The background features several diagrams of magnetic field lines. On the left, there are two sets of dashed field lines, labeled 'а' and 'б', representing dipole fields. On the right, there are two sets of solid field lines, labeled 'в' and 'г', representing more complex, multi-pole field configurations. The text is centered over these diagrams.

**Диагностические  
приборы и системы для  
исследования  
биоэлектрической  
активности организма.**

- ЭКГ – электрокардиография – регистрация на поверхности тела биопотенциалов, возникающих в сердечной мышце при ее возбуждении;
- ЭЭГ – электроэнцефалография – регистрация биоэлектрической активности головного мозга;
- ЭМГ – электромиография – регистрация биоэлектрической активности мышц;
- ЭГГ – электрогастрография – регистрация электрических потенциалов, вызванных моторной деятельностью желудка.
- ЭРГ – электроретинография – регистрация биопотенциалов сетчатки глаза, возникающих в результате воздействия на глаз;

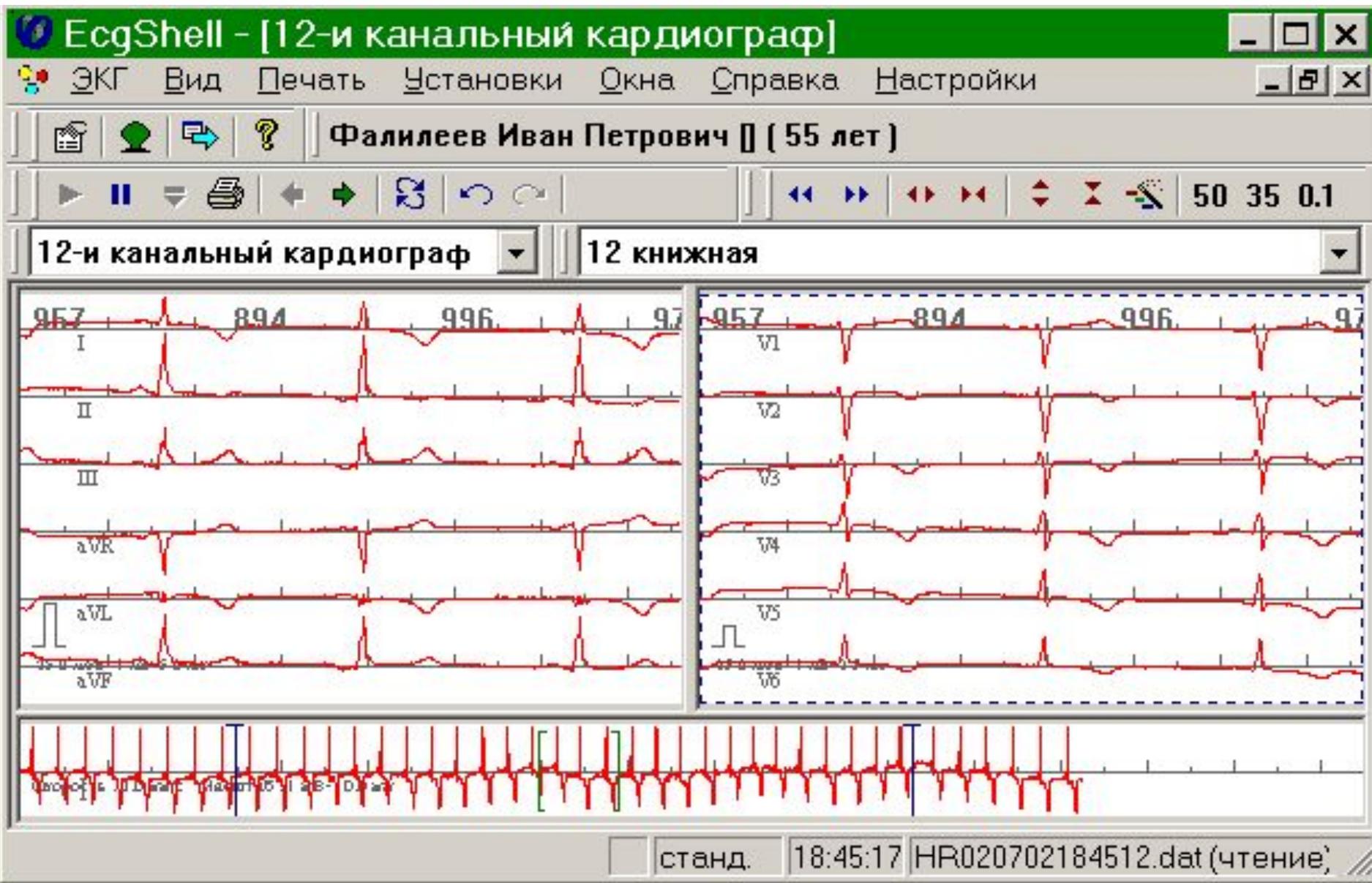
# Характеристики биопотенциалов

Биопотенциал	Интервал частот, Гц	Амплитуда сигналов, отводимых с поверхности кожных покровов, мВ
ЭКГ	0,2 – 120	0,3 – 3,0
ЭЭГ	1 – 300	0,005 – 0,3
ЭМГ	3 – 600	0,03 – 1,5
ЭГГ	0,05 – 0,2	0,2 – 1,0

# Компьютерный кардиограф



# Компьютерная обработка ЭКГ



# Пример компьютерного ЭКГ

## ЗАКЛЮЧЕНИЯ

T - типичный, H - не типичный

Интервалы: PQ=153 мсек. QT=395 мсек. RR=901 мсек. Длительность QRS= 68 мсек.

Отведение	Времена в мсек.									P	QRS	T
	P	Q	R	S	R'	S'	R''	S''				
I	110	15	53	-	-	-	-	-	-	P+	qR	T+
II	110	10	55	-	-	-	-	-	-	P+	qR	T+
III	80	-	55	-	-	-	-	-	-	P+	R	T+
AVR	108	-	13	55	-	-	-	-	-	P-	rs	T-
AVL	58	60	-	-	-	-	-	-	-	P+	qs	T+
AVF	105	10	55	-	-	-	-	-	-	P+	qR	T+
V1	93	-	20	48	-	-	-	-	-	P+-	rs	T+-
V2	70	-	20	45	-	-	-	-	-	P+	rs	T+
V3	78	-	23	43	-	-	-	-	-	P+	Rs	T+
V4	100	-	40	13	-	-	-	-	-	P+	Rs	T+
V5	105	10	55	-	-	-	-	-	-	P+	qR	T+
V6	100	13	55	-	-	-	-	-	-	P+	qR	T+

Отведение	Амплитуды в мВ											
	P+	P-	Q	R	S	R'	S'	R''	S''	T+	T-	ST
I	0.06	-	-0.06	0.72	-	-	-	-	-	0.17	-	0.01
II	0.08	-	-0.12	1.59	-	-	-	-	-	0.24	-	-0.00
III	0.03	-	-	0.88	-	-	-	-	-	0.07	-	-0.01
AVR	-	-0.07	-	0.08	-1.16	-	-	-	-	-	-0.21	-0.00
AVL	0.02	-	-0.09	-	-	-	-	-	-	0.05	-	0.01
AVF	0.05	-	-0.09	1.23	-	-	-	-	-	0.16	-	-0.01
V1	0.04	-0.03	-	0.28	-1.63	-	-	-	-	0.20	-0.02	0.12
V2	0.05	-	-	0.44	-1.76	-	-	-	-	0.52	-	0.17
V3	0.07	-	-	0.62	-1.27	-	-	-	-	0.57	-	0.13
V4	0.06	-	-	1.94	-0.11	-	-	-	-	0.30	-	-0.00
V5	0.06	-	-0.09	1.99	-	-	-	-	-	0.30	-	-0.01
V6	0.05	-	-0.12	1.76	-	-	-	-	-	0.26	-	-0.02

ЧСС 67 уд./мин.

Нормальный синусовый ритм

Вольтаж ЭКГ сохранен

Положение осей:

< QRS= 64.8

< T = 47.3

< P = 47.5

Нормальное положение электрической оси сердца

Интерпретация результатов

Патологический QS в отведении AVL

Возможен трансмуральный инфаркт миокарда

Локализация - Боковая стенка

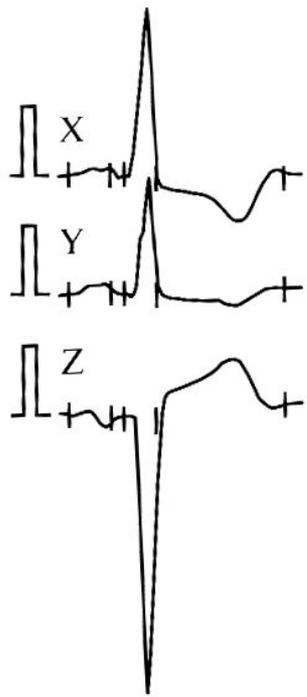
+T Больше нормы в V1

# Схема преобразования ВЭКГ из двух электрокардиограмм

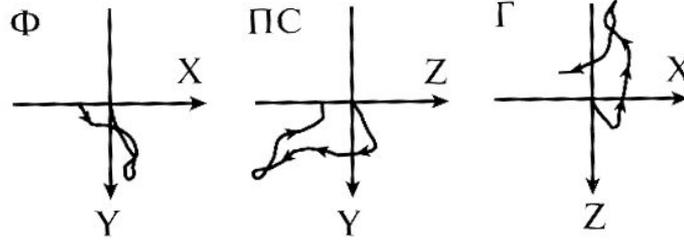


## **Векторэлектрокардиограмма**

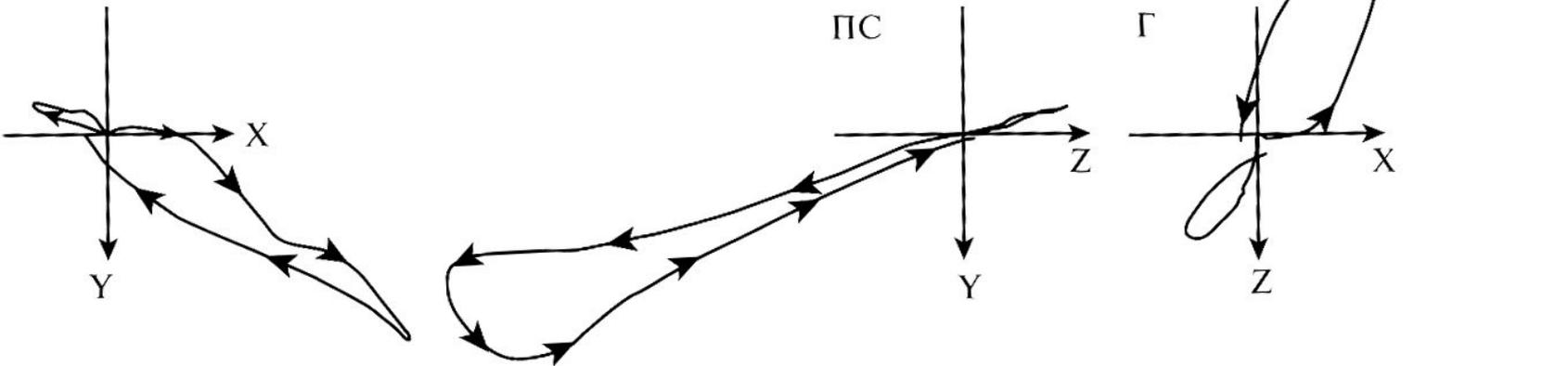
– геометрическое место точек, соответствующих концу вектора ЭВС, положение которого изменяется за время сердечного цикла.



