

## *9 дәріс*

*Медициналық құралдар мен  
аппараттардың  
классификациясы.*

*Датчиктердің конструкциясы  
және олардың негізгі  
сипаттамасы*

## ***СҰРАҚТАРЫ:***

- **Өлшеуіш түрлендіргіштерде түрленетін энергияның формалары.**
- **Датчиктердің конструкциясы, олардың негізгі сипаттамалары.**
- **Ағзаның өмір сүруіндегі көріністерін оқып үйренудегі пайдаланылатын техникалық құралдар**

Биологиялық жүйелерде  
энергияның формалары және  
олардың түрленуі *«Тірі ағзалардың  
термодинамикасы»* бөлімінде  
қарастырылады.

# Термодинамиканың негізгі түсініктері

- Термодинамикалық жүйе
- Жүйенің күйі
- Термодинамикалық үрдіс (процесс)
- Ішкі энергия
- Жұмыс. Жылу мөлшері

- **Термодинамикалық жүйе** деп белгілі бір кұбылыстағы қасиеттері қарастырылатын кез-келген дене немесе денелер жиынтығы аталады.
- **Термодинамикалық жүйе: оқшауланған, жабық және ашық.**
- **Жабық жүйе** сыртқы ортамен ешқандай зат алмасу да, энергия алмасу да болмайды.
- **Ашық жүйе** сыртқы ортамен зат алмасу да, энергия алмасу да бола алады.

*Тірі ағза* – ашық жүйе болып табылады

# *Энергия көздері*

- **Тірі ағзаларда – ақуыздар, майлар, көмірсулар**
- **Өсімдіктерде – күн сәулесі (фотосинтез)**

*Медициналық құралдар мен  
аппараттар қолданылу түріне  
қарай:*


- диагностикалық*
- терапевтік*

**болып бөлінеді.**

**Ағзаның өмір сүру барысында  
байқалатын энергияның әр  
түрлі формалары (механикалық,  
химиялық, электрлік және т.б)**

***диагностикалық мақсатта  
өлшегіш түрлендіргіштердің  
көмегімен тіркеледі.***






**Қазіргі медицина жаңа  
электрондық құрылғыларды  
қолдануға негізделінген  
(*медициналық электроника*)**

# *Медициналық электроника*

**Физика, математика, медицина, биология, физиология және басқа да ғылымдардың мәліметтеріне негізделеді, сонымен қатар биологиялық және физиологиялық электрониканы қамтиды.**

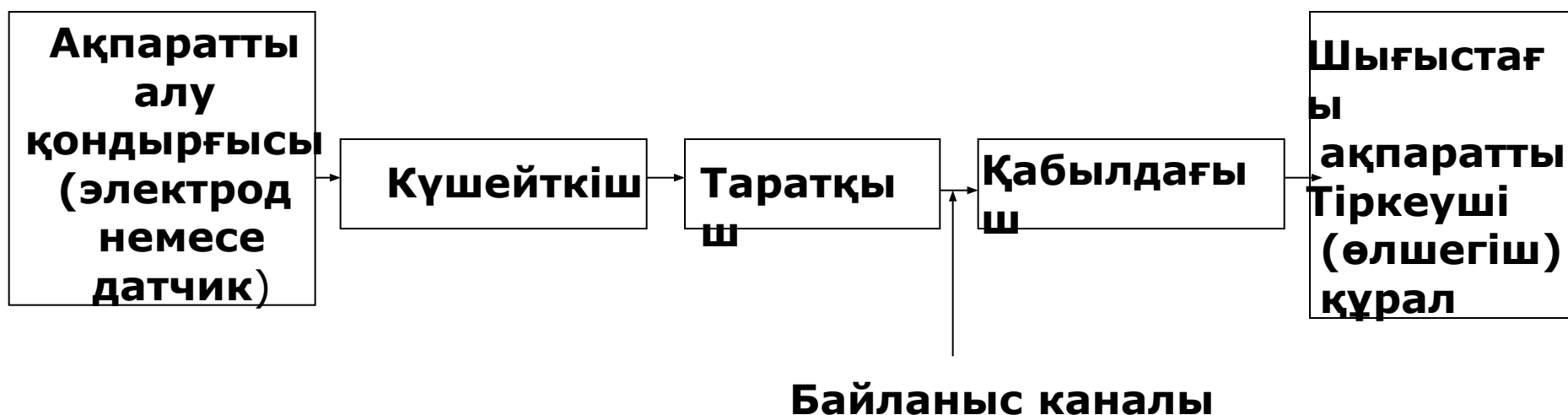
**Медициналық электроника құралдары ақпаратты тіркеу, тасымалдау, өңдеу және оны бейнелеумен қатар адам ағзасына белсенді әсер ету үшін қолданылады (*физиотерапия, электрохирургия және т.б.*).**



**Медико - биологиялық жүйенің күйі мен параметрлері туралы ақпаратты алу және оны тіркеу үшін қолданылатын құрылғының негізгі элементі - ақпаратты алу қондырғысы деп аталады да, ол жүйенің өзімен тікелей байланыста немесе контактіде болатын өлшеу құралының ең сезімтал элементі болып табылады.**




**Медициналық электроника  
құралдарындағы сезімтал элемент  
тікелей электрлік сигналдарды алып  
шығарады немесе ол сигналдарды  
биологиялық жүйенің әсерімен  
өзгерте алады.**

# Медико-биологиялық ақпаратты алу, тасымалдау және тіркеудің жалпы схемасы






**Сигналдарды алу құрылғысы медико -  
биологиялық және физиологиялық  
мазмұнды ақпараттарды  
электрондық құралдар сигналдарына  
түрлендіреді.**



