

**Предмет
медицинской
аппаратуры. Техника
безопасности.
Метрология.**

МЕДИЦИНСКАЯ ТЕХНИКА

Медицинское
оборудование

Медицинская
аппаратура

Медицинские
инструменты


По виду
используемой
энергии

Электромедицинская
аппаратура

Механическая
медицинская
аппаратура

**Медицинская аппаратура –
это все типы приборов,
аппаратов и систем,
используемых в клинической
медицине и медицинских
исследованиях.**

Классификация медицинской аппаратуры



ДИАГНОСТИЧЕСКИЕ ПРИБОРЫ – для регистрации и анализа медико-биологических показателей и физиологических процессов.

ТЕРАПЕВТИЧЕСКИЕ АППАРАТЫ – для воздействия электрическим током , электромагнитным полем, УЗ, лазерным излучением и т.д.

ХИРУРГИЧЕСКАЯ ТЕХНИКА – лазерный и ультразвуковой «скальпель», технические средства микрохирургии .

ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА РЕАБИЛИТАЦИИ – искусственные органы, имплантированные биостимуляторы.

ПРИБОРЫ ДЛЯ ЛАБОРАТОРНОГО АНАЛИЗА – анализаторы биопроб (физико-химические, атомно-физические) для иммунологических исследований, аналитическая аппаратура.

Медицинская аппаратура

```
graph TD; A[Медицинская аппаратура] --> B[Медицинский прибор]; A --> C[Медицинский аппарат];
```

Медицинский прибор – это техническое устройство предназначенное для диагностических или лечебных измерений (электрокардиограф, сфигмоманометр, томограф и др.)

Медицинский аппарат – это техническое устройство, дозированного терапевтического энергетического воздействия или разрушительного действия (УВЧ, УЗ-терапии, электрический скальпель и др.)

Применение медицинской аппаратуры повышает эффективность диагностики и терапии, увеличивает производительность труда медицинского персонала.

Электроника – область науки и техники, изучающая взаимодействие электронов с электрическими и магнитными полями, а также устройства на основе этого взаимодействия (полупроводниковые, электровакуумные и др.).

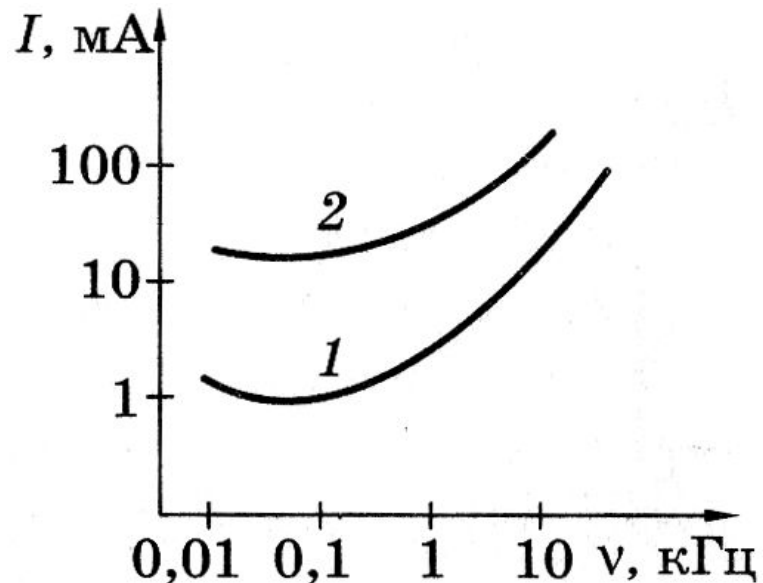
Медицинская электроника – разделы электроники и аппаратура, используемые для решения медико-биологических задач. Развитие медицинской электроники стало основой создания новых высокотехнологичных диагностических и терапевтических методов (МРТ, РКТ и др.)

Неотпускающий ток

Порог неотпускающего тока – это минимальное значение тока, при котором происходит сокращение мышц до такой степени, что человек не может самостоятельно расслабить их – 15 мА.

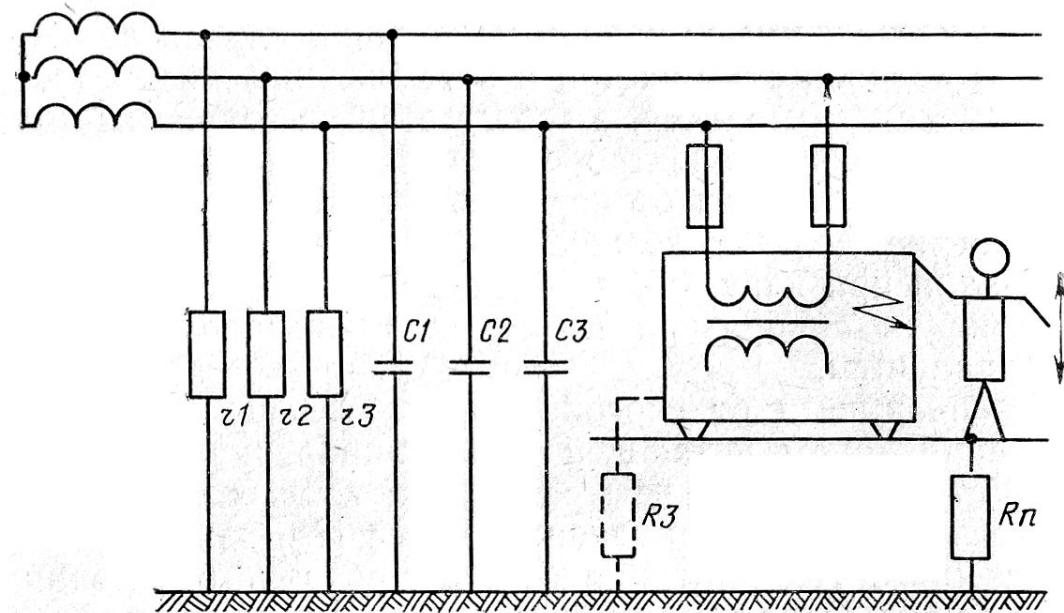
Опасен ток – 50 мА.

Зависимость средних значений порога осязаемого (1) и неотпускающего (2) токов от частоты представлена на графике:

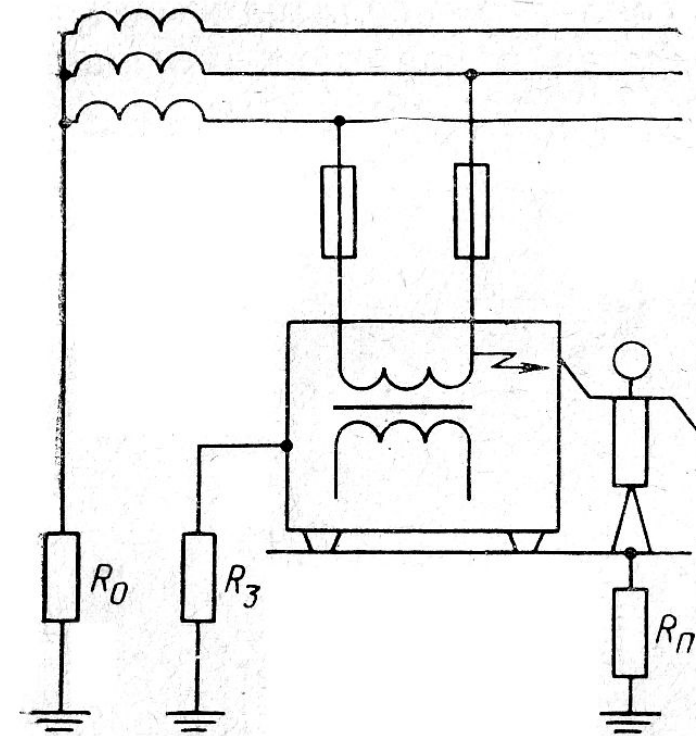


Защитное заземление

Защитное заземление – это электрическое соединение металлического корпуса прибора с землей. Сопротивление заземление не более 4 Ом, подсоединено параллельно сопротивлению тела человека.