Петля P



Петли QRS и T



ЭКГ и ВЭКГ больного с гипертрофией левого желудочка и увеличением левого предсердия

# Кардиомониторы



Прикроватный кардиомонитор

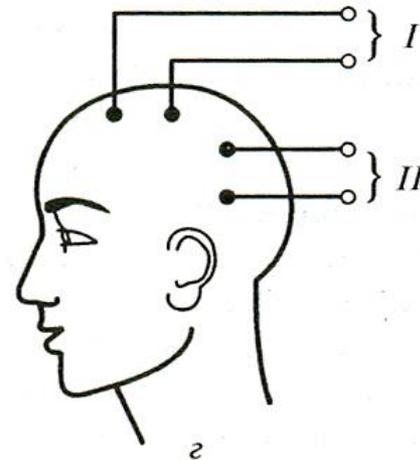
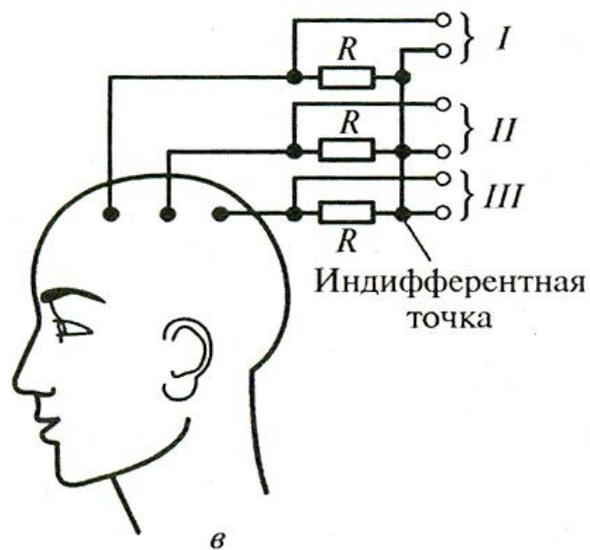
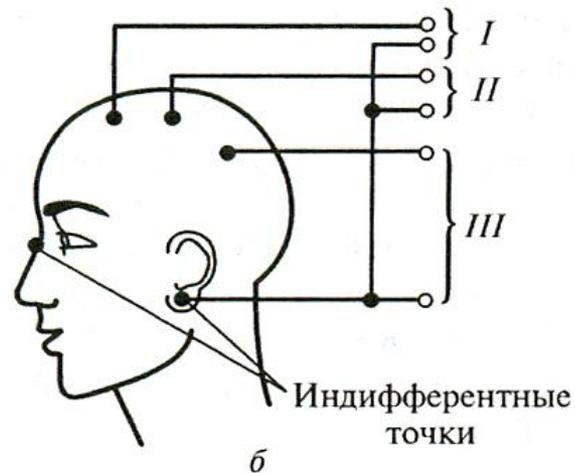
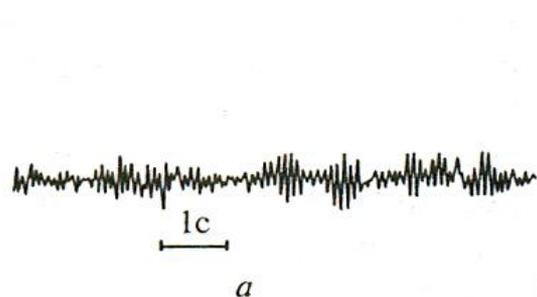
Прикроватный кардиомонитор

Кардиомонитор – это компьютерный кардиограф, используемый для анализа аритмий в режиме реального времени



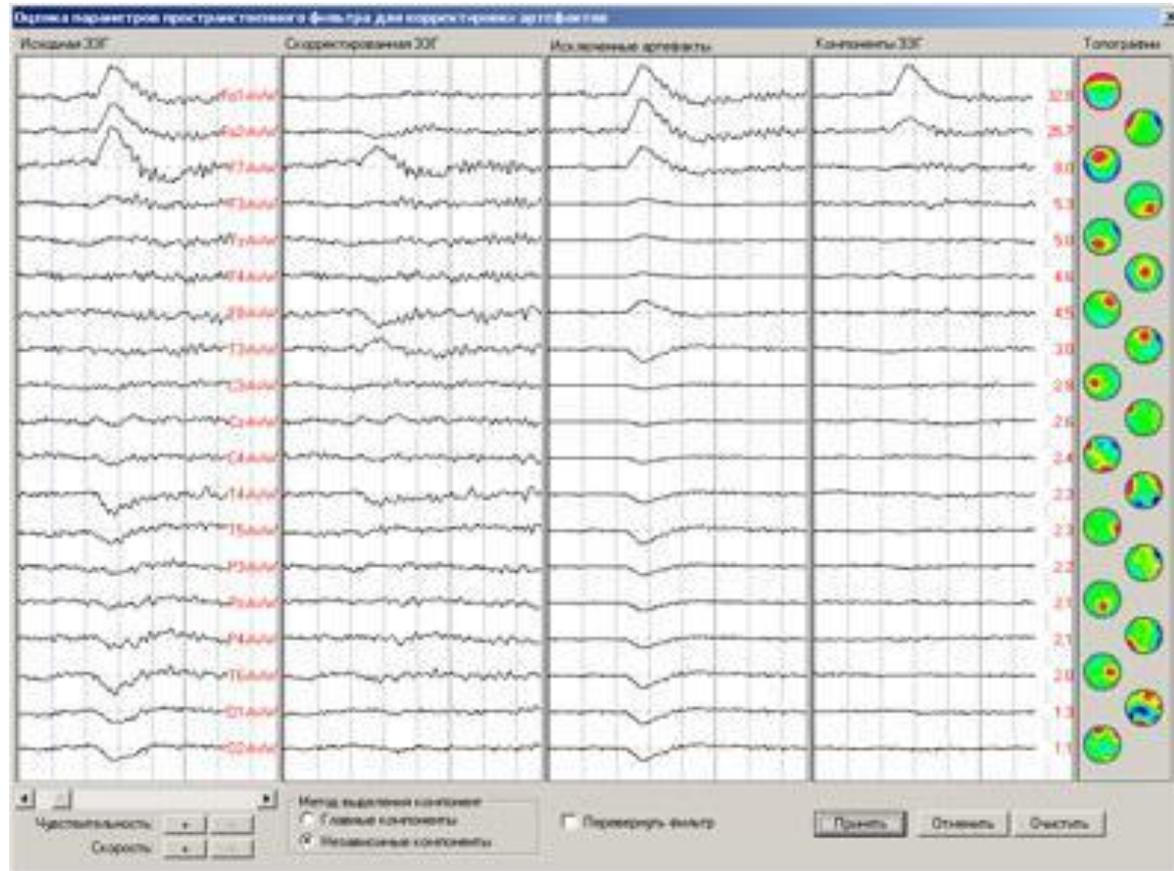
Наручный кардиомонитор спортивный

# Форма электроэнцефалограммы здорового бодрствующего человека (а) и виды электроэнцефалографических монополярных (б, в) и биполярных (г) отведений





# Компьютерная обработка ЭЭГ



## Артефакты:

Процедура коррекции артефактов, основанная на разложении исходной ЭЭГ на независимые компоненты и последующей фильтрации пространственными фильтрами позволяет существенно улучшить качество записи ЭЭГ.

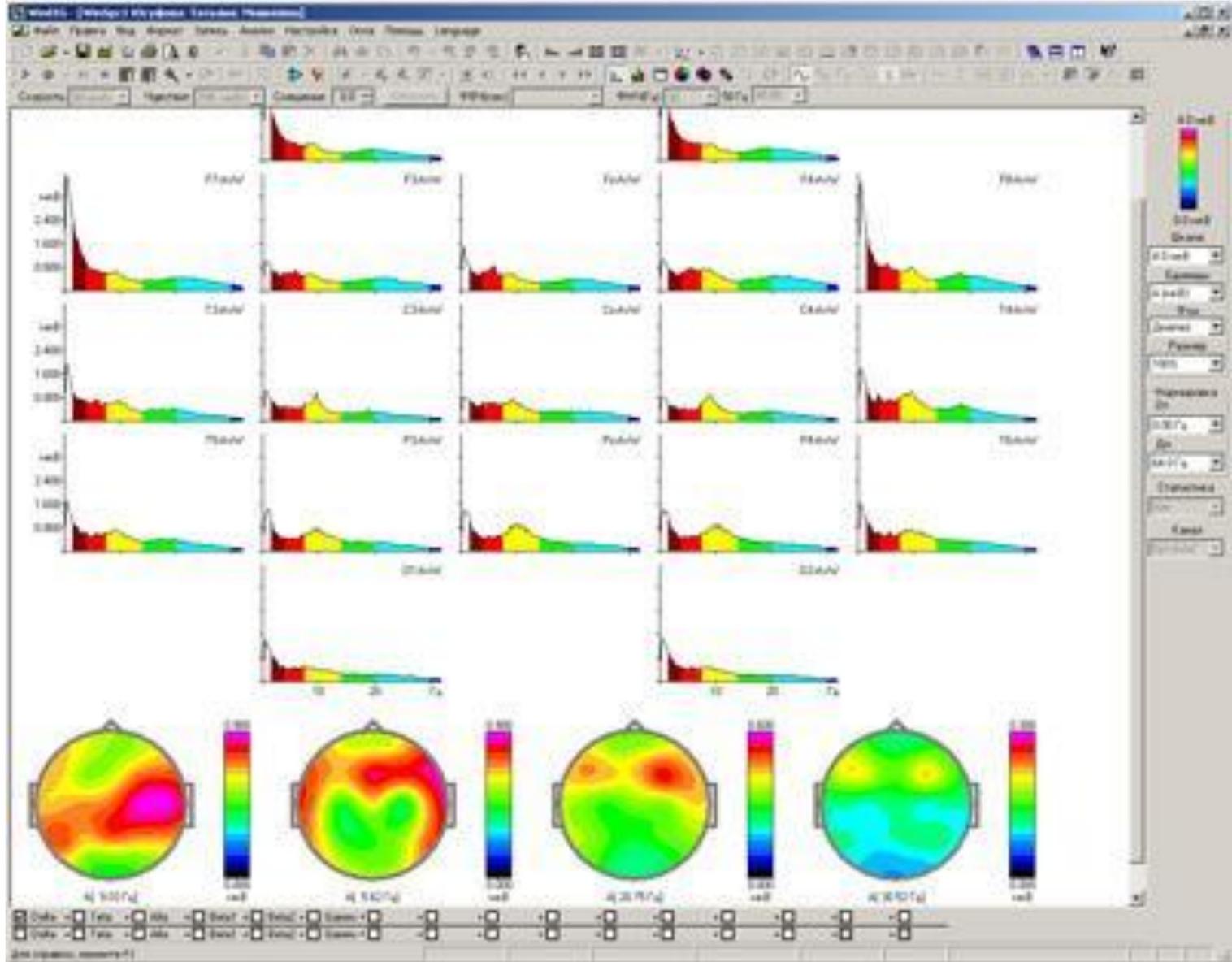
# Вызванный потенциал

**Вызванный потенциал** (сокр. ВП; англ. *Evoked potential*) — электрическая реакция мозга на внешний раздражитель . Бывают :