**Өлшеуіш тізбектің ең соңғы элементі  
бақылаушы қабылдай алатын  
формада биологиялық жүйе жайлы  
ақпаратты тіркейтін немесе  
көрсететін өлшегіш құрал болып  
табылады.**





**Медико-биологиялық ақпараттарды алуға арналған құрылымдардың өзін организмде пайда болатын биопотенциалдарды алу үшін қолданылатын электродтар және электрлік емес шамаларды электрлік сигналдарға айналдыратын датчиктер деп бөлуге болады.**

# Медициналық ақпаратты алатын құрылғылар




*Датчиктер*

*Электродтар*

## *Электродтар*


**өлшегіш тізбекті биологиялық  
жүйемен қосатын арнайы  
формалы өткізгіштер.**




**Электродтар негізінен зерттелетін организмдегі нақты электрлік сигналдарды алу үшін, сондай-ақ сыртқы электромагниттік әсерді ағзаға жеткізу үшін де қолданылады.**

## Электродтар мына мақсатта қолданылады:

- Диагностикада
- Емдеу саласында



**Электродтарға қойылатын талаптар:  
ақпараттар (сигналдар) тез тіркелуі  
және түсірілуі керек, электрлік  
параметрдің тұрақтылығы,  
мықтылығы (төзімділігі), кедергі  
жасамауы (сигналдың бұзылмауы),  
биологиялық ұлпаны тітіркендірмеуі  
керек.**



**Биоэлектрлік сигналдарды алу үшін қолданылатын электродтардағы ең негізгі физикалық проблема - әсіресе тері мен электрод арасында пайда болатын кедергіге байланысты пайдалы ақпараттың жойылуын (сигналдың бұзылуын) азайту.**

# Биологиялық жүйеден және электродтан тұратын контурдың эквиваленттік схемасы.

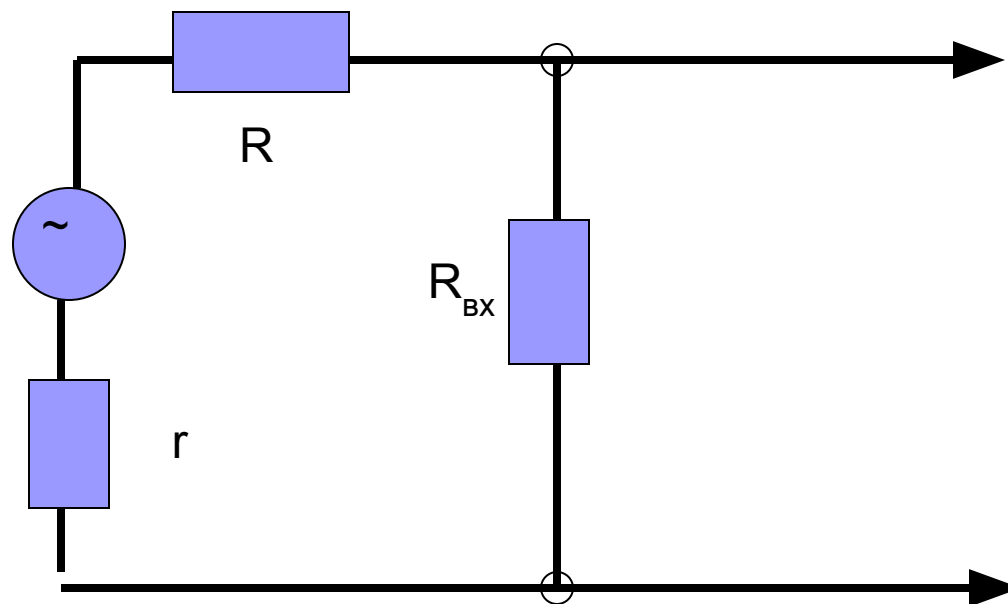


Рис. 2


( $\varepsilon_{\text{бп}}$  – биопотенциалдар көзінің э.қ.к;  
 $r$  – биологиялық жүйенің ішкі ұлпаларының кедергісі;  
 $R$  – тері мен электрод арасындағы кедергі;  
 $R_{\text{вх}}$  – биопотенциалды күшейткіштің кірісіндегі кедергі.



Ом заңына сәйкес:

$$\varepsilon_{\text{бп}} = Ir + IR + IR_{BX} = IR_i + IR_{BX}$$

$$(R_i = r + R)$$

- 
- **Тері мен электрод арасындағы кедергіні азайту үшін физиологиялық ерітіндіге малынған дәке салфеткалар немесе электрөткізгіш пасталар қолданылады.**

## Тері мен электрод арасындағы кедергіні азайтудың жолы:

- Тері мен электрод арасына қойылған дәке (салфетка) физиологиялық ерітіндіге малынуы тиіс
- Арнайы электр өткізгіш пастаны қолдану

# Биоэлектрлік сигналдарды алуға тіркеуге арналған электродтарды төмендегідей топтарға бөлуге болады:

- 1) функционалдық диагностика кабинеттерінде уақытша түрде қолданылатын, мысалы электрокардиограмма түсіру үшін;
- 2) ұзақ уақыт аралығында қолданылатын, мысалы интензивтік терапия бөлімшесінде қатты науқастың күй жағдайын бақылау үшін;
- 3) қозғалыс жағдайындағы адамның күй жағдайын бақылау үшін қолданылатын, мысалы спорттық немесе космостық медицина саласында;
- 4) қауырт жағдайда, мысалы жедел жәрдем көрсетуде.

