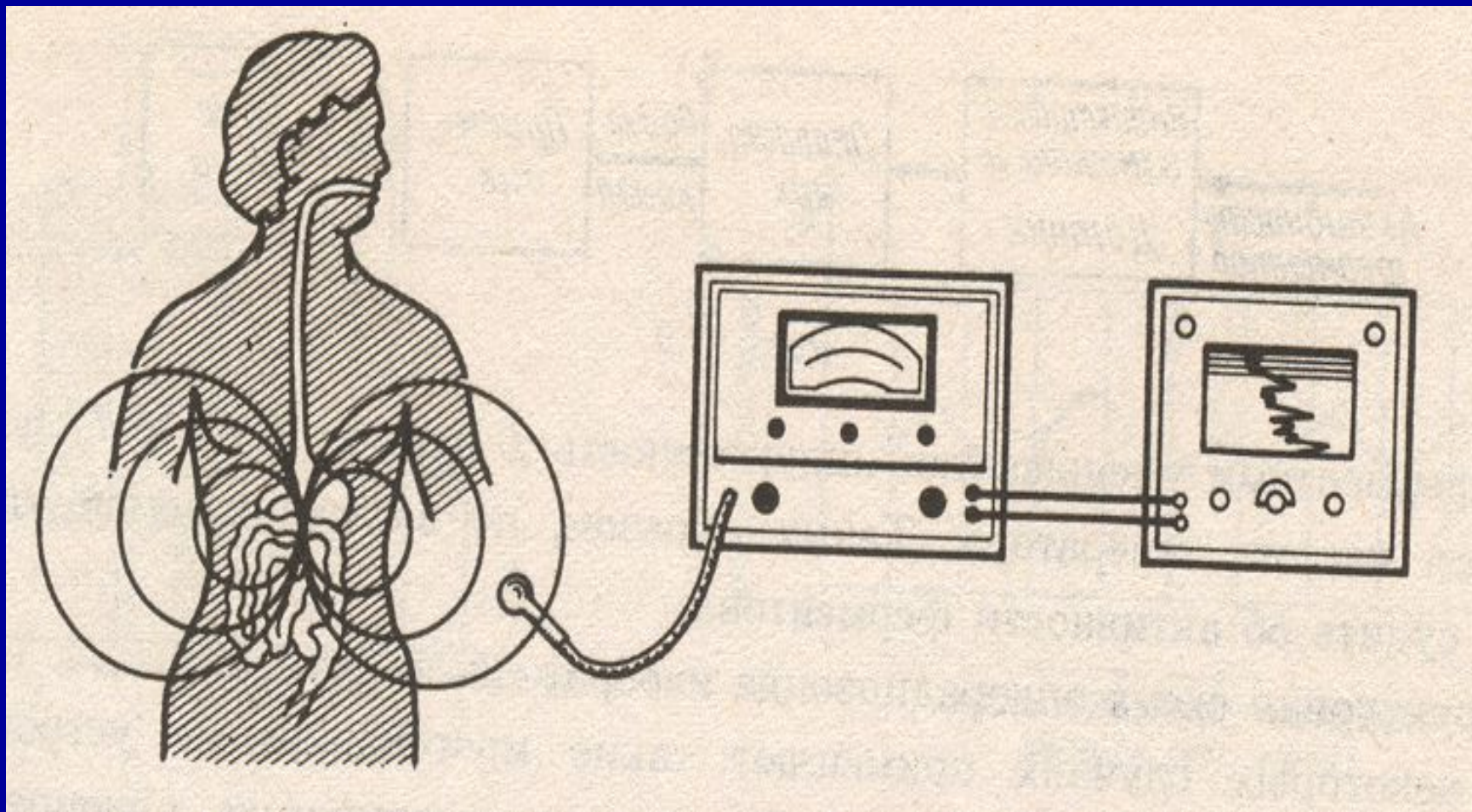




Екі тактілі күшейткіш

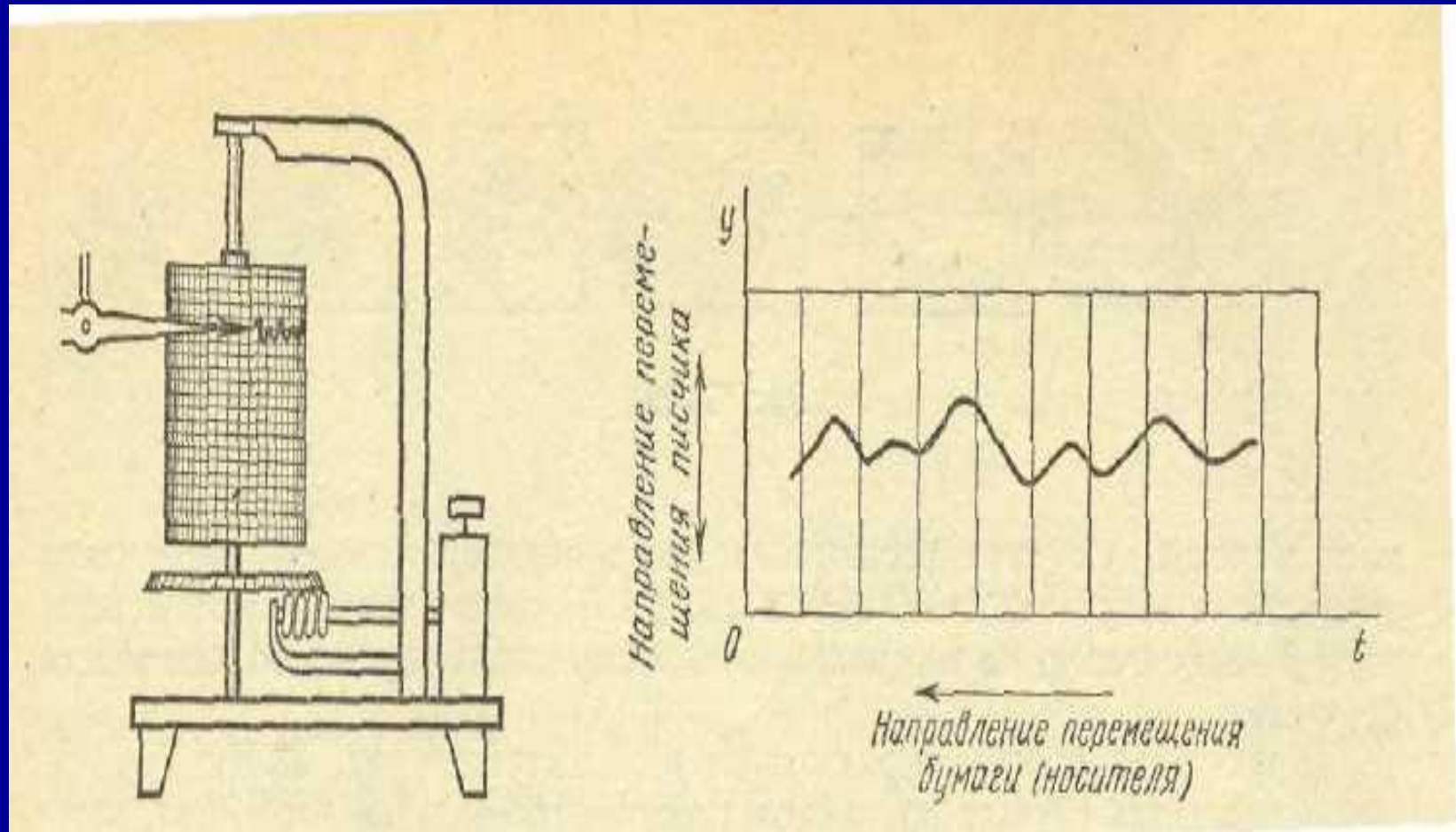


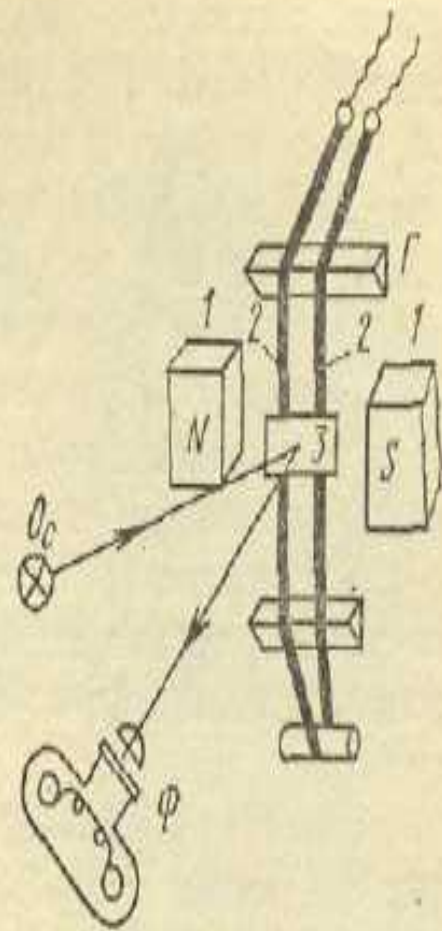
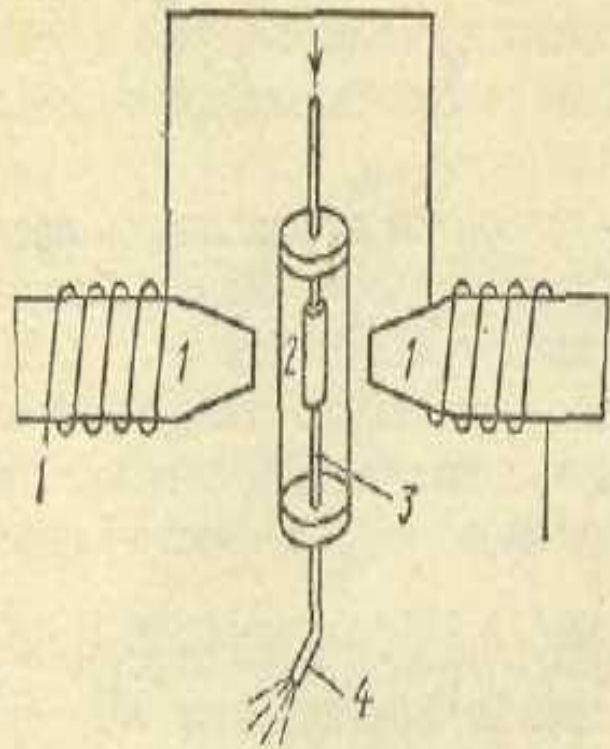
Радиотелеметрия әдісі эндорадиозондтар үшін қолданылады.





Аналогтық тіркеу құрылғылары





Әдебиеттер:

1. Арызханов Биологиялық физика, 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?

*НАЗАРЛАРЫҢЫЗҒА
РАХМЕТ !*