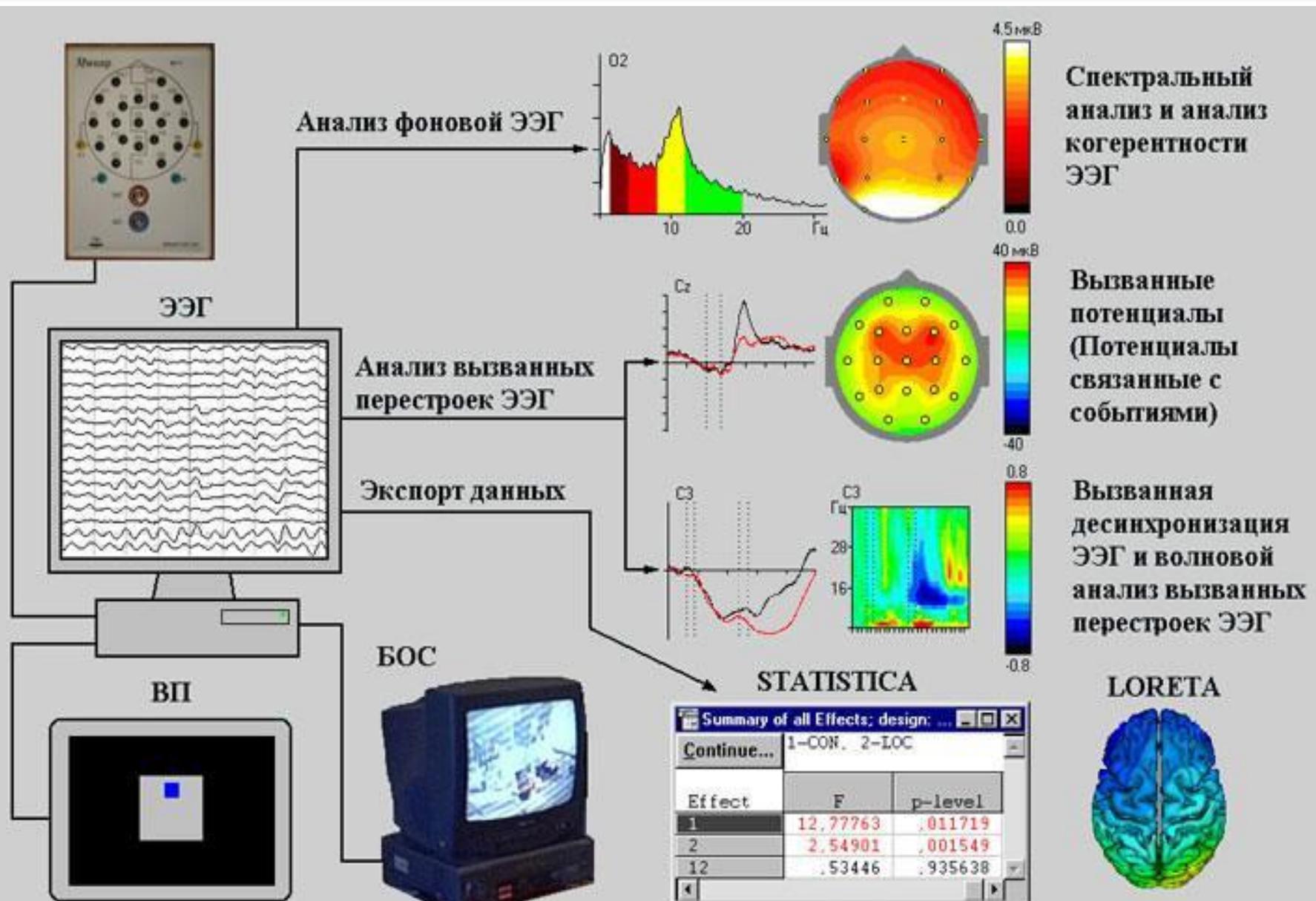
- визуальные** для регистрации зрительных ВП;
- звуковые** для регистрации аудиторных ВП;
- электрические** для регистрации соматосенсорных ВП.

Запись ВП производится при помощи электроэнцефалографических электродов, расположенных на поверхности головы.

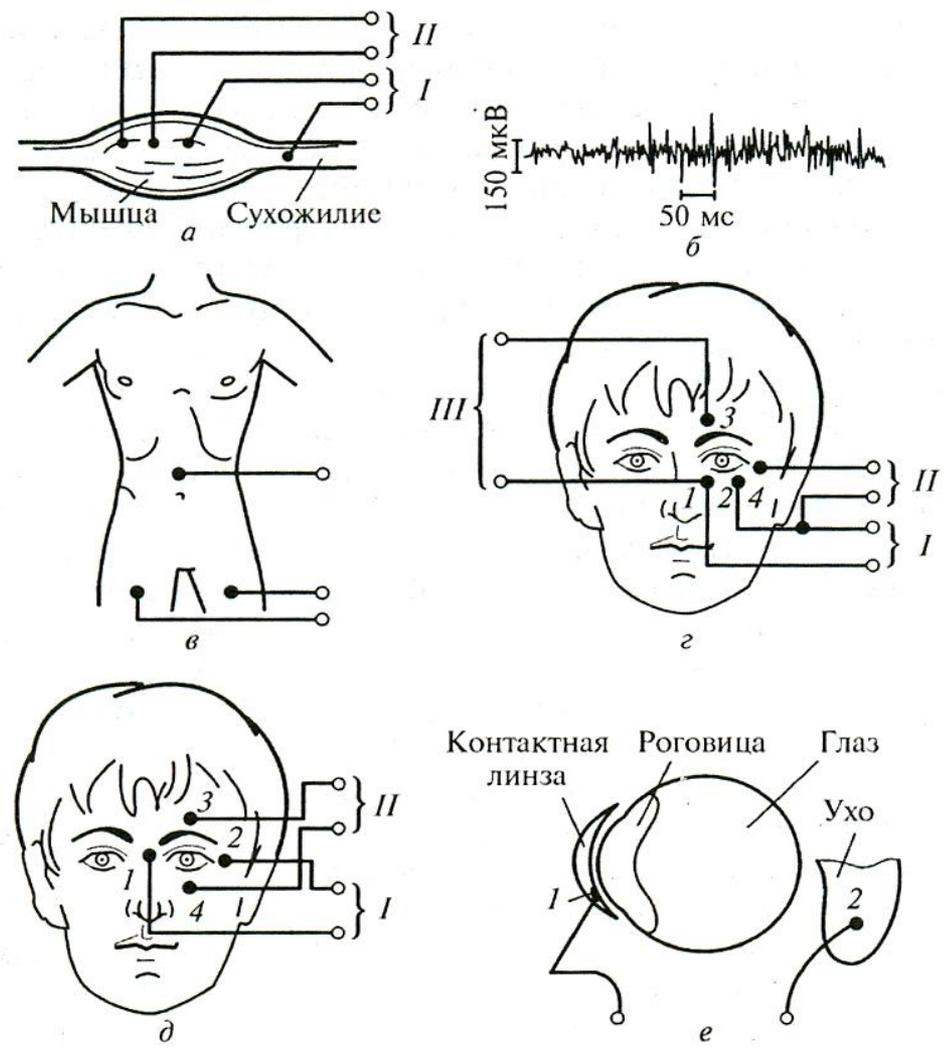
# Электрэнцефалография



# Электрэнцефалография и вызванные потенциалы



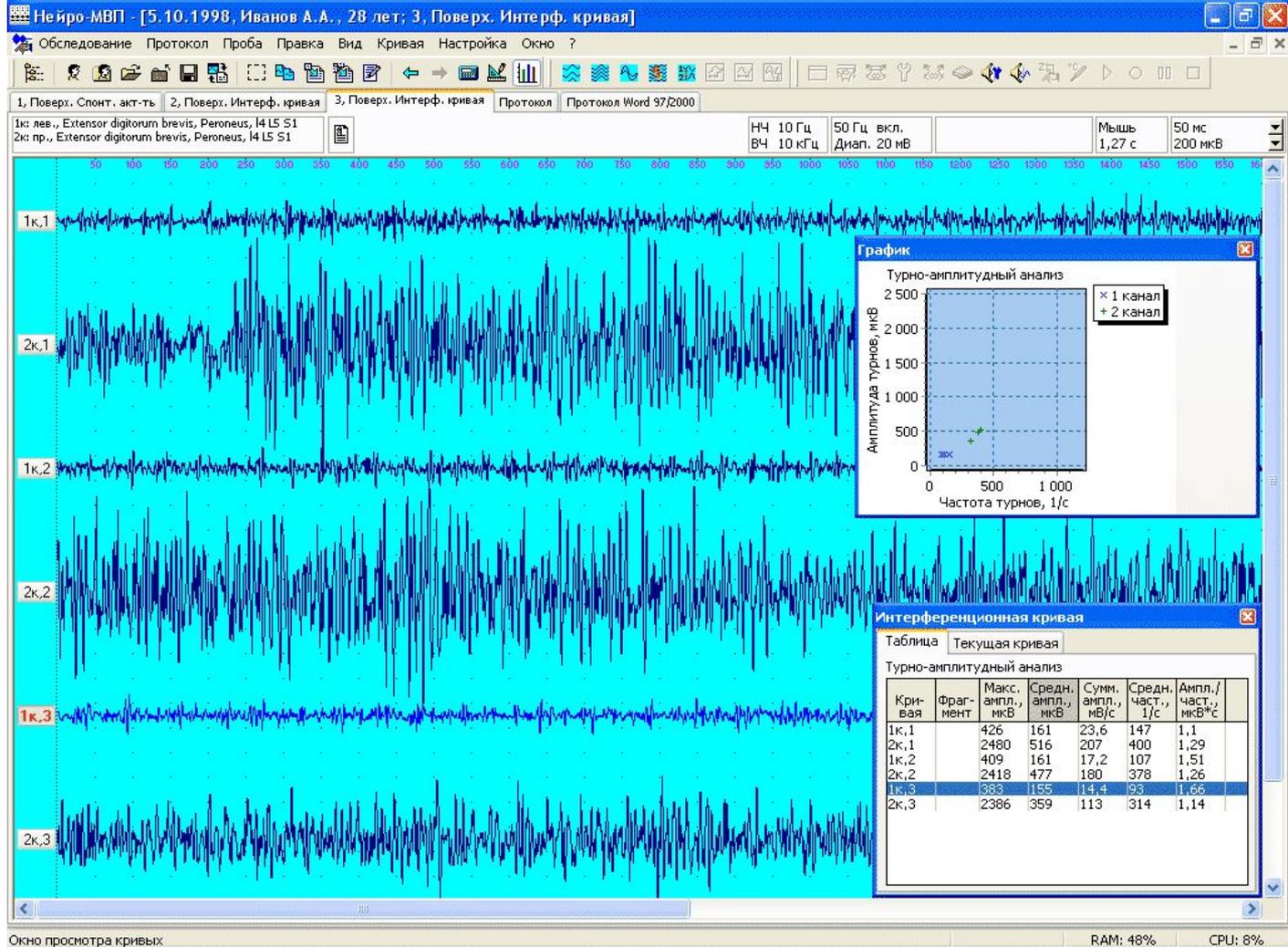
# Схема отведений в электромиографе (а), электрогастрографе (в), электроокулографе (г-д) и электроретинографе (е); б- форма электромиограммы (1-4 электроды)