**Электрофизиологиялық зерттеулерде электродтарды қолданғанда екі спецификалық проблема пайда болады. Оның бірі - биологиялық ұлпамен электродтың байланысуында гальваникалық ЭҚК пайда болуы. Екіншісі - тоқ өткен кездегі электродта реакция нәтижесінен зат бөлінуден білінетін электродтардың электролиттік поляризациясы.**



**Бұл екі жағдайда да пайда болатын  
ЭҚК электродтар арқылы алынатын  
биоэлектрлік сигналды бұзады.**

# Датчик

**өлшенетін шаманы тіркеуге және тасымалдауға ыңғайлы сигналға айналдыратын құрал.**

*Датчиктер* дегеніміз сыртқы жағдайлардың әсерінен өзінің электрлік параметрін (кедергісін, сиымдылығын, индуктивтілігін) өзгертіп, соның салдарынан тізбектегі тоқ күші мен кернеудің өзгеруіне әкеліп соғатын информацияны немесе өлшенетін шаманы тіркеуге және тасымалдауға ыңғайлы сигналға айналдыратын құрал.



*Датчиктер биологиялық жүйе  
рецепторларының техникалық  
аналогы тәріздес*

# Электр емес шамаларды электр әдісімен өлшеу негізінен 3 бөлімнен тұрады

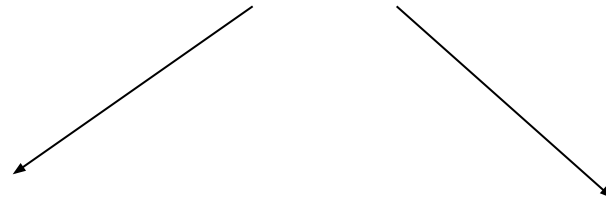
- Датчиктің көмегімен электр емес шамалар электрлік шамаларға түрленеді
- Электр сигналын одан әрі күшейтеді
- Күшейтілген электр сигналы тіркегіш қондырғыға беріледі.

Кіретін шама мен шығатын шама арасындағы сызықтық байланыс

Кіріс сигналдарын түрлендіру сипаттамасына қарай датчиктер *биологиялық жүйелерде қолданылатын* және *энергетикалық* болып екі топқа бөлінеді.

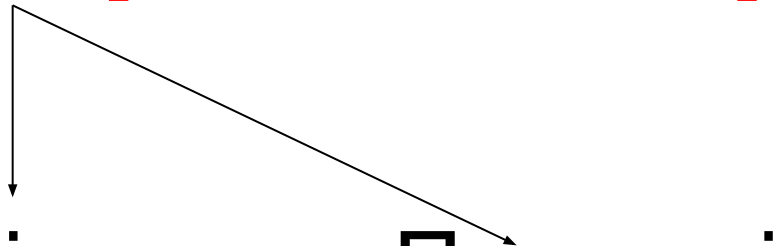
МБ ақпарат әсерінен параметрлерін тікелей өзгертетін биологиялық жүйелерде қолданылатын датчиктер *активті* (генераторлық) және *пассивті* (параметрлік) болып бөлінеді.

# Датчиктер



**Биобасқарылатын**

**Энергетикалық**




**Активті**

**Пассивті**

**Датчиктер генераторлық және параметрлік болып бөлінеді:**

*Генераторлық датчиктер* – өлшенетін сигналдардың әсерінен тікелей кернеу немесе тоқ өндіретін (генерациялайтын) датчиктер. Мысалы:

- 1) *пьезоэлектрлік*
- 2) *термоэлектрлік*
- 3) *индукциялық*
- 4) *фотоэлектрлік*



***Параметрлік датчиктер –  
өлшенетін сигналдардың әсерінен  
белгілі бір параметр шамасы  
өзгертін датчиктер . Мысалы :***

- 1) сиымдылық**
- 2) реостаттық**
- 3) индуктивтік**

## **Ақпаратты тасымалдаушы энергия түріне байланысты:**

- **Механикалық**
  - **Акустикалық (дыбыстық)**
  - **Температуралық**
  - **Оптикалық**
- т.б. болып бөлінеді.**