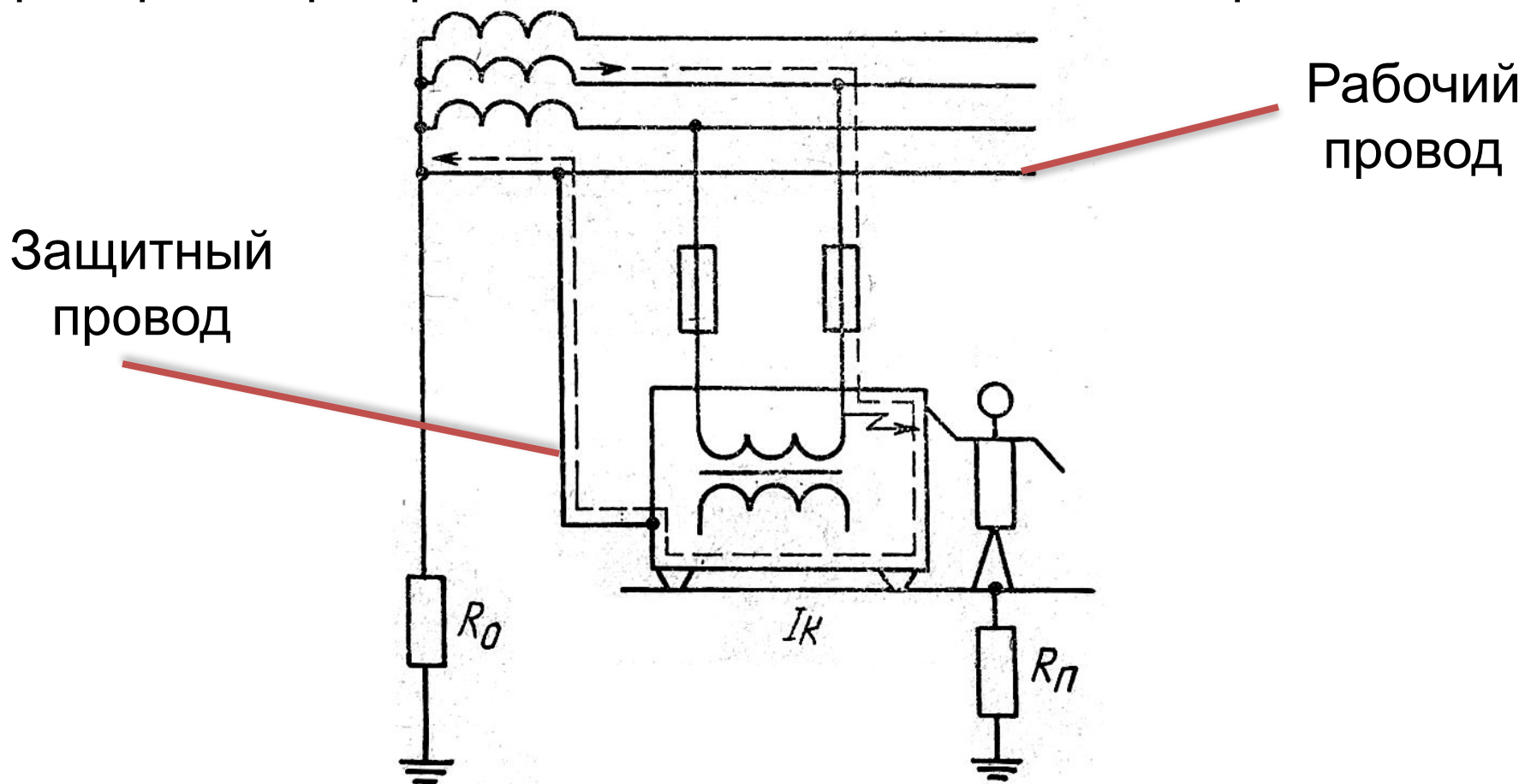
Замыкание на корпус в трёхфазной изолированной от земли сети.



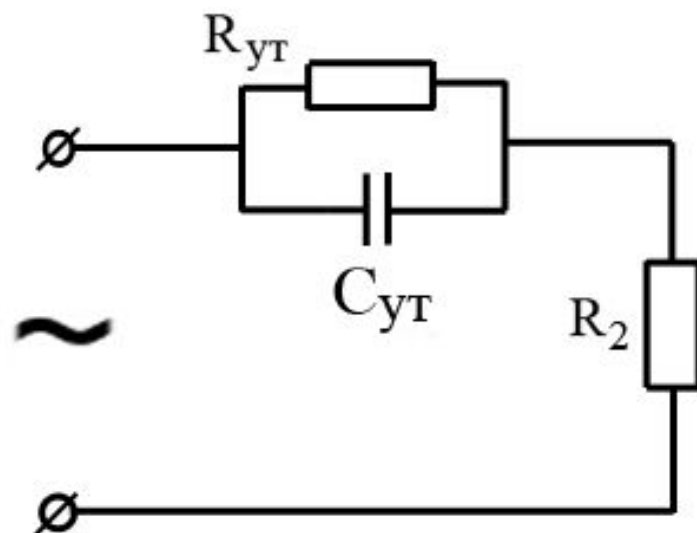
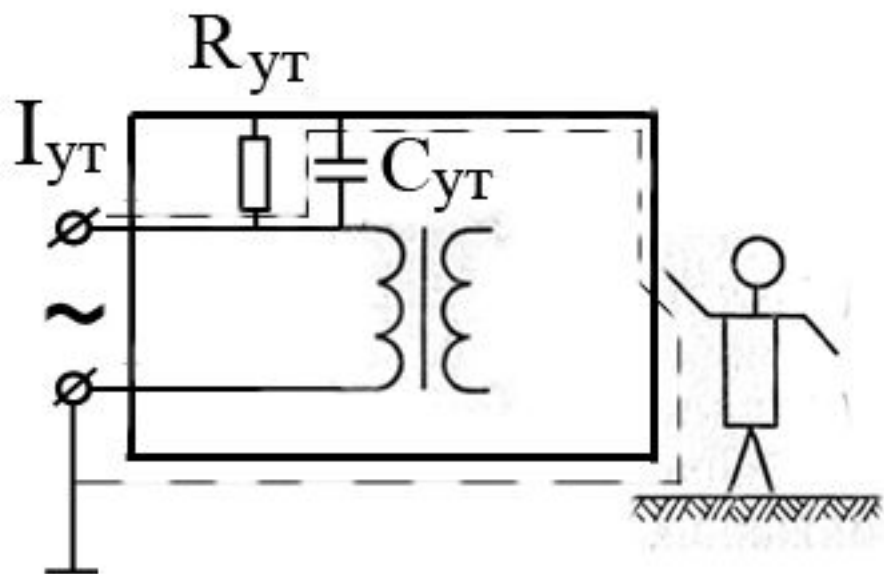
Защитное заземление в трёхфазной сети с глухозаземлённой нейтралью

Зануление

Зануление – это электрическое соединение корпуса прибора (металлического) с нулевым проводом сети. Защитное зануление применяется при подключении приборов к трехфазной сети с заземленной нейтралью.