# Электромиография

## Исследование нервно-мышечной передачи





## Поверхностная электромиография

- спонтанная активность
- интерференционная кривая
- амплитудно-частотный анализ интерференционной ЭМГ

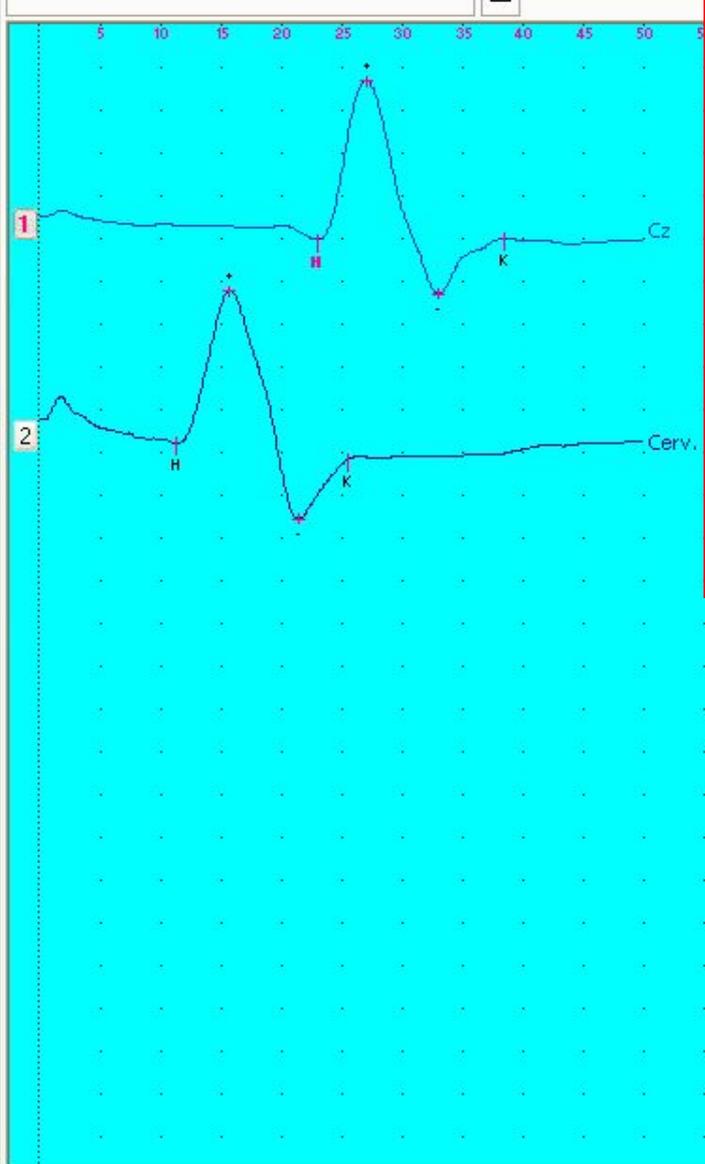


9, Н-рефлекс (парн.) 10, CPB с 11, Мигат. рефлекс, п. Supraorbitalis 12, Мигат

5.10.1998, Иванов А.А., 28 лет

- Пробы
- 1, CPB м (1к: лев., Abductor
- 2, CPB м (1к: пр., Abductor
- 3, F-волна (1к: пр., Abduct
- 4, F-волна (1к: лев., Abduc
- 5, F-волна (1к: пр., Abduct
- 6, Н-рефлекс (1к: лев., Gas
- 7, Н-рефлекс (1к: пр., Gast
- 8, Н-рефлекс (1к: пр., Gast
- 9, Н-рефлекс (парн.) (1к: л
- 10, CPB с (1к: пр., Abductor
- 11, Мигат. рефлекс, п. Sup
- 12, Мигат. рефлекс, п. Sup
- 13, Магн. стимул. (1к: лев.
- 14, Магн. стимул. (1к: пр.)
- 15, Транскр. магн. стим.**
- 16, ВКСП (1к: лев., Кисть 2
- 17, Т-рефлекс (1к: пр., Rec

1к: пр., Abductor pollicis brevis, Medianus, с6-t1



**Транскраниальная магнитная стимуляция**  
 - определение времени центрального моторного поведения у больных с демиелинизирующими заболеваниями нервной системы, в частности при рассеянном склерозе

- Протоколы
- Протокол
- Протокол Word 97/2000
- Протокол 3
- Протокол 4

МВПМ

Таблицы: Фасилитация С учетом стим. ЭМГ

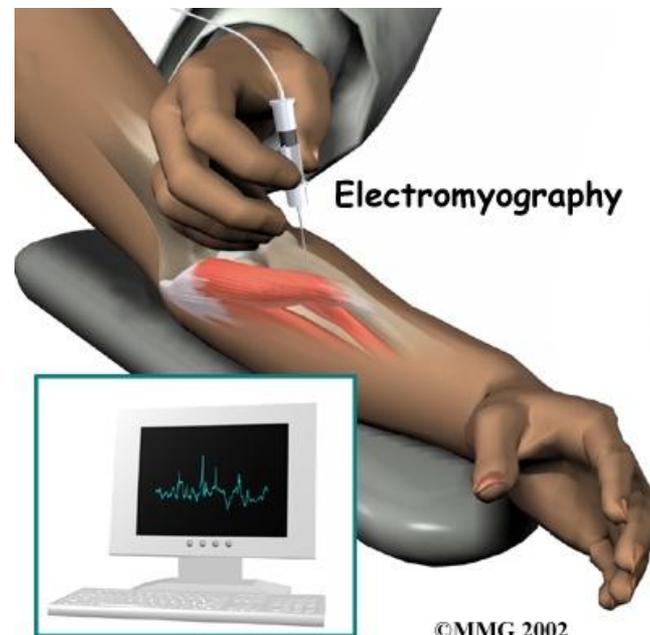
Точка стим.	N	Лат., мс	Норма, мс	Откл., %	Длит., мс	Ампл., мВ(1)	Площ., мВ*мс	Стим., %/Тл	Учет в анализе
Cz	1	23			15,4	0,64	9,3	100	да
Cerv.	2	11,2			14,3	0,88	10,8	100	да

Точка стим.	N	Точка стим.	N	Время пров., мс	Норма пров., мс	Откл., %

# Игольчатая (локальная) электромиография

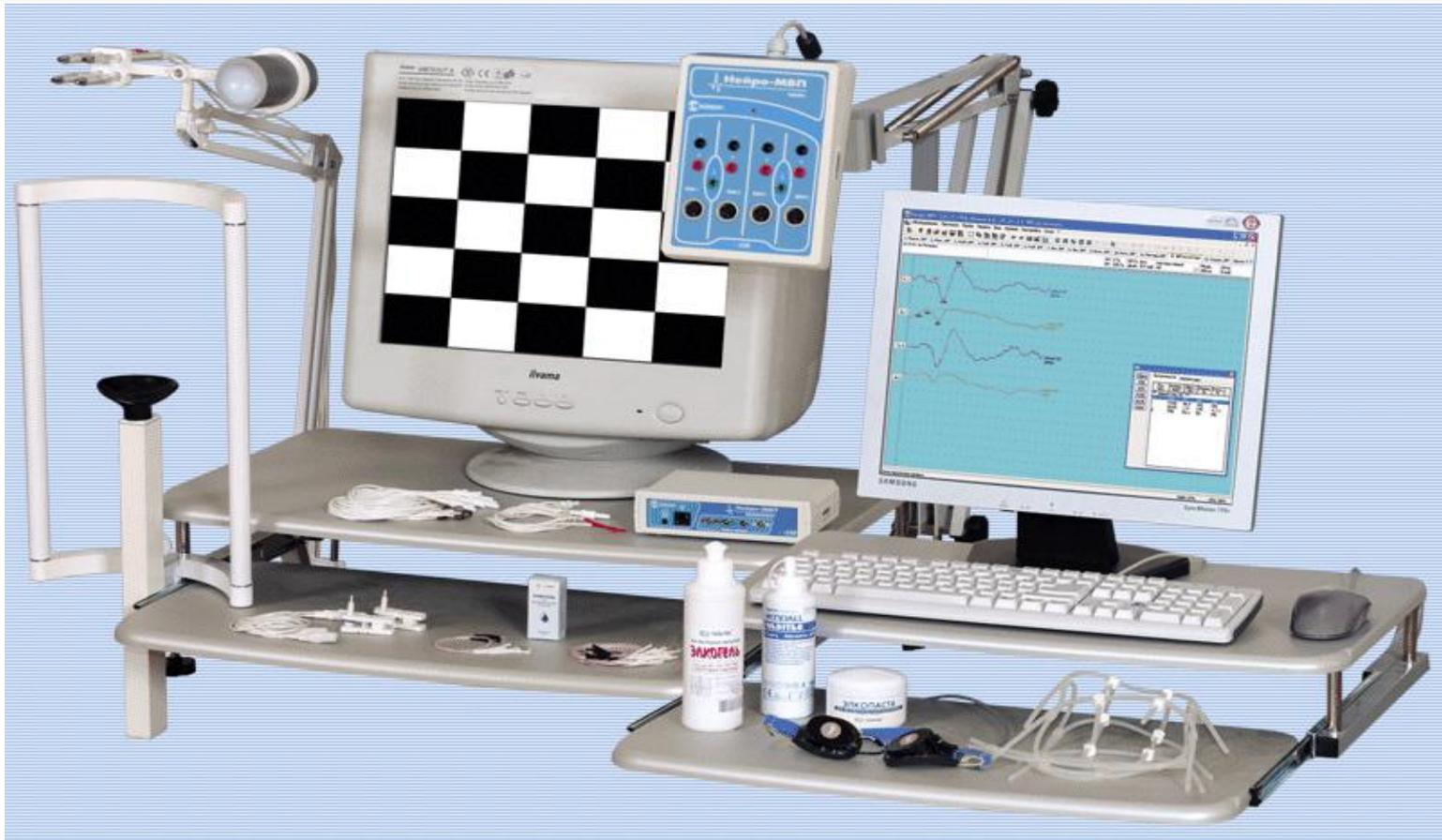
- регистрация и анализ феноменов спонтанной активности, подсчет средней частоты потенциалов
- выделение потенциалов действия двигательных единиц



# Электрогастрография



# Электроретинография



**Электроретинография** (от лат. *retina* - сетка и греч *grapho* - пишу) - метод исследования потенциалов сетчатки, возникающих в ответ на световую стимуляцию глаза. Графическая запись этих потенциалов называется электроретинограммой (ЭРГ).