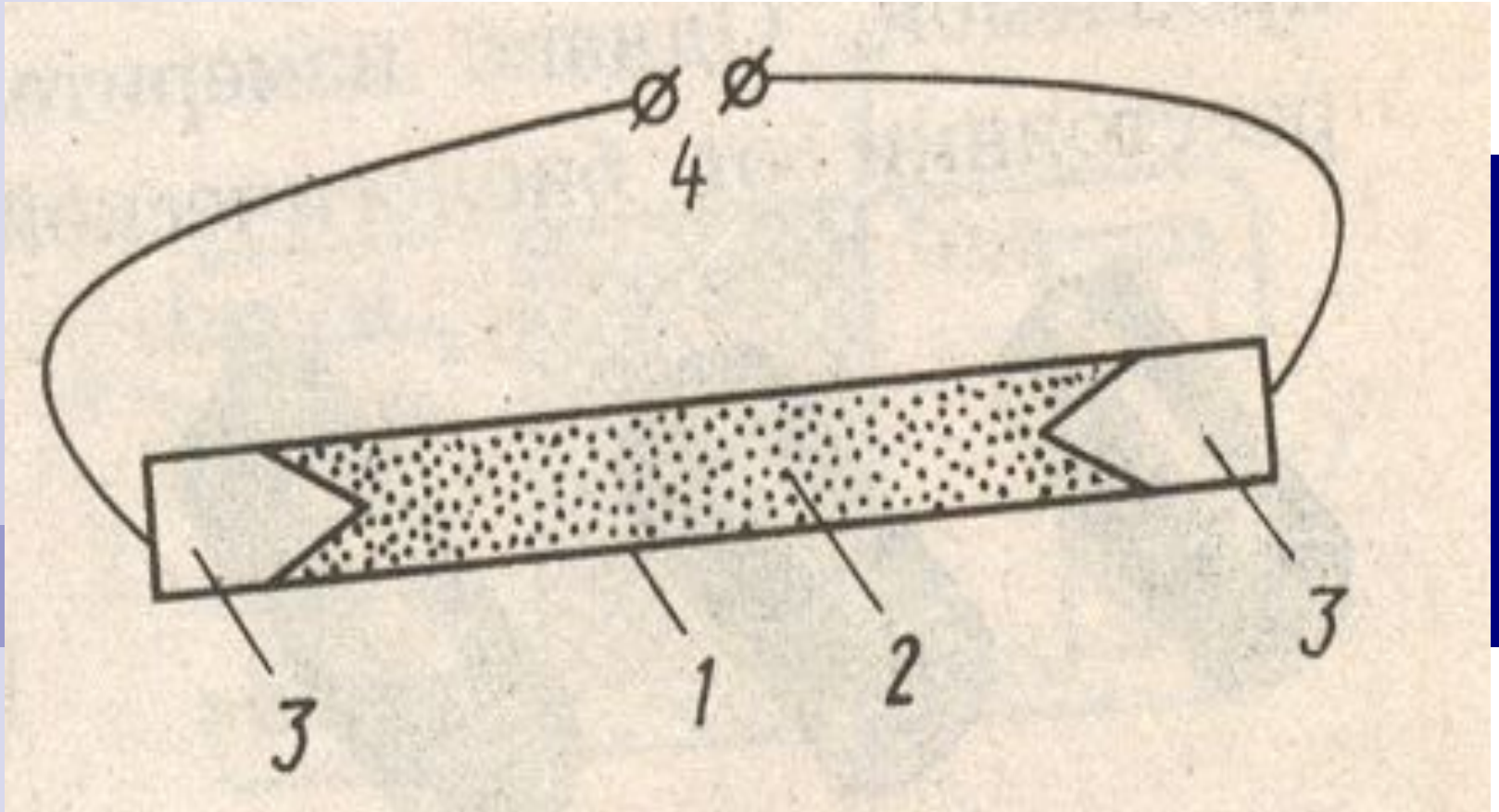


**Өлшенетін шамаға байланысты датчиктерді:**

- **Қысымдық**
  - **Тензометрлік**
- т.б. деп те бөледі**



# Реостаттық датчик



1-бұл резиналы түтік түрінде болып келген датчик, 2 - ұсақ көміртегі ұнтағымен толтырылған, 3- екі ұшына жалғанған электродтар, 4- ток көзі

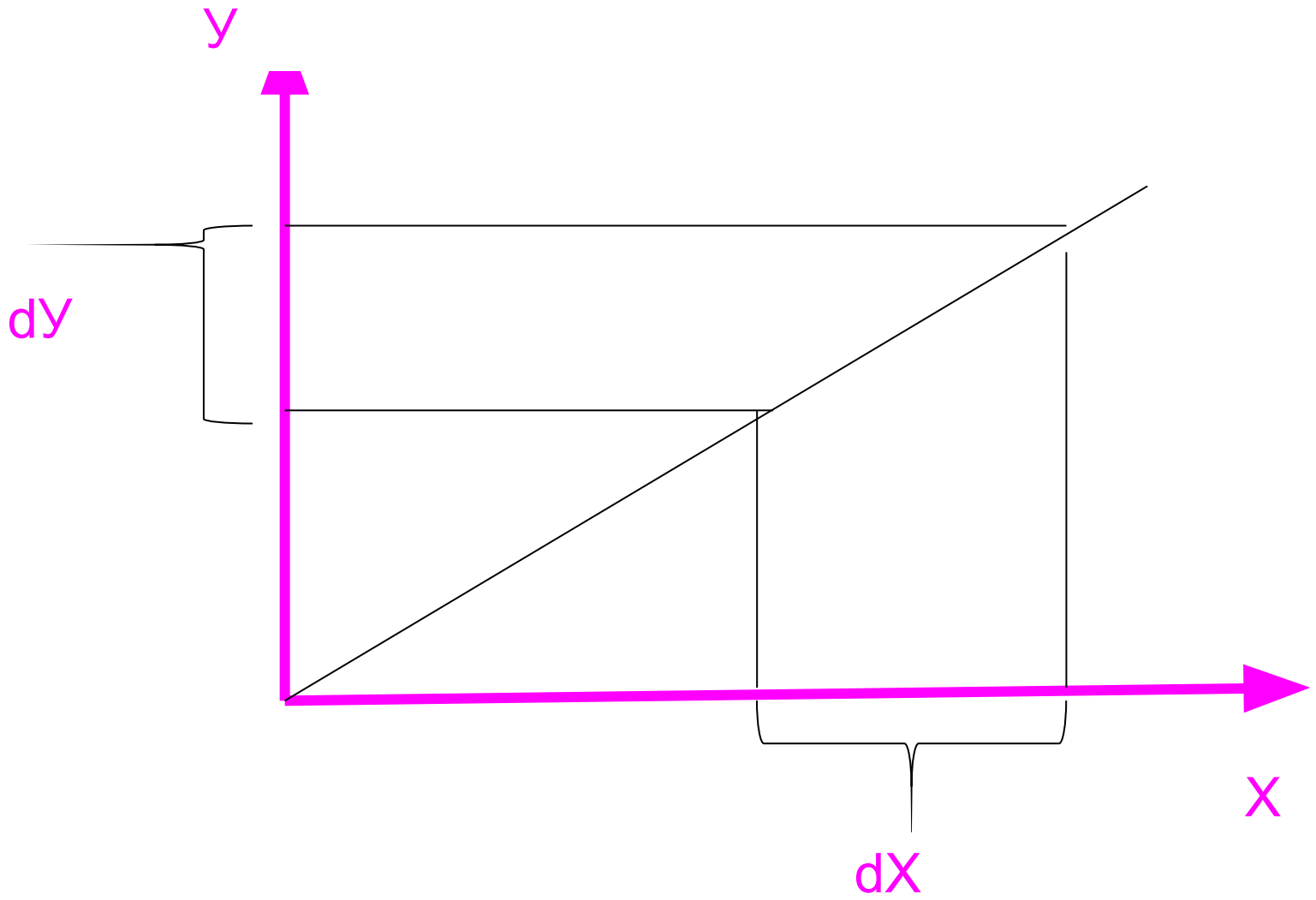
**Егер түтікті созсақ онда, түтікшенің  
ұзындығы ұлғаяды және түтік  
бойынша көміртегінің ағысы  
төмендегі формулаға сәйкес кемиді**