Защита электрически уязвимого пациента



Надёжность медицинской аппаратуры

Надёжность медицинской аппаратуры – это способность прибора не отказывать в работе в заданных условиях эксплуатации сохранять свою работоспособность в течение заданного интервала времени.

Количественная оценка надёжности – это вероятность безотказной работы $P(t)$:

$$P(t) = N(t) / N_0$$

Где $N(t)$ – число приборов, работающих время t ;
 N_0 – общее число испытывавшихся изделий.

Классы аппаратуры

Классы аппаратуры, в зависимости от возможных последствий отказа в процессе эксплуатации:

Класс А: $P(t) \geq 0,99$ – отказ приборов грозит жизни пациента или персонала.

Класс В: $P(t) \geq 0,8$ – отказ приборов вызывает искажение информации о состоянии здоровья организма. Например, системы, следящие за больными, аппараты для стимуляции сердечной деятельности.

Интенсивность отказов:

$$\lambda = - \frac{dN}{Ndt}$$

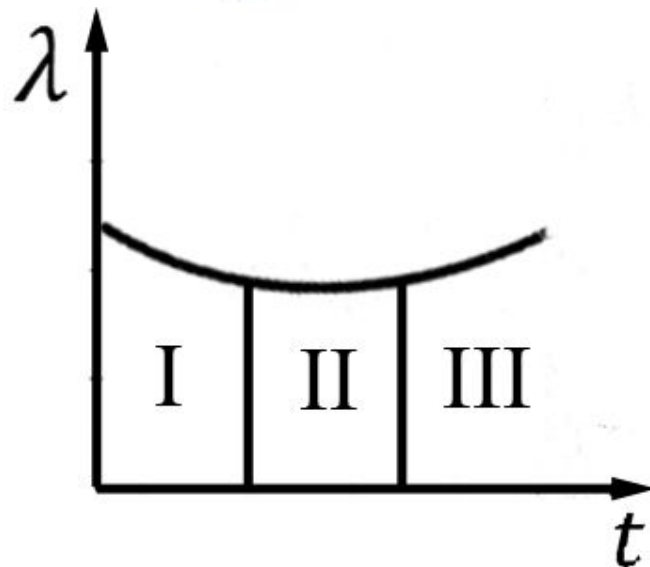
dN – число отказов;

dt – время.

При $\lambda = \text{const}$

$$\frac{dN}{N} = -\lambda dt \quad \Rightarrow \quad \int_{N_0}^N \frac{dN}{N} = -\lambda \int_0^t dt$$

$$\ln \frac{N}{N_0} = -\lambda t; \quad \frac{N}{N_0} = e^{-\lambda t}; \quad P(t) = e^{-\lambda t}.$$



Обеспечение качества медицинской аппаратуры



Метрология —
учение об
измерениях,
способах
обеспечения их
единства и путях
приобретения
нужной точности.

Стандартизация —
разработка
требований, норм и
правил,
гарантирующих
право потребителя
на товар или услугу
должного качества, а
также право на
безопасность труда.

Сертификация
— установление
сертифицирующи
ми органами
соответствия
продукции, услуги
или процесса
определенному
стандарту или
нормативному
документу.

Организации, осуществляющие международную стандартизацию

```
graph TD; A[Организации, осуществляющие международную стандартизацию] --> B[Международная организация по стандартизации (МОС)]; A --> C[Международная электротехническая комиссия (МЭК)]; A --> D[Международный союз электросвязи (МСЭ)];
```

Международная организация по стандартизации (МОС)

Международная электротехническая комиссия (МЭК)

Международный союз электросвязи (МСЭ)

В международной стандартизации особое внимание при разработке стандартов на продукцию уделяется формированию единых способов испытаний продукции, требований к маркировке.

Аксиомы метрологии

1. Любое измерение есть сравнение.

2. Любое измерение без априорной информации невозможно.

3. Результат любого измерения без округления

3. Результат любого измерения без округления значения

Термины метрологии

Физическая величина – одно из свойств физической системы, процесса или явления, общее в качественном отношении, но в количественном отношении индивидуальное для каждого из них.

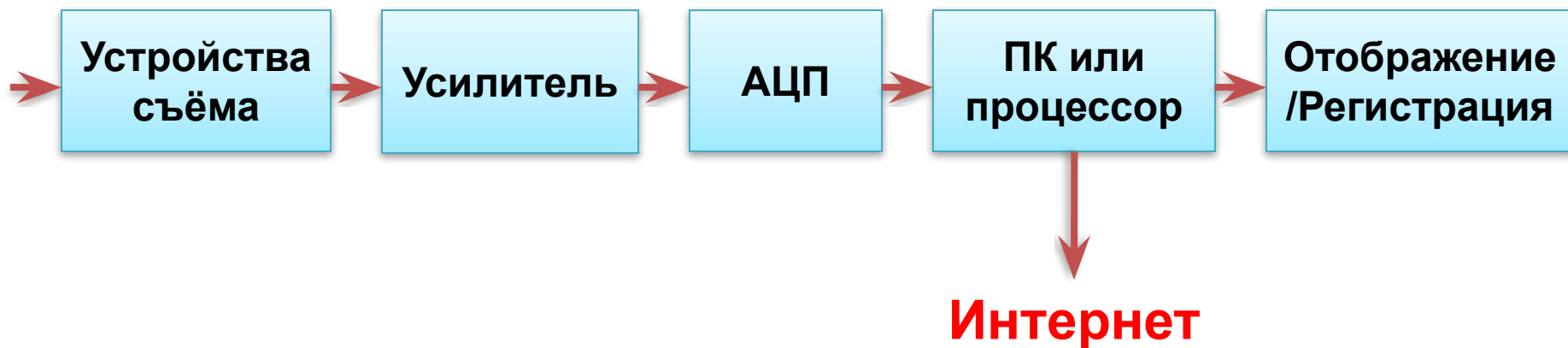
Измерение – нахождение значения физической величины с помощью технических средств и вычислений.

Погрешность измерения (абсолютная погрешность) — отклонение результата измерения от истинного значения измеряемой величины.