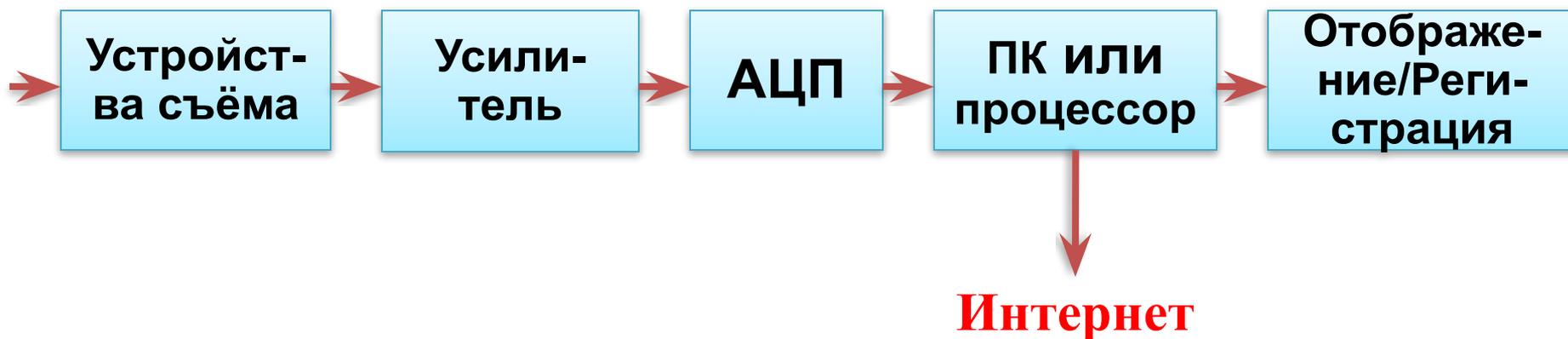
# Электроретинограф

**Прибор позволяет выполнять следующие виды исследований:**

- палочковая электроретинография
- максимальная электроретинограмма
- колбочковая электроретинография
- локальная электроретинография
- ритмическая электроретинография
- On/Off электроретинограмма
- осцилляторные потенциалы
- зрительные вызванные потенциалы мозга на вспышку света
- ритмические зрительные вызванные потенциалы мозга
- электроокулография

Обследование на электроретинографе Нейро-ЭРГ может проводиться как у взрослых, так и у детей с первых дней жизни.

# Общая схема съема, передачи и регистрации медико-биологической информации



**Усилитель** – это устройство, увеличивающее электрический сигнал за счет энергии постороннего источника.

Усилители создаются на основе электронных устройств: транзисторов, триодов и т.д., однако общее устройство едино (представлено на рисунке):



# Технические характеристики усилителей. Коэффициент усиления.

*Коэффициент усиления* - равен отношению приращения сигнала на выходе усилителя к вызвавшему его приращению сигнала на входе.

Коэффициент усиления по напряжению.

$$k_U = \frac{\Delta U_{\text{ВЫХ}}}{\Delta U_{\text{ВХ}}}$$

Коэффициент усиления по току

$$k_I = \frac{\Delta I_{\text{ВЫХ}}}{\Delta I_{\text{ВХ}}}$$

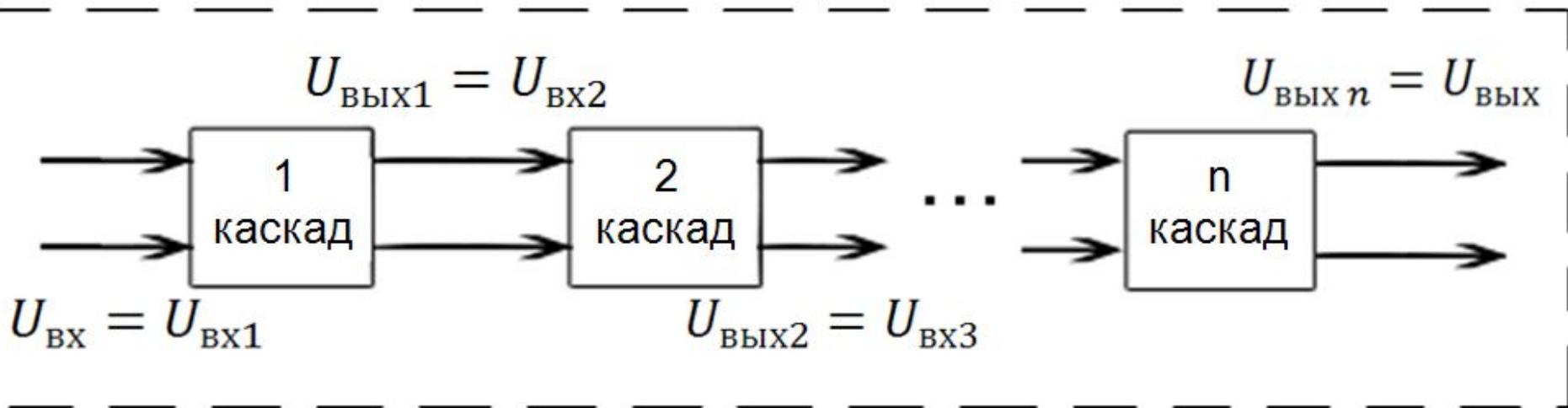
Коэффициент усиления по мощности

$$k_P = \frac{\Delta P_{\text{ВЫХ}}}{\Delta P_{\text{ВХ}}}$$

При усилении гармонического сигнала используют амплитуды входного и выходного сигналов:

$$k = \frac{U_{\text{ВЫХ } \textit{max}}}{U_{\text{ВХ } \textit{max}}}$$

# Многокаскадный усилитель



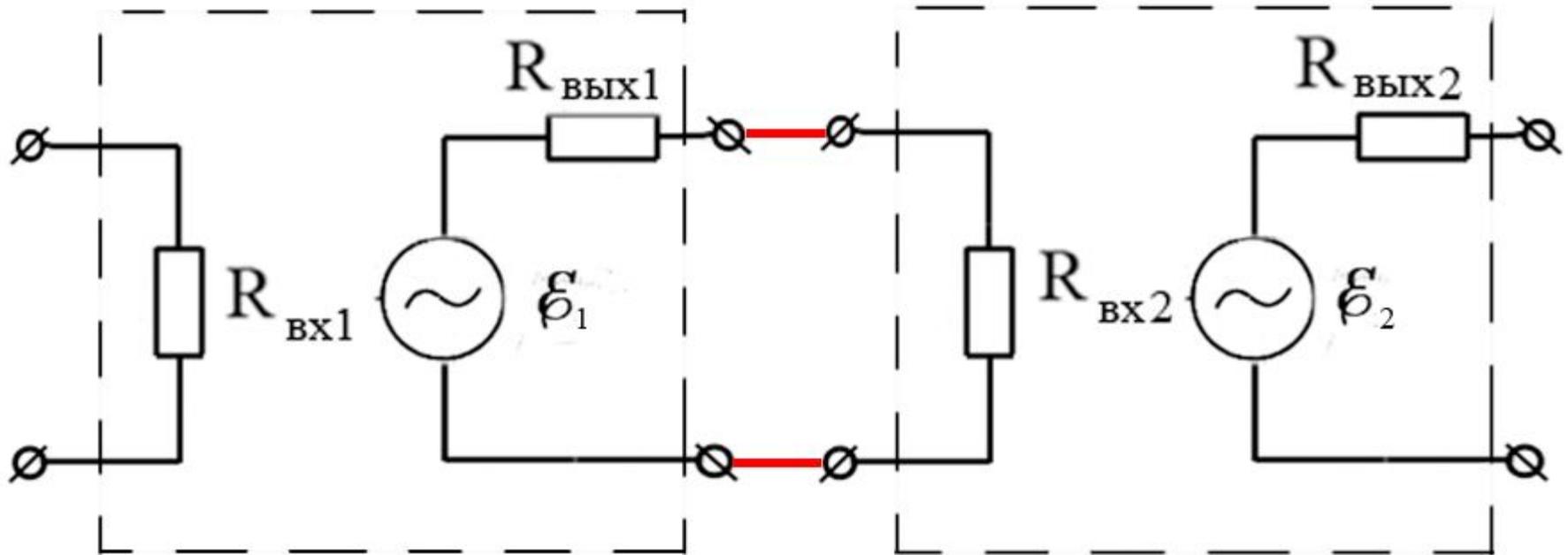
$$k = k_1 \cdot k_2 \cdot \dots \cdot k_n$$

$$k_{дБ} = 20 \lg \frac{U_{ВЫХ}}{U_{ВХ}} = 20 \lg k$$

$$k = 10^{\frac{k_{дБ}}{20}}$$

$$k_{дБ} = k_{1дБ} + k_{2дБ} + \dots + k_{nдБ}$$

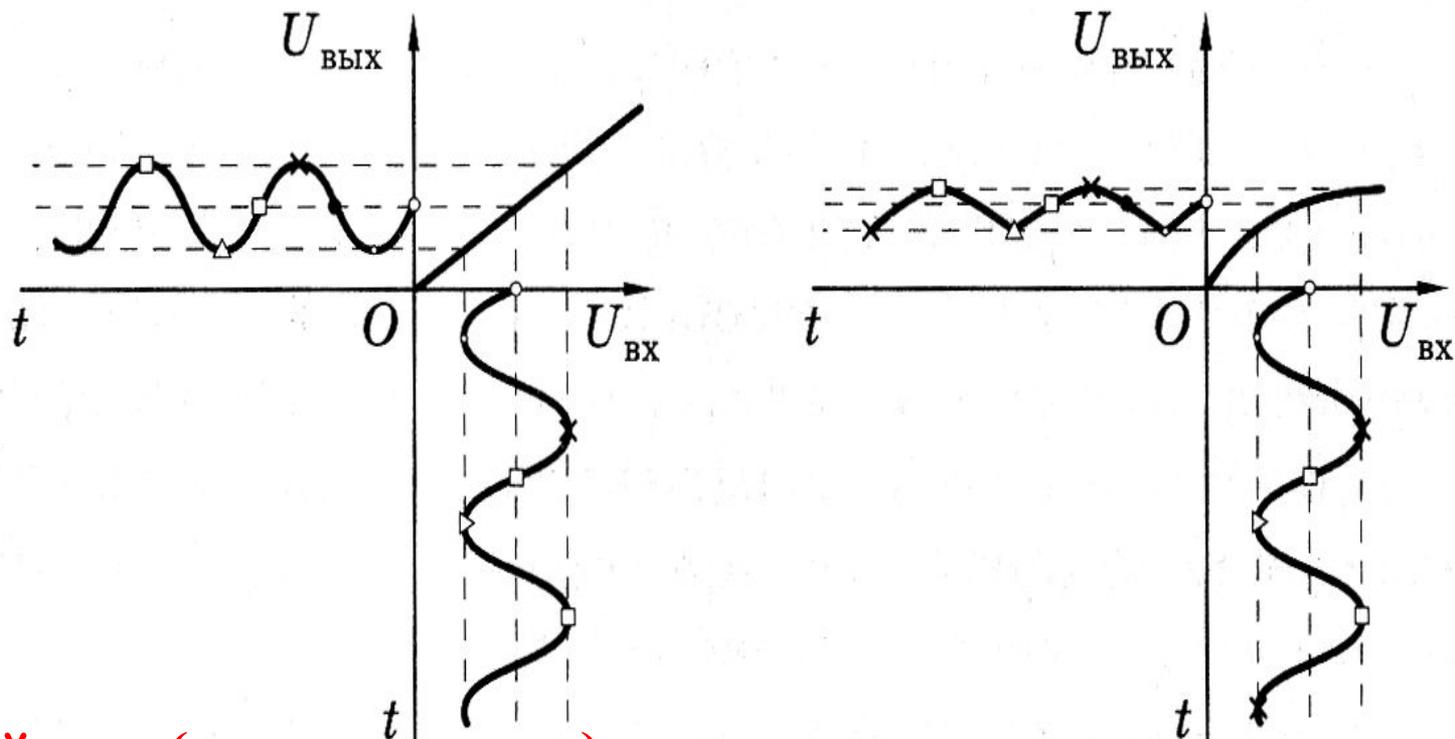
# Входное и выходное сопротивления усилителей