$$R = \rho \frac{l}{S}$$

- Датчик сезімталдығы шығыстағы шаманың өзгеруі кірістегі шаманың өзгеруіне қалай байланысты болатындығын көрсетеді;

- $z = \Delta y / \Delta x.$

- Датчик түріне байланысты оның өлшем бірлігі *Ом/мм, (мВ/К)* және т.б. болады



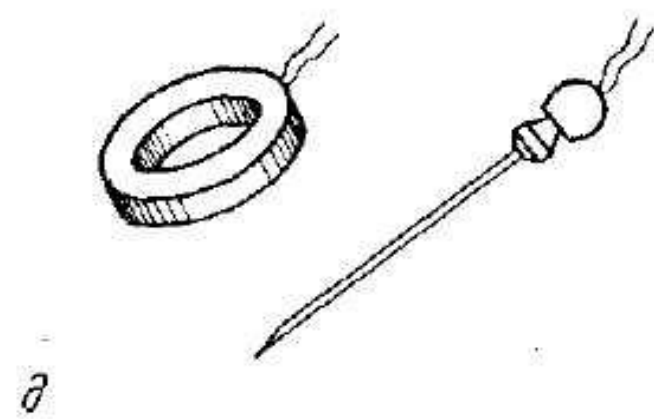
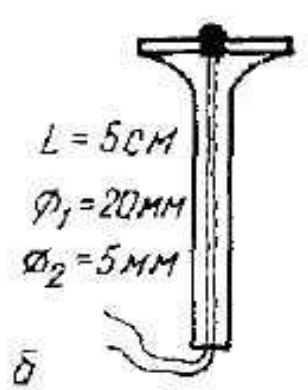
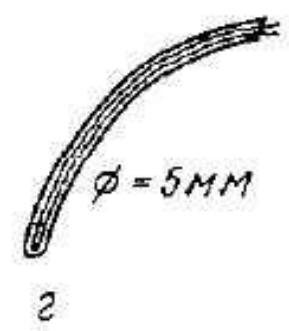
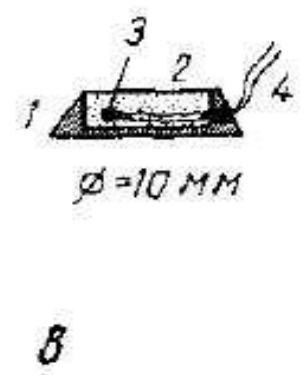
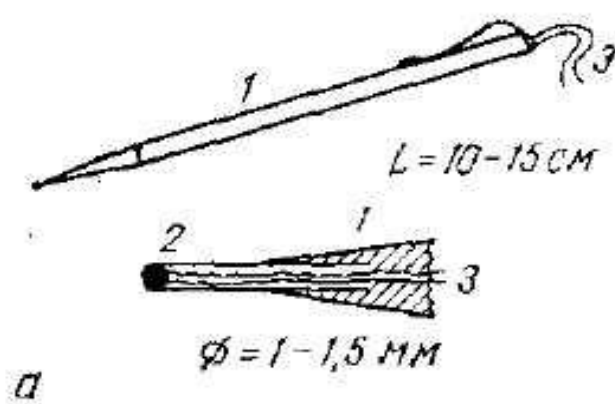
- Датчиктер— шығыстағы шама  $(y)$  мен кірістегі шаманың  $(x)$  арасындағы функционалдық тәуелділікті анықтайтын  $y = f(x)$  түрлендіру функциясымен сипатталынады.

**Датчиктермен жұмыс істегенде оларға тән бұзылуларды ескеру қажет. Оның себебі мыналар болуы мүмкін:**

- 1) түрлендіруші функцияның температураға тәуелділігі;**
- 2) гистерезис – датчиктегі қайтпайтын процесстердің нәтижесінде болатын, өте баяу өзгергеннің өзінде «у»–тің «х» – тен кешігуі ;**
- 3) түрлендіру функциясының уақыт бойынша тұрақсыздығы;**
- 4) датчиктің биологиялық жүйеге қайта әсер етуі;**
- 5) датчиктің инерттілігі,**

Датчик	механика	акустика	оптика	температура
пьезоэлектрлік	АҚ	ФКГ	-	-
термоэлектрлік	-	-	-	Т
Индукциялық	БКГ	ФКГ	-	-
Фотоэлектрлік	-	-	ОГГ	-
Сыйымдықты	ФКГ	-	-	-
реостатты	АҚ, БКГ	-	-	Т
индуктивті	АҚҚ	-	-	-