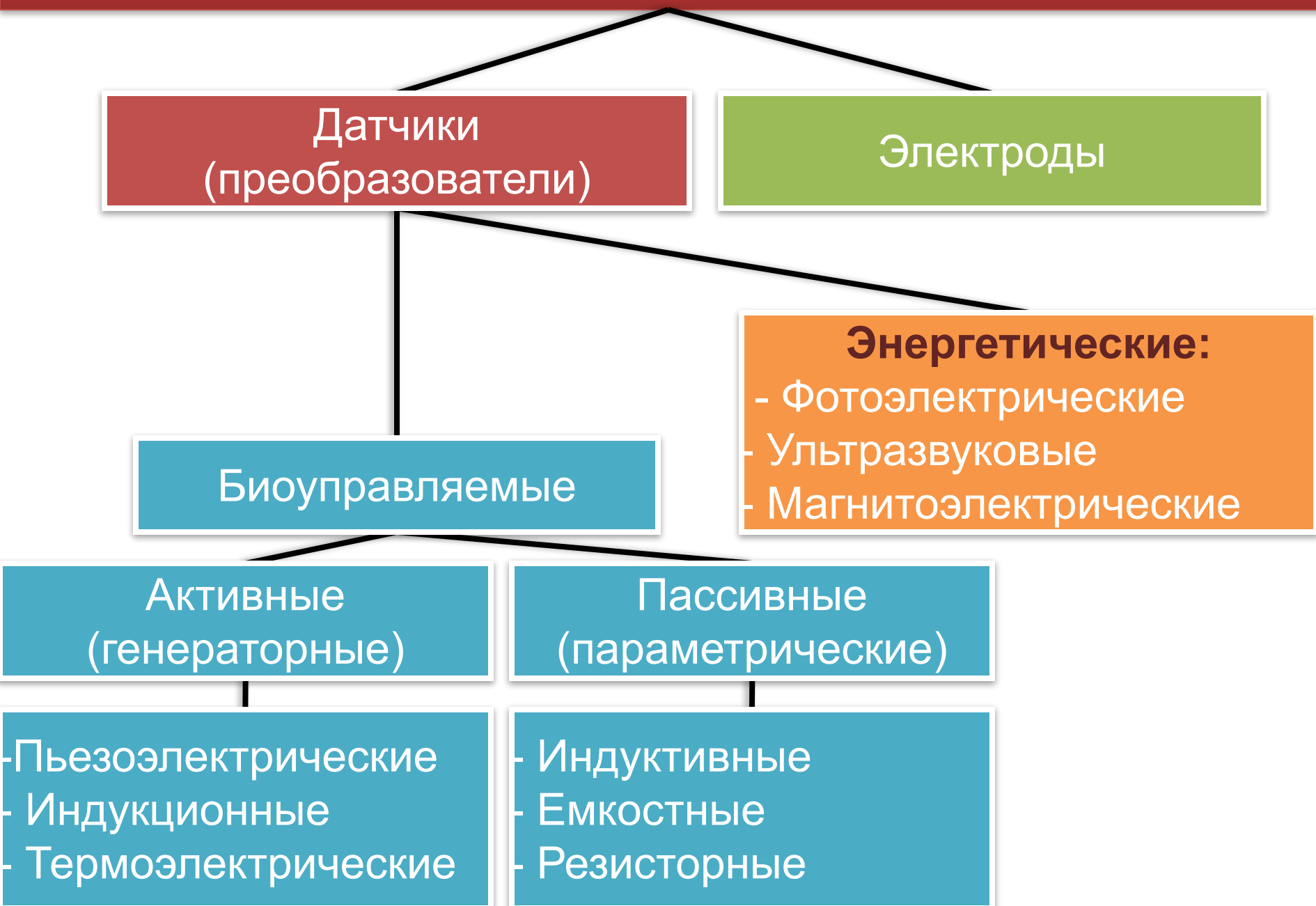
Погрешность средства измерения — разность между показанием средства измерений и истинным значением измеряемой физической величины.

Точность средства измерений — характеристика качества средства измерений, отражающая близость его погрешности к нулю.

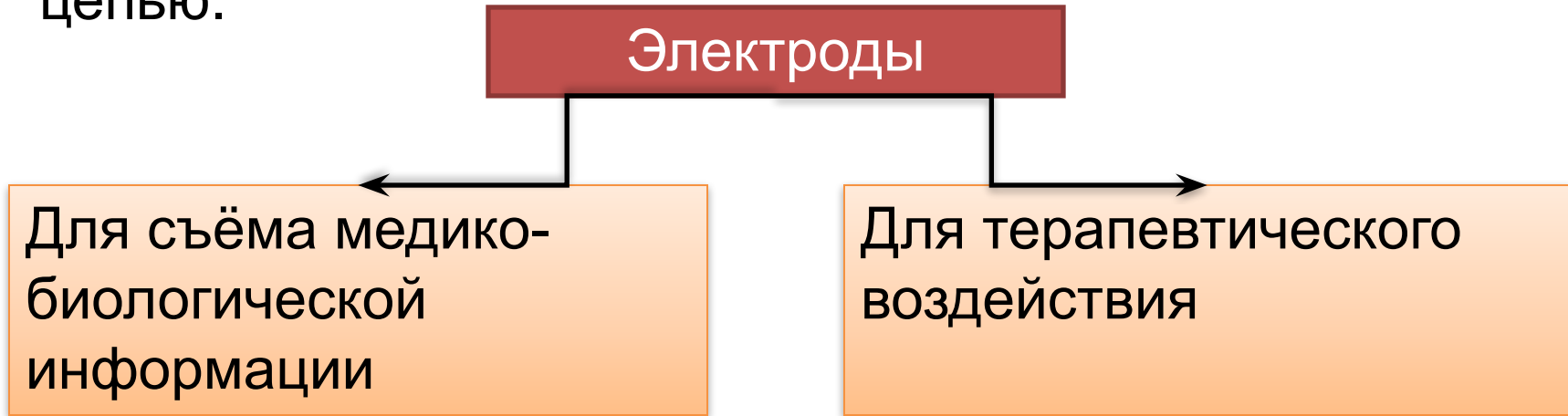
Общая схема съёма, передачи и регистрации медико-биологической информации



Устройства съёма медико-биологической информации



Электроды – проводники специальной формы, соединяющие биологический объект с электрической цепью.



Требования:

- Не оказывают воздействия на биологическую ткань
- Стабильность параметров
- Не создавать помех
- Легко фиксируются, легко снимаются
- Прочность