$$U_{ВЫХ1} = U_{ВХ2} = \frac{\mathcal{E}_1 R_{ВХ2}}{R_{ВЫХ1} + R_{ВХ2}}$$

$$R_{ВХ2} \gg R_{ВЫХ1}$$

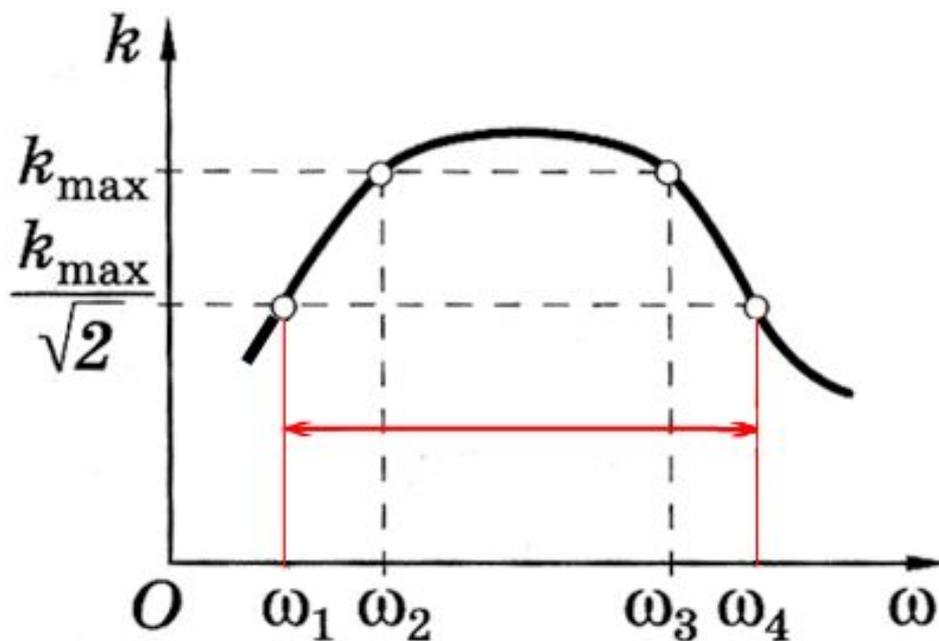
**Амплитудная характеристика усилителя** – это зависимость амплитуды выходного напряжения усилителя от амплитуды входного напряжения на некоторой неизменной частоте сигнала.



**Нелинейные (амплитудные) искажения** – это изменение формы кривой усиливаемых колебаний, вызванное нелинейными свойствами цепи, усиливающей колебания.

**Частотная характеристика усиления** – это зависимость коэффициента усиления от частоты  $k = f(\omega)$ . А гармонический сигнал усиливается без искажения если  $k = const$ .

**Линейные (или частотные) искажения** – это изменения сигнала в следствие зависимости коэффициента усиления от частоты.



$\omega_1 - \omega_4$  – полоса пропускания усилителя, в этом диапазоне сигнал практически не искажается.

# Предупреждение искажений сигнала

Для предупреждения частотных искажений следует использовать усилитель шириной пропускания полностью включающей диапазон регистрируемых частот колебаний.

Для предупреждения амплитудных искажений сигнала увеличивают линейный участок амплитудной характеристики усилителя.

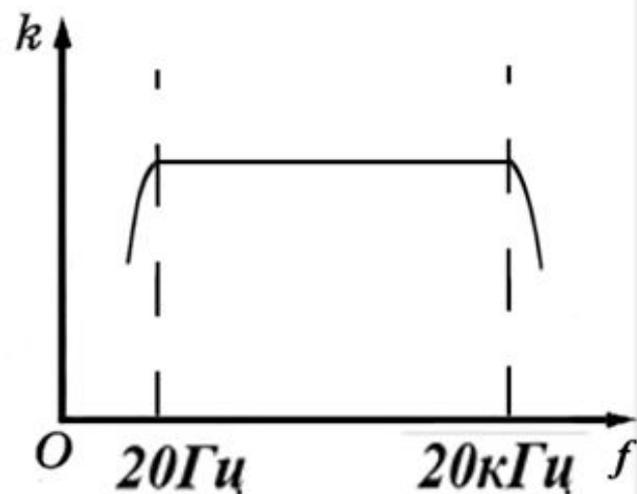
# Классификация усилителей

Классификация возможна по различным признакам.

- По характеру усиливаемых сигналов: усилители гармонических сигналов, импульсные усилители и т.д.
- По типу применения в конструкции усилителя активных элементов: транзисторные, интегральные, гибридные.
- По виду согласования выходного каскада усилителя с нагрузкой: трансформаторные и безтрансформаторные.
- По типу обработки входного сигнала и схеме построения выходного каскада усилителя.
- и т.д.

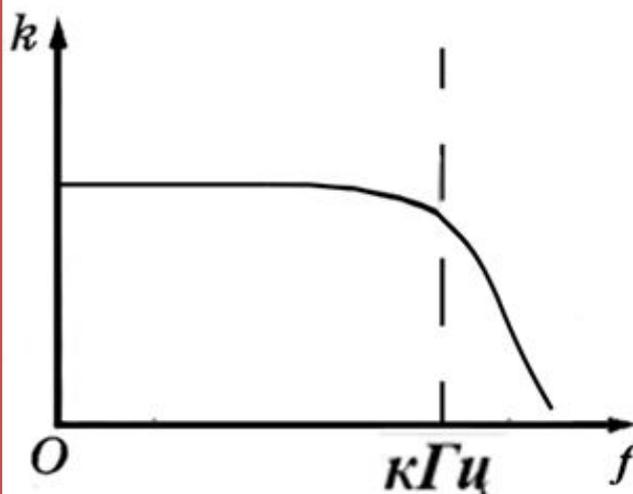
# Классификация по частному диапазону

1. Усилители низкой частоты (УНЧ).



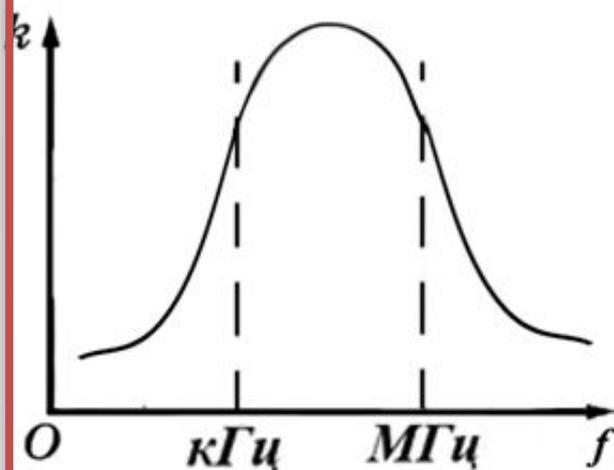
Диапазон звуковых частот. Применяют в радиосвязи.

2. Усилители постоянного тока (УПТ)



Рабочий диапазон частот включает нулевую частоту (постоянный ток).

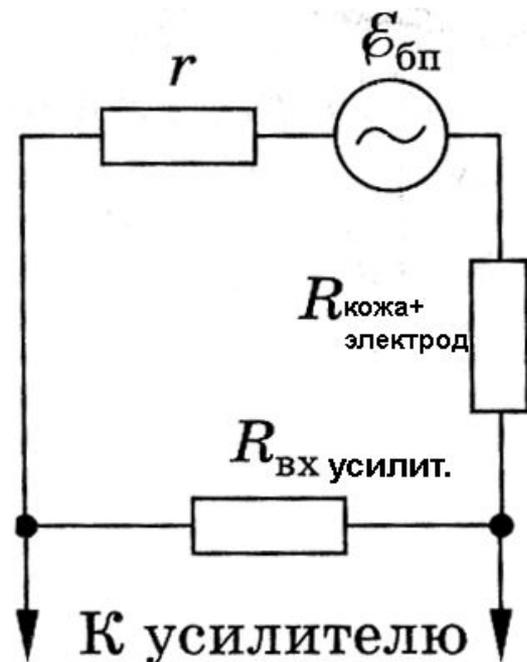
3. Избирательные (полосовые) усилители



Полосовой рабочий диапазон частот. Бывают узкополосные, широкополосные.

# Особенности усиления биоэлектрических сигналов

1. Высокое сопротивление биологической системы совместно с электродами.
2. Биопотенциалы – слабые сигналы.
3. Биопотенциалы – медленно изменяющиеся сигналы.
4. Наличие помех и артефактов.



$$\mathcal{E}_{\text{бп}} = Ir + IR_{\text{к+э}} + IR_{\text{вх}}$$

Бесполезное  
падение  
напряжения

Полезное  
регистрируемое  
напряжения

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

# Особенности регистрации биопотенциалов

Амплитуда биопотенциалов мала и лежит в диапазоне 0,01-3мВ. Для регистрации необходимо использование усилителей с коэффициентом усиления  $10^4 \div 10^6$ . Вследствие большого коэффициента усиления происходит значительное усиление и посторонних сигналов, поступающих на вход усилителя.

Посторонние сигналы, искажающие полезный сигнал называются **помехами**.