**АҚ-қанның артериялық қысымы, БКГ-баллистокардиограмма, ФКГ-фонокардиограмма, ОГГ-оксигемография, АҚҚ – асқазан ішек жұмысының қысым**





**а - дене бетіндегі температураны өлшеуге арналған датчиктер:**

**1-корпус; 2-термистор; 3-термистордің шығысы;**

**б- биологиялық және медициналық кибернетикалық датчик.**

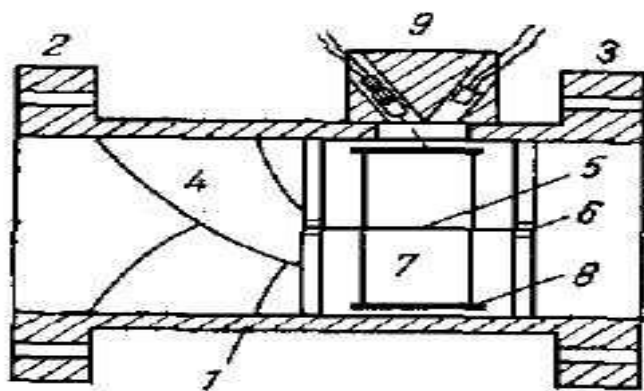
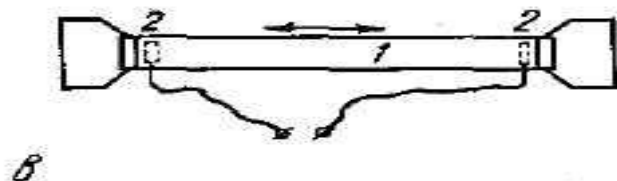
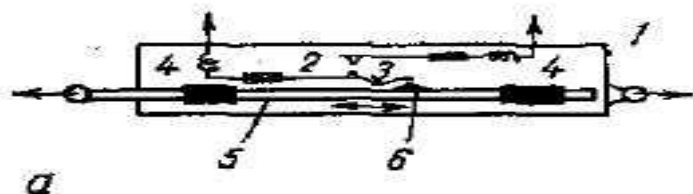
**в - ұзақ бақылауға арналған беттік датчиктер:**

**1- корпус, 2 - компаунд; 3 - термистор; 4 - термистордің шығысы;**

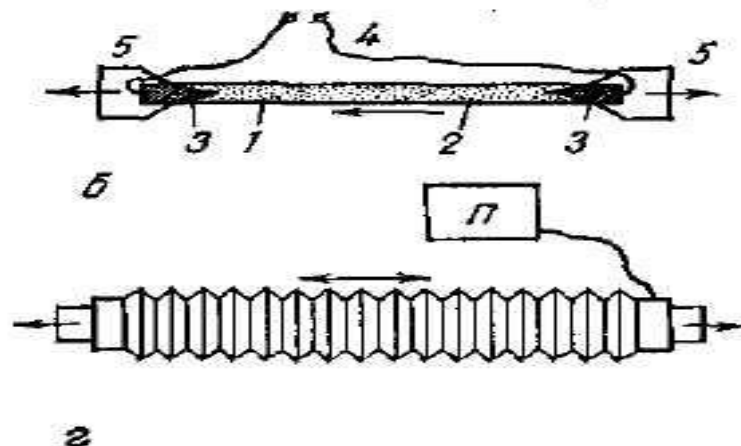
**г — ректальды температураны өлшеуге арналған датчиктер.**

**д — термоэлектрлік датчик**

# Тыныс алу параметрлері датчиктерінің схемасы.



а



б

***a* — байланыс датчигі:**

***1* — негізгі; *2, 3* — контактілі пластиналар,  
*4* — басқарушы;**

***б* — көмірі бар датчик:**

***1* — резиналық түтік; *2* — көміртегі ұнтағы; *3* -  
электродтар; *4* — өткізгіштер; *5* — бекіну;**

***в* — резиналы датчиктер: *1* — резина; *2* —  
электродтар;**

***г* — пневматикалық датчик;**

***д* — турбиндік датчик:**

***1* — цилиндрлік корпус; *2, 3* — бекіту; *4* —  
басқарушылар, *5* — ось; *6* ~ подшипниктер; *7* —  
айналатын пластинка; *8* — шағылдырушы  
жазықтықтар; *9* — фотодатчик.**