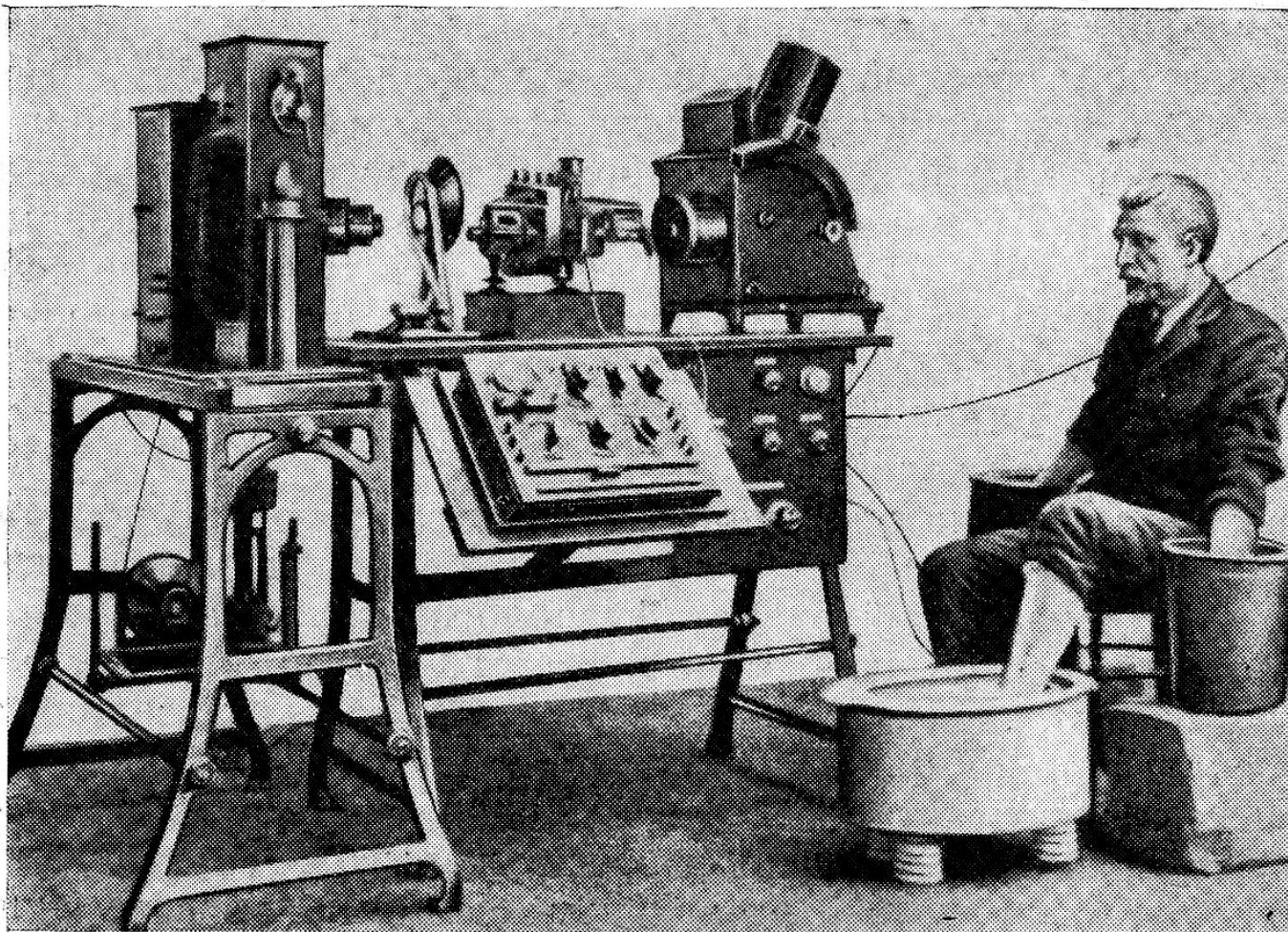


r – сопротивление внутренних тканей Б системы ($\sim 1\text{кОм}$)

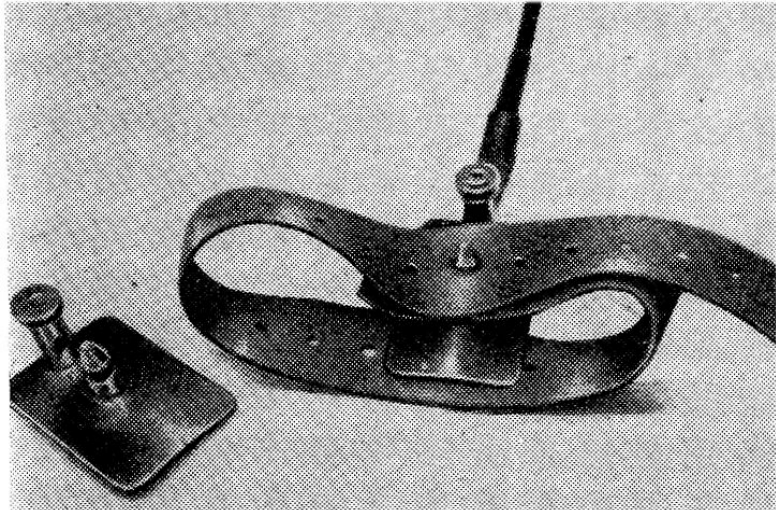
$$\varepsilon_{\text{бп}} = \underbrace{Ir + IR_{\text{к+э}}}_{\substack{\text{Бесполезное} \\ \text{падение} \\ \text{напряжения}}} + \underbrace{IR_{\text{вх у}}}_{\substack{\text{Полезное} \\ \text{регистрируемое} \\ \text{напряжение}}}$$

Для уменьшения $R_{\text{к+э}}$ используют влажные салфетки.

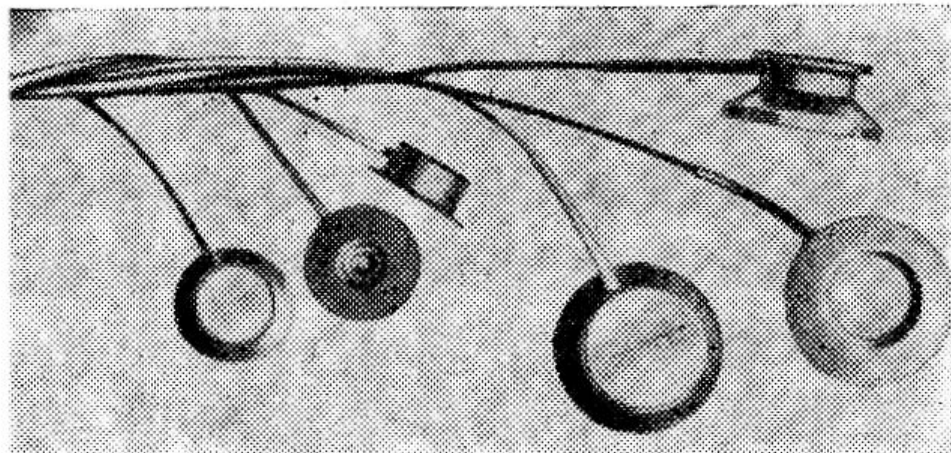
Для согласования сопротивлений $R_{\text{вх у}}$ в 10-20 раз больше $R_{\text{к+э}}$.



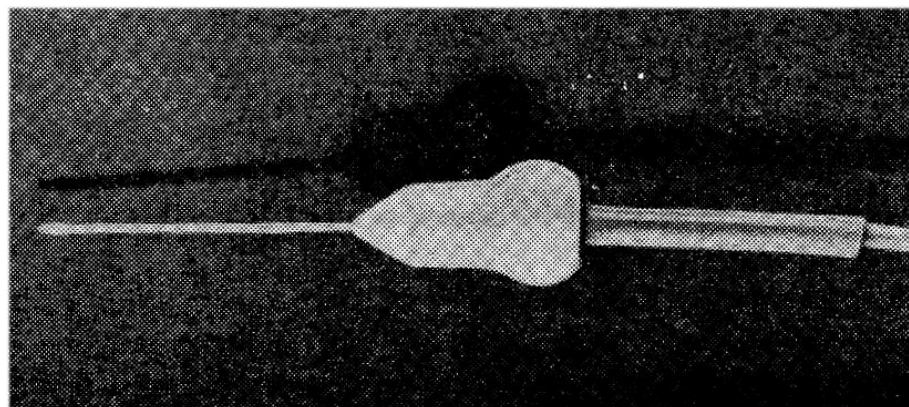
Снятие ЭКГ при погруженных электродах.
Оригинальный кембриджский электрокардиограф
(1912 г.), изготовленный по соглашению с
профессором В. Эйнтховеном, отцом
электрокардиографии.



Металлические пластинчатые электроды. Они обычно изготавливались (или покрывались) из серебра, никеля или аналогичных сплавов.



Плавающие поверхностные электроды



Подкожный игольчатый электрод для снятия ЭКГ

Датчики – устройства преобразующие неэлектрическую величину в электрический сигнал, удобный для дальнейшего преобразования и регистрации.

Характеристики датчиков:

1) **Функция преобразования** – $Y = f(x)$ зависимость выходной электрической величины Y от входной (неэлектрической) величины x (в идеале зависимость должна быть линейной).