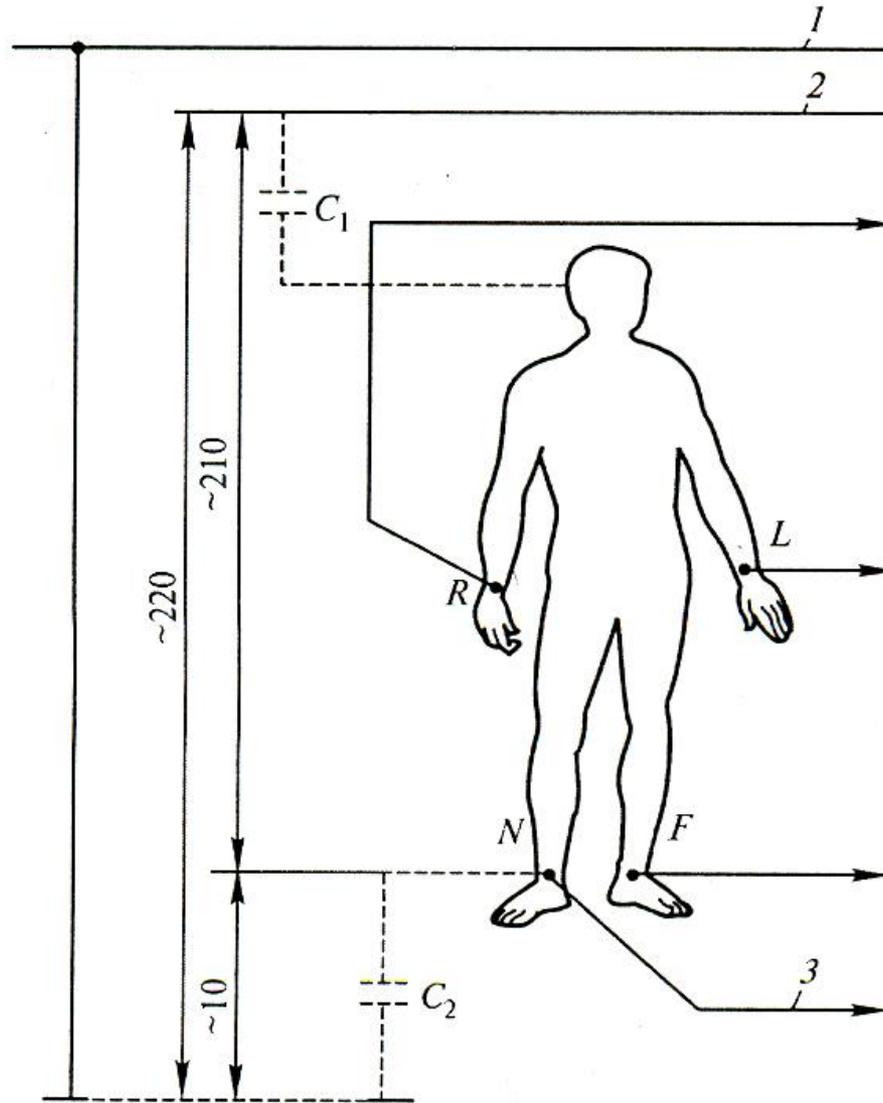
## ***Источники помех:***

- электромагнитные волны, приходящие по эфиру;
- переменные электромагнитные поля трансформаторов, являющихся составной частью усилителя;
- силовые и осветительные сети и т.д.

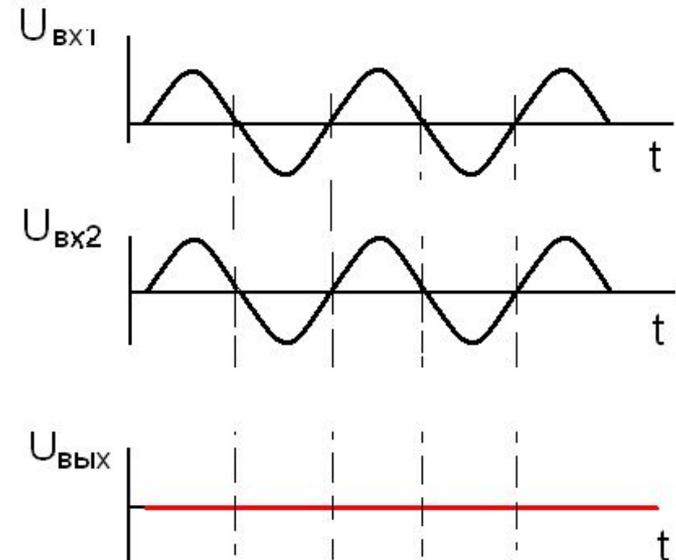
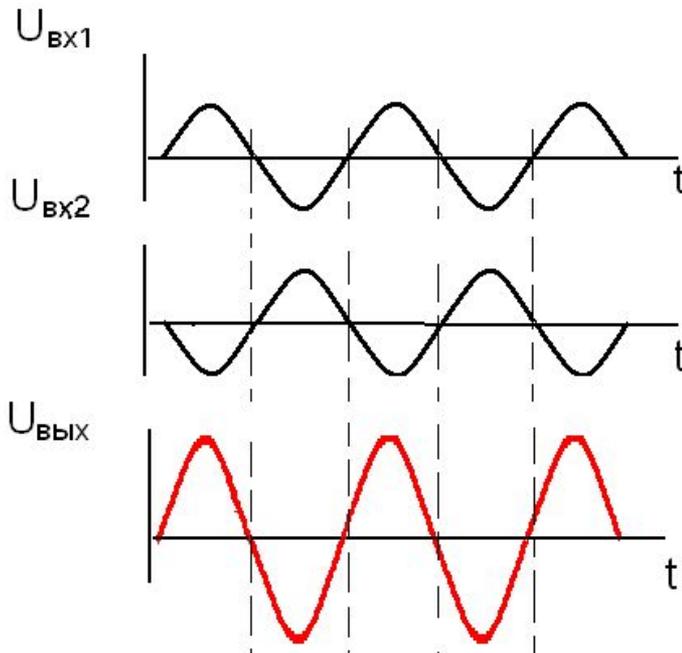
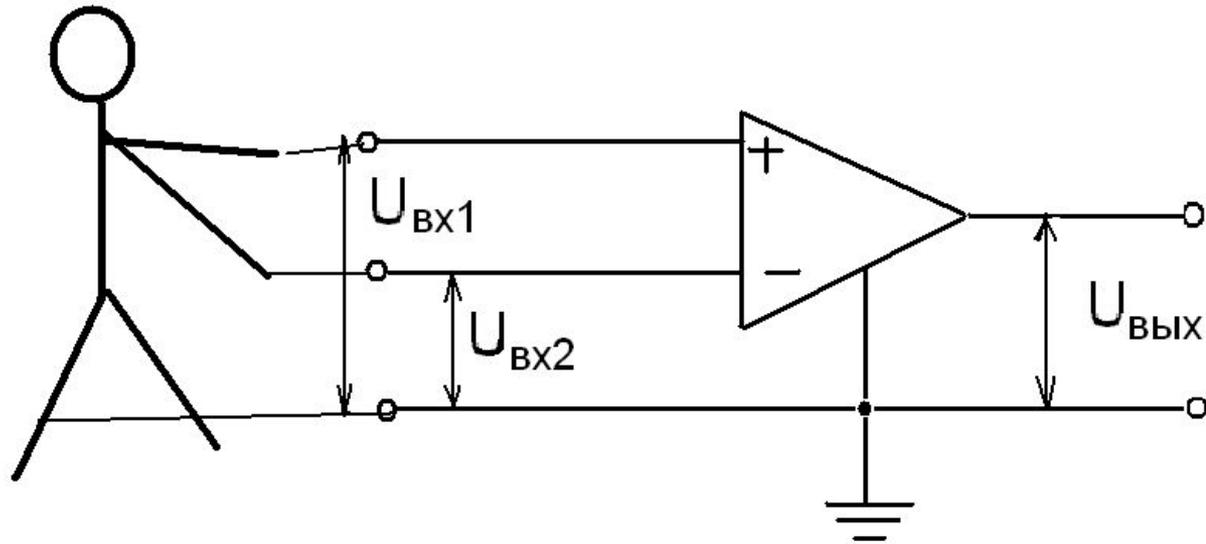
## ***Для борьбы с помехами применяют:***

- заземление
- экранирование
- балансные (дифференциальные усилители)

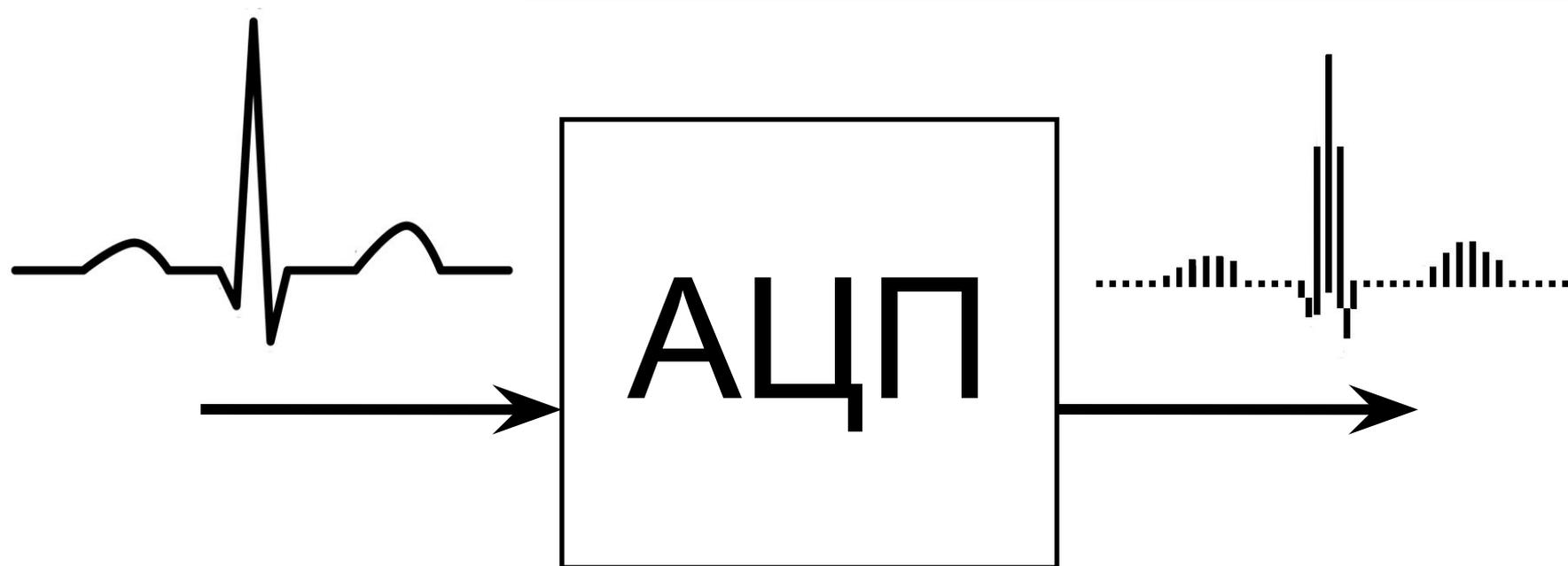
# Схема образования помех от переменного тока