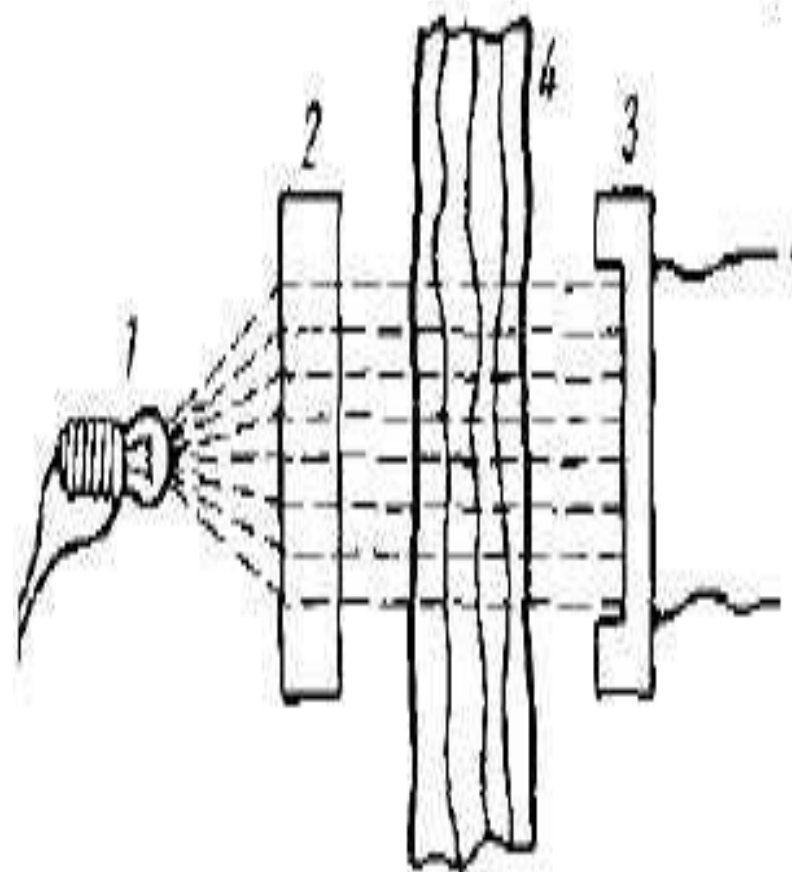
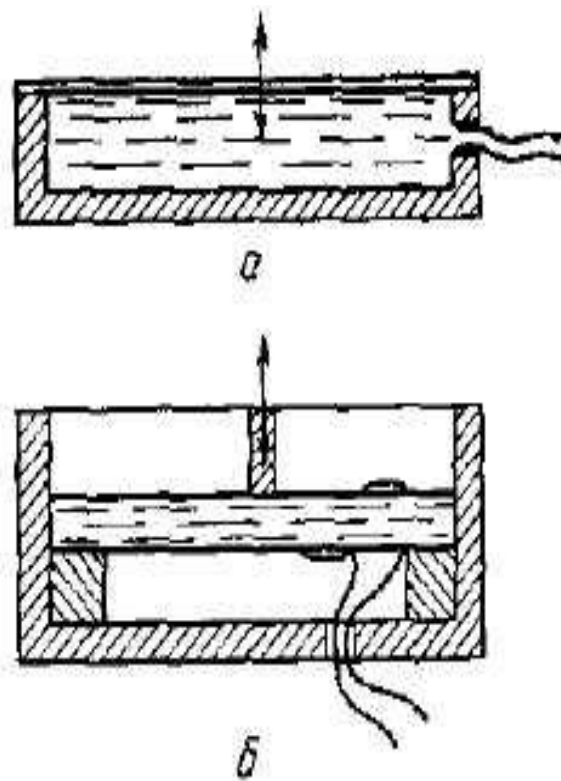


Рис. 6. Датчик для фотометрического измерения содержания оксигемоглобина в периферической артериальной крови.

1 — лампа подсветки; 2 — светофильтр;  
3 — фотосопротивление; 4 — исследуемая ткань.

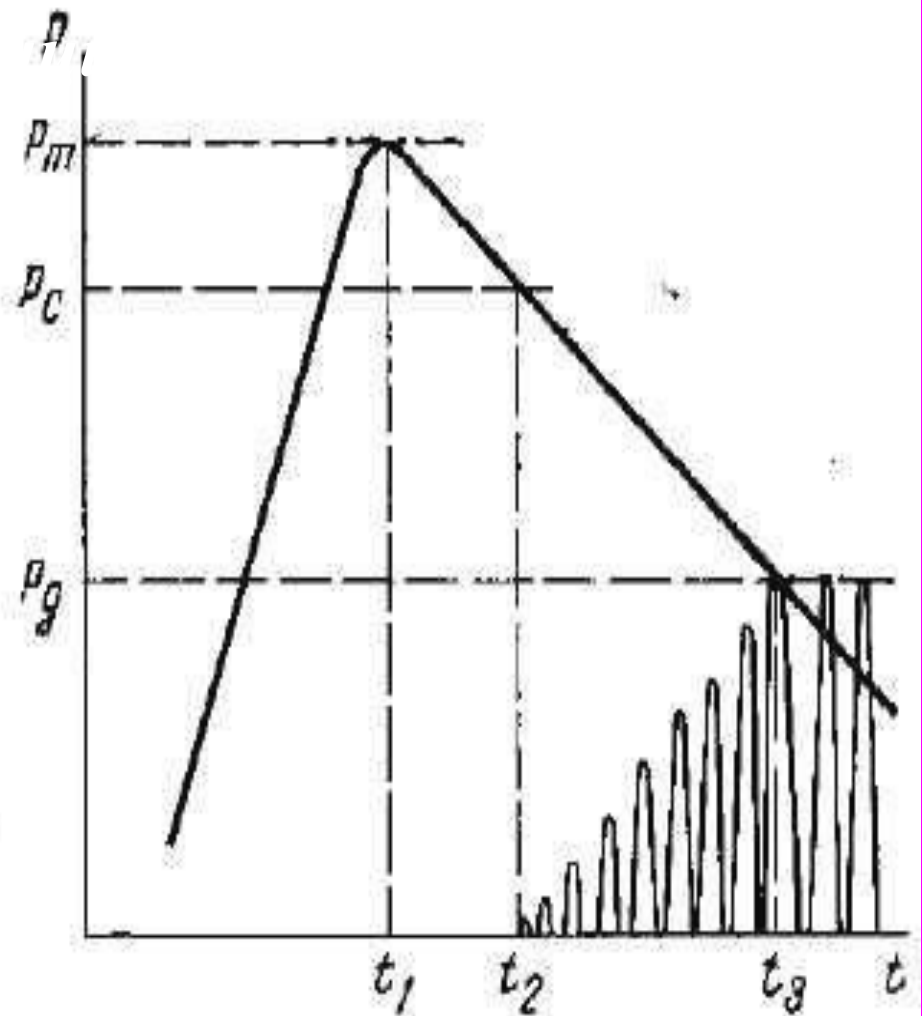
# Қан тамырлар жүйесі параметрлерінің датчиктері

Рис. 7. Схемы пьезоэлектрических датчиков артериального пульса.  
а — пьезоэлемент, работающий на сжатие; б — пьезоэлемент, работающий на изгиб.