2) **Чувствительность датчика:** $Z = \frac{\Delta Y}{\Delta x}$

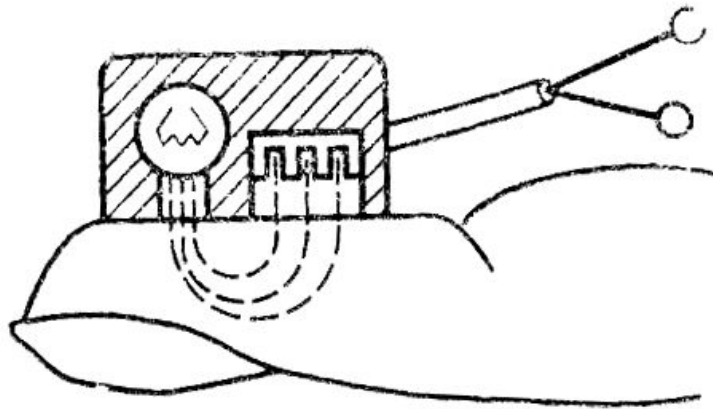
Δx – изменение входной величины

ΔY – изменение выходной величины

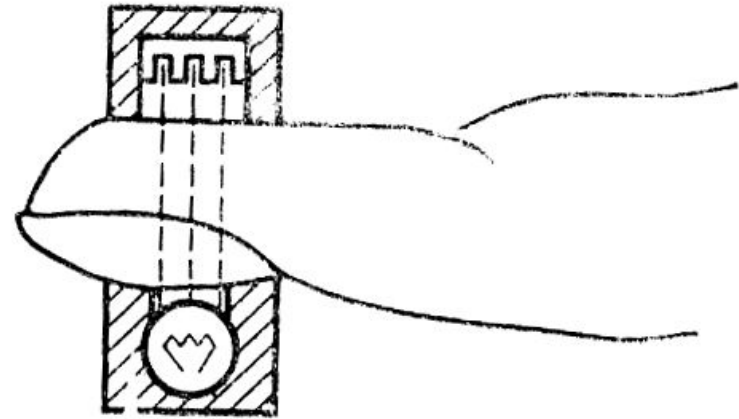
3) **Динамический диапазон** – область входных величин, которые преобразуются датчиком без искажений.

4) **Время реакции** – минимальный промежуток времени, в течение которого выходная величина достигает уровня, обусловленного входным сигналом.

Энергетический датчик



а

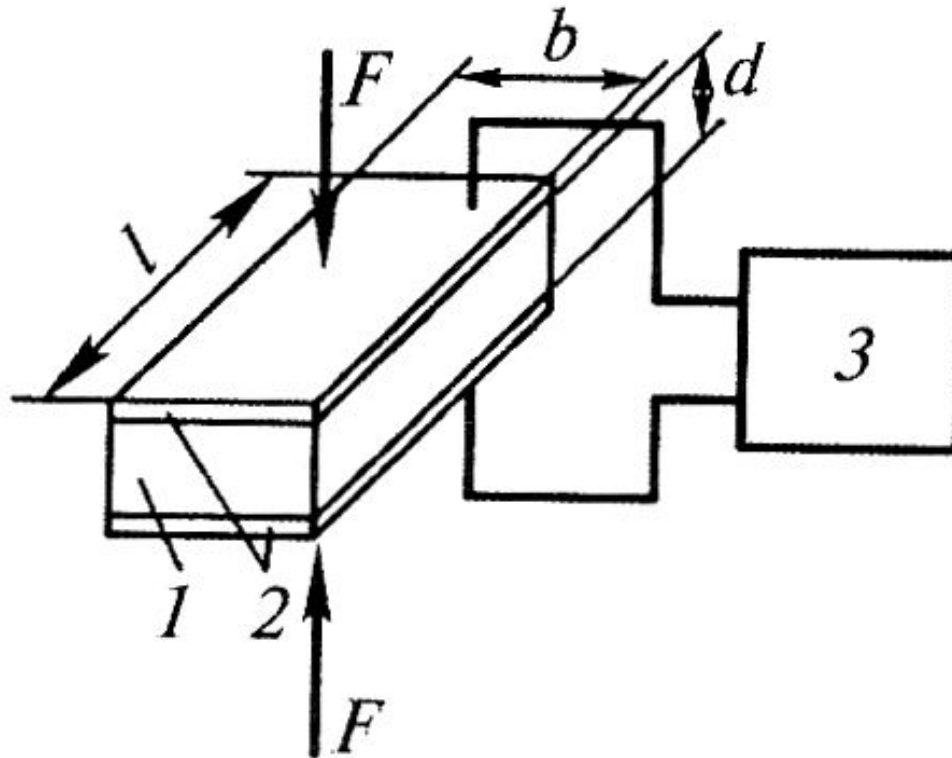


б

Фотоэлектрические преобразователи пульсовой волны.

а — преобразователь отраженного света; б — преобразователь прямого светового потока.

Биоуправляемый активный датчик



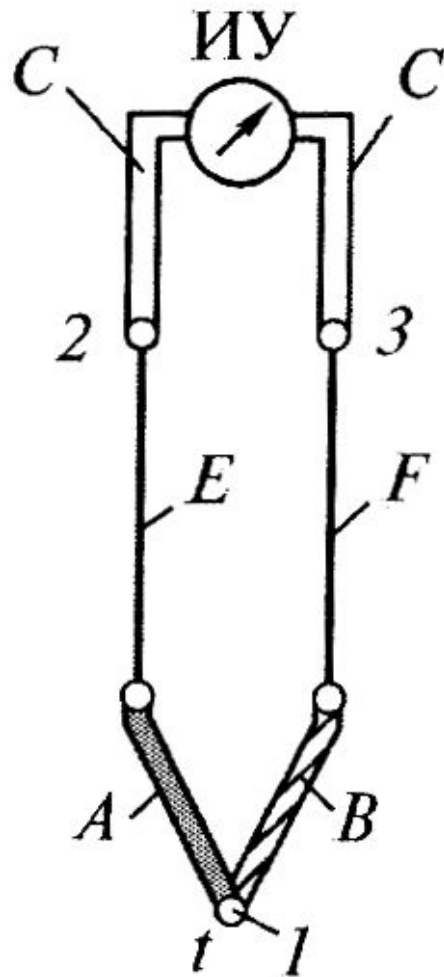
Пьезоэлектрический преобразователь:

1 – пьезоэлектрическая пластина;

2 – электроды;

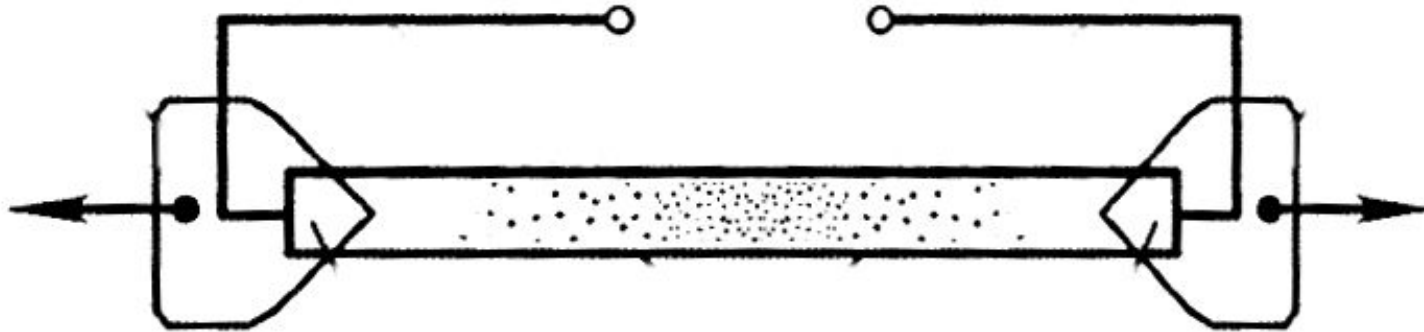
3 – усилитель.