# Схема подавления синфазной помехи

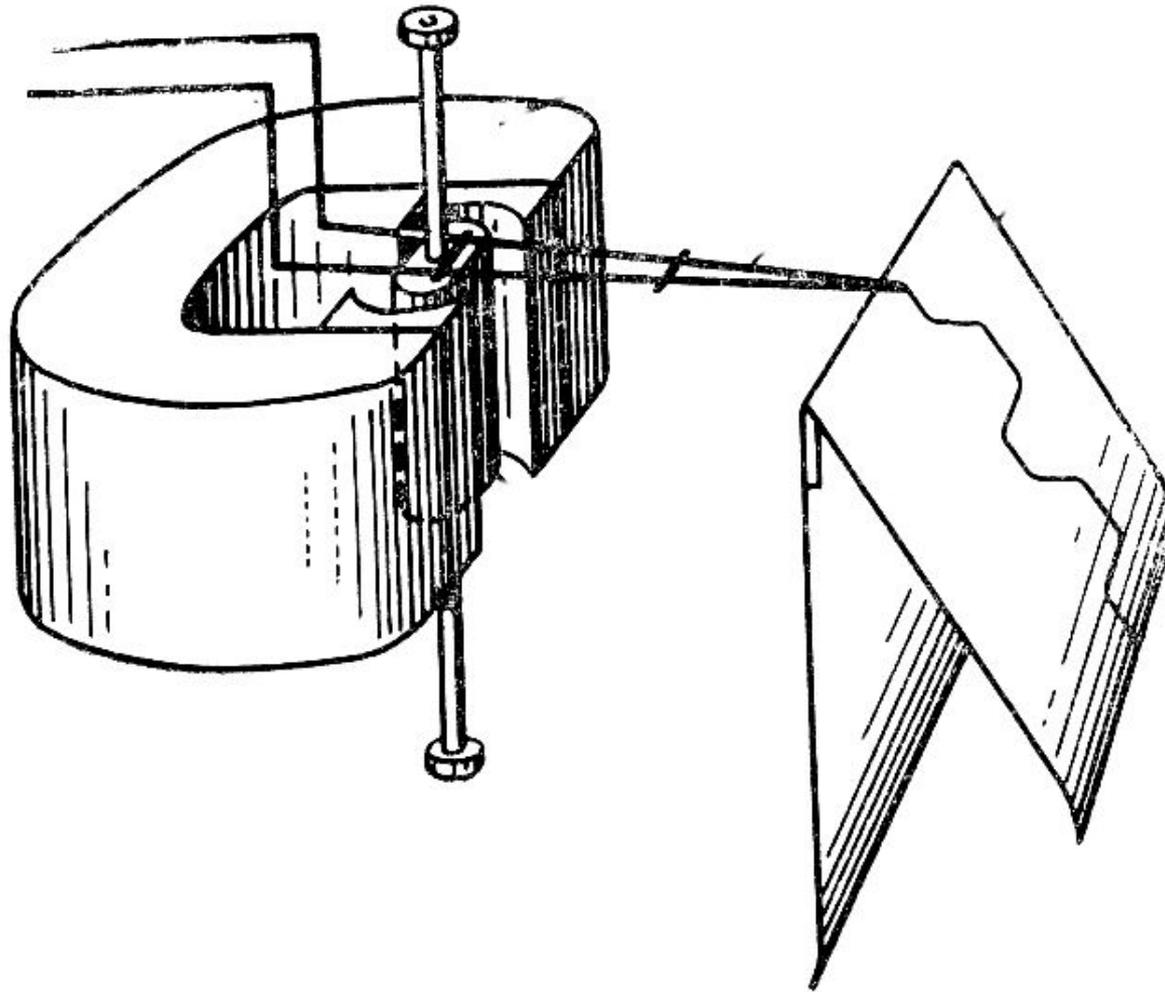


# Аналого – цифровой преобразователь (АЦП)



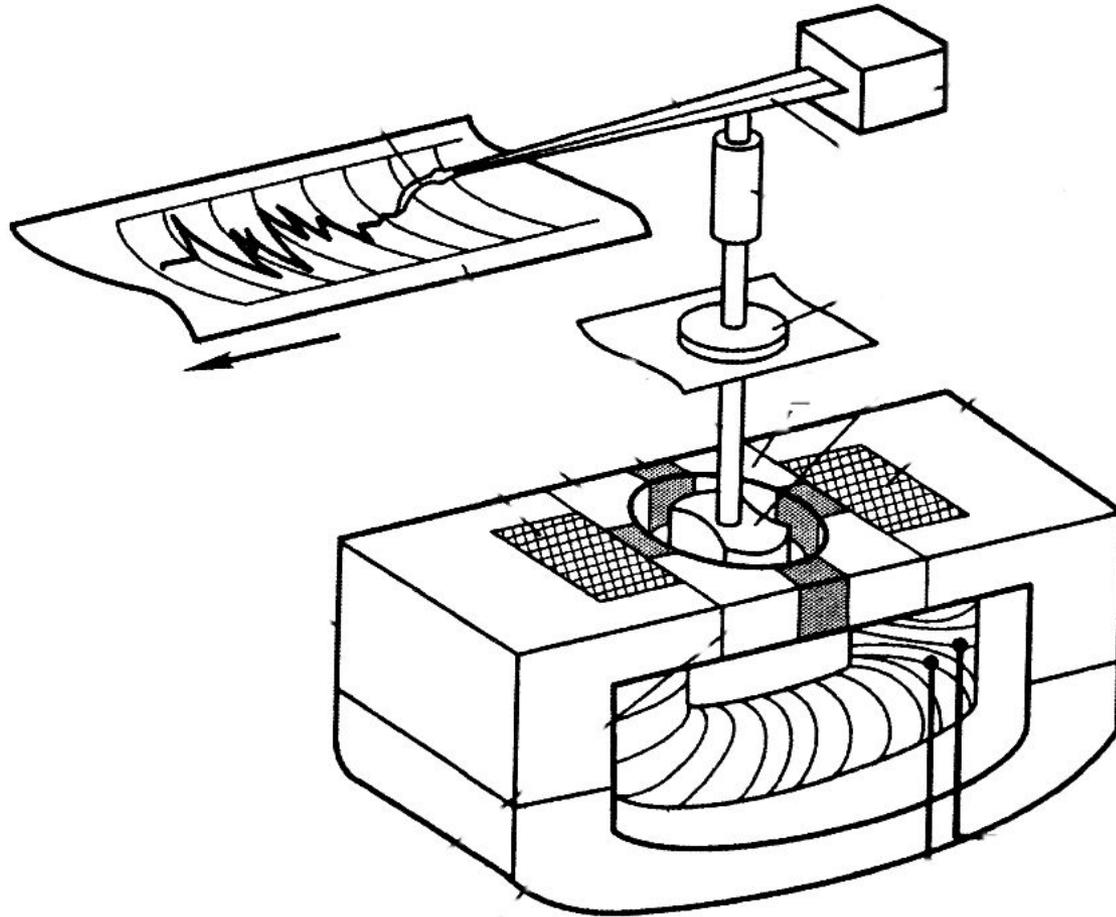
$$f_{кв} = 2 f_{в}$$

# Аналоговые регистрирующие устройства



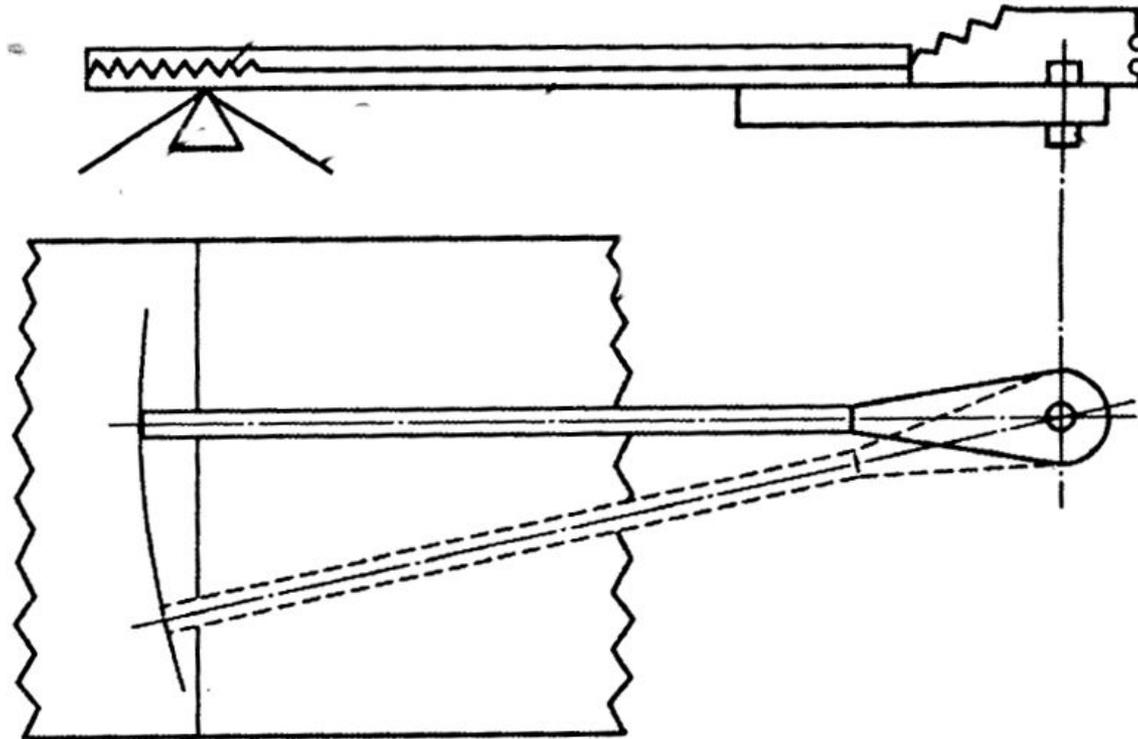
Магнитоэлектрический вибратор

# Аналоговые регистрирующие устройства



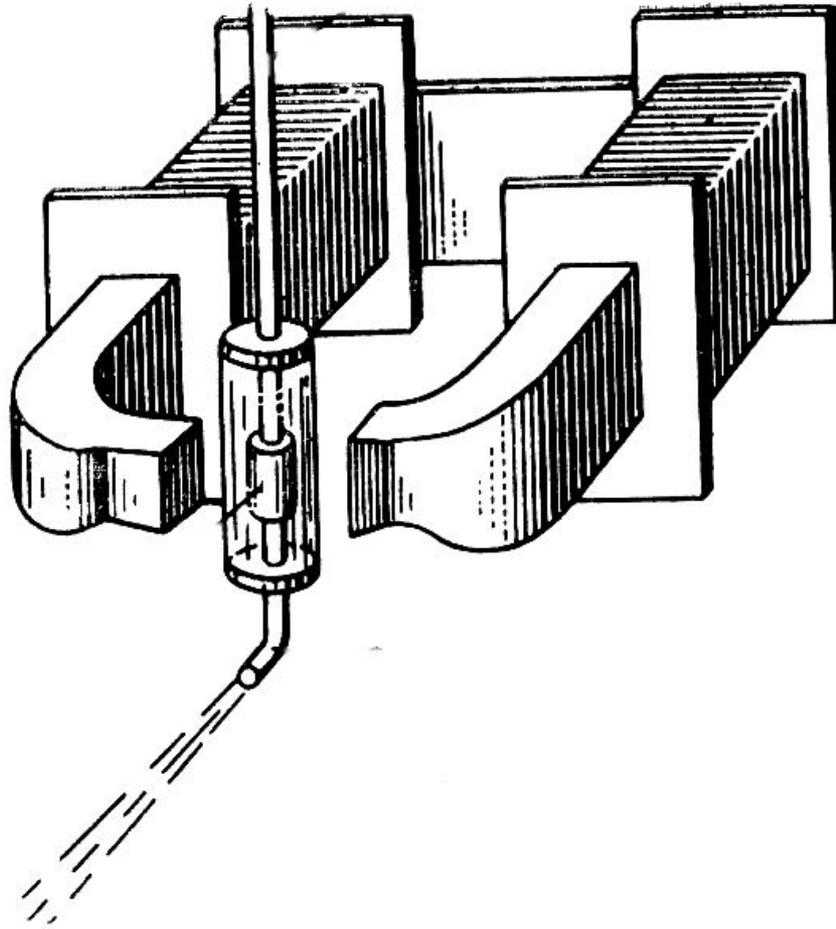
Электромагнитный вибратор

# Аналоговые регистрирующие устройства



Регистрирующее устройство с тепловой записью

# Аналоговые регистрирующие устройства



Струйный гальванометр

# Реография

Реография – диагностический метод определения кровенаполнения органов и тканей, основанный на регистрации изменения импеданса тканей организма.