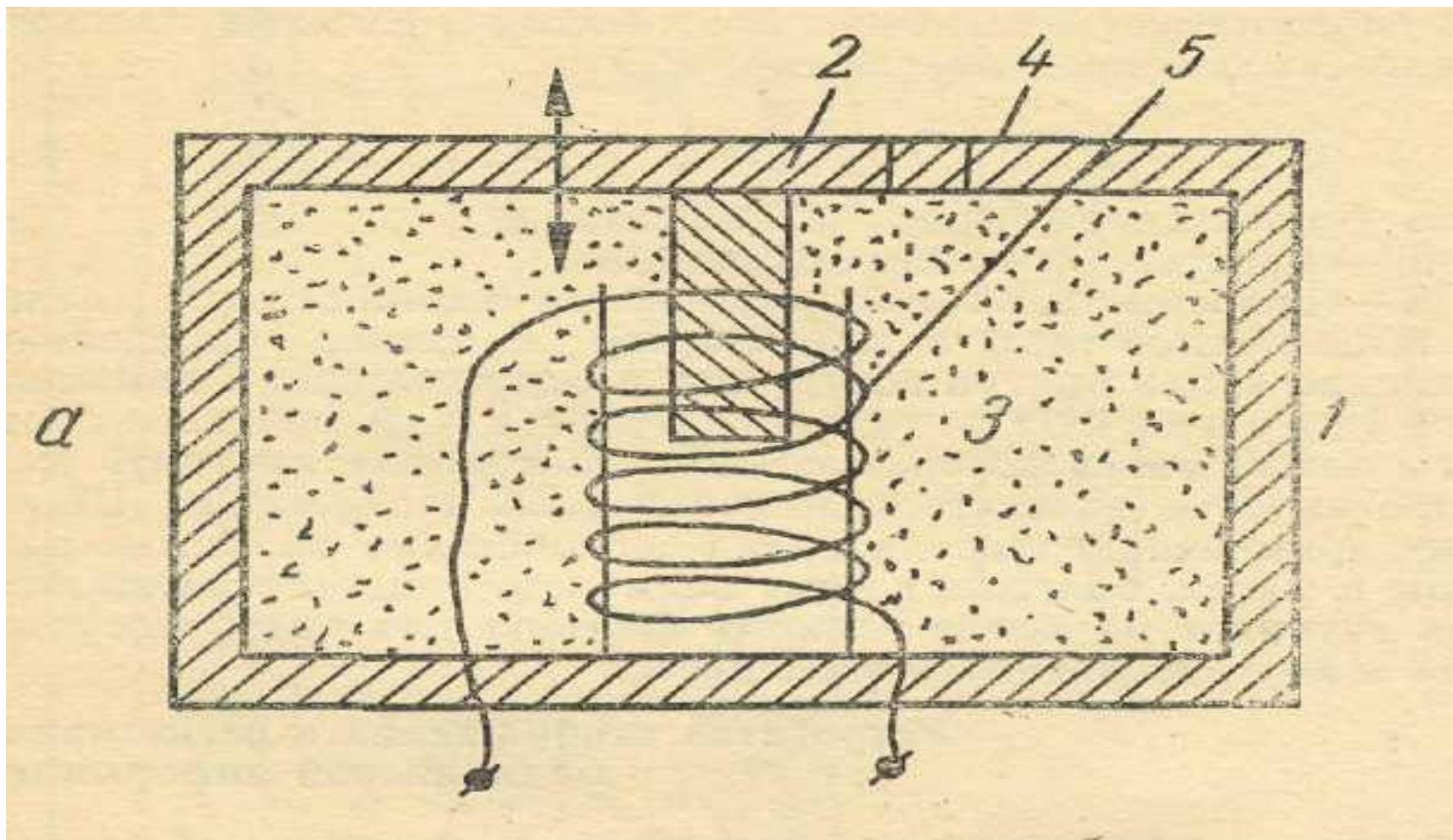
Артериальды пульстің пьезоэлектрлік датчиктер схемасы

Рис. 9. Принцип измерения  
кровяного давления с по-  
мощью фотодатчика.





*Қысымды тіркеуге арналған индуктивті және сыйымдылықты датчиктер схемасы*



**Радиотелеметрия ас қорыту жүйесін  
эндорадиозонд әдісімен тексеруде  
қолданылады. Науқастың жанына  
орналастырылған тіркеуші  
құралдың жиілігінің өзгеруіне  
байланысты қан қысымын, қышқыл  
және сілті көрсеткіштерінің деңгейін,  
температурасын және басқа да  
параметрлерді өлшеуге болады.**



# *Әдебиеттер:*

- 1. Арызханов Б. “Биологиялық физика”**
- 2. Тиманюк В.А., Животова Е.Н. “Биофизика”, 2004г.**
- 3. Жуковский В.Д. “Медицинские электронные системы”**
- 4. Ливенцев Н.М. «Курс физики»**

## ***Бақылау сұрақтары:***

- 1.** Өлшеуіш түрлендіргіштерде түрленетін энергияның формалары қандай?
- 2.** Датчиктердің конструкциялары қандай?
- 3.** Датчиктер классификациясы, сипаттамалары және олардың қателіктері
- 4.** Датчиктердің негізгі сипаттамалары қандай?



*НАЗАРЛАРЫҢЫЗҒА  
РАХМЕТ !*