Биоуправляемый активный датчик



Термоэлектрический преобразователь.

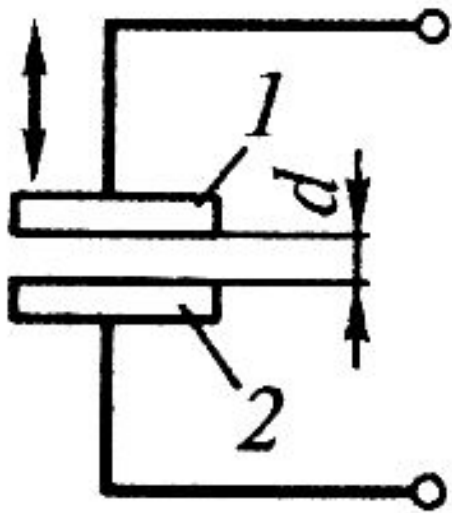
Биоуправляемый пассивный датчик



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

Резистивный преобразователь

Биоуправляемый пассивный датчик



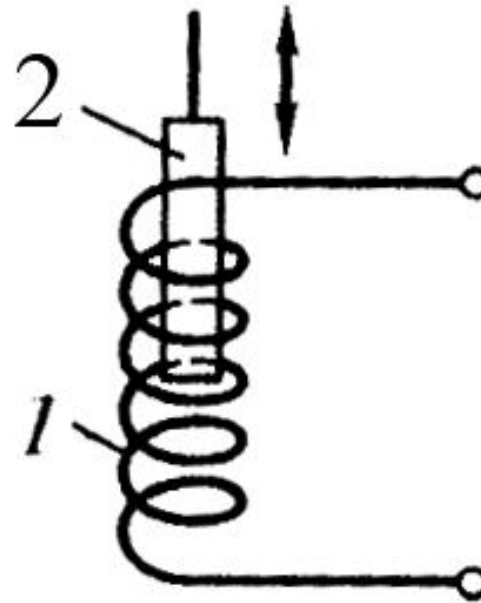
$$C = \frac{\epsilon\epsilon_0 S}{d}$$

Ёмкостный преобразователь:

1 – подвижный электрод

2 – неподвижный электрод

Биоуправляемый пассивный датчик

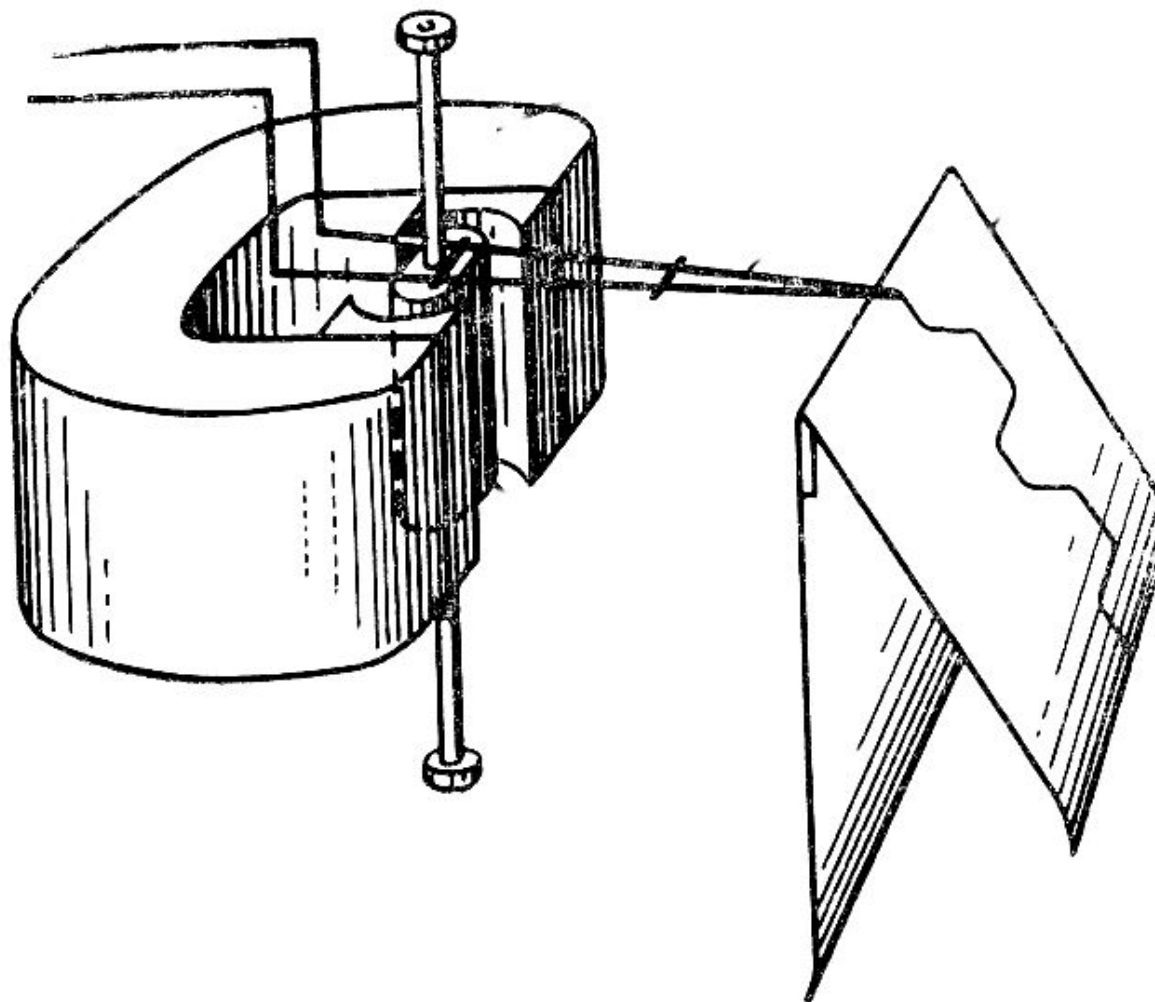


Индуктивный преобразователь:

1 – обмотка

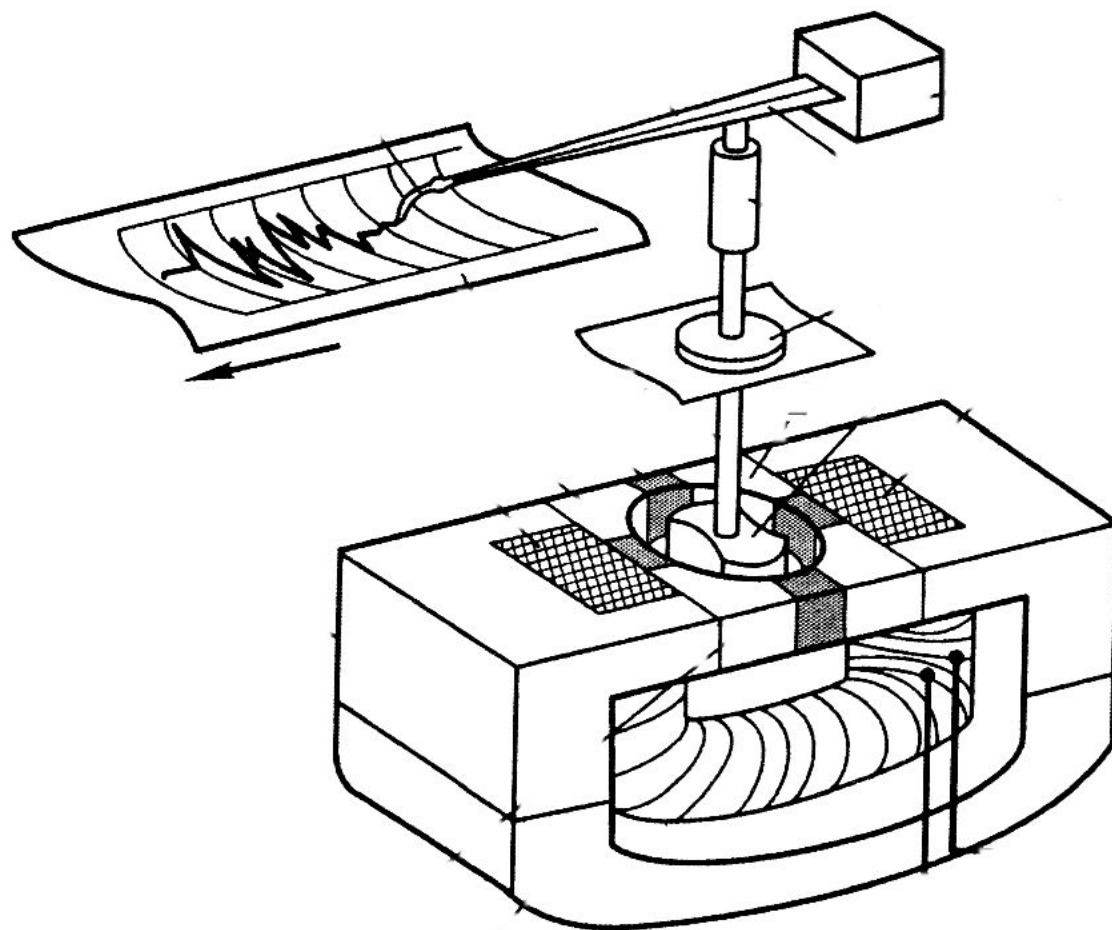
2 – ферромагнитный сердечник

Аналоговые регистрирующие устройства



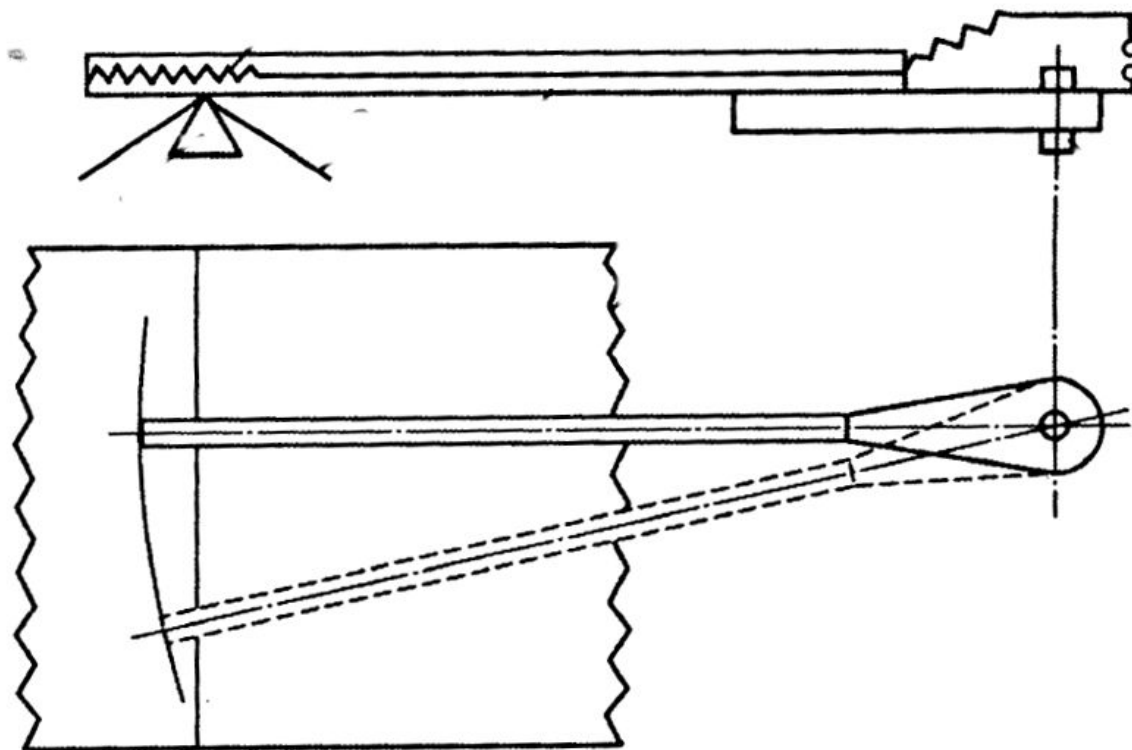
Магнитоэлектрический вибратор

Аналоговые регистрирующие устройства



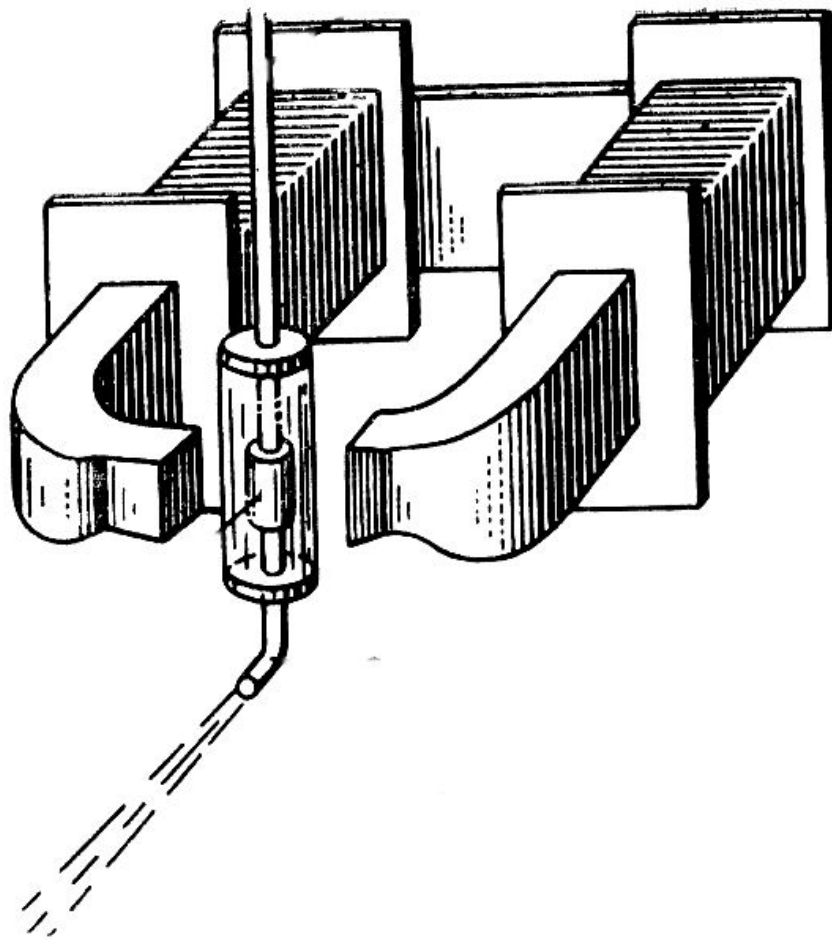
Электромагнитный вибратор

Аналоговые регистрирующие устройства



Регистрирующее устройство с тепловой записью

Аналоговые регистрирующие устройства



Струйный гальванометр