

Медицинская физиотерапевтическая аппаратура

Физиотерапия (от греч. *phýsis* – природа и терапия) – это научно-практическая дисциплина, изучающая лечебные свойства физических факторов и разрабатывающая методы их применения с лечебно-профилактической целью.

Теоретическая основа физиотерапии- **принцип нервизма** : идея о преимущественном значении нервной системы в регулировании физиологических функций и процессов, совершающихся в организме животных и человека.

Физические факторы вызывают в организме сложную адаптационную реакцию, формирующуюся по типу условно-безусловного рефлекса по тем же физиологическим механизмам, которые сложились в процессе эволюции организма и его взаимодействия с внешней средой.

Классификация частотных интервалов, принятая в медицине

Наименование диапазона	Частотные границы	Границы длин волн
Низкие (НЧ)	до 20 Гц	$15 \cdot 10^6 = 15 \text{ Мм}$
Звуковые (ЗЧ)	20 Гц - 20 кГц	$15 \cdot 10^6 - 15 \cdot 10^3 \text{ м}$
Ультразвуковые (УЗЧ)	20 кГц - 200 кГц	$15 \cdot 10^3 \text{ м} - 1,5 \cdot 10^3 \text{ м}$
Высокочастотные (ВЧ)	200 кГц - 30 МГц	$1,5 \cdot 10^3 \text{ м} - 10 \text{ м}$
Ультравысокие (УВЧ)	30 МГц - 300 МГц	10 - 1 м
Сверхвысокие (СВЧ)	300 МГц - 30 ГГц	1 м - 10 мм
Крайневысокие (КВЧ)	Свыше 30 ГГц	меньше 10 мм

Действие токов и полей на ткани организма



```
graph TD; A[Действие токов и полей на ткани организма] --> B[Тепловое]; A --> C[Специфическое];
```

Тепловое – нагревание происходит за счет выделения теплоты непосредственно внутри тканей.
Количество тепла зависит от частоты и свойств ткани. Изменяя частоту колебаний обеспечивают «термоселективное» нагревание.

Специфическое – заключается в различных внутримолекулярных физико-химических процессах, структурных перестройках, которые могут менять функциональное состояние клеток ткани.

С увеличением частоты тепловое действие уменьшается, а специфическое увеличивается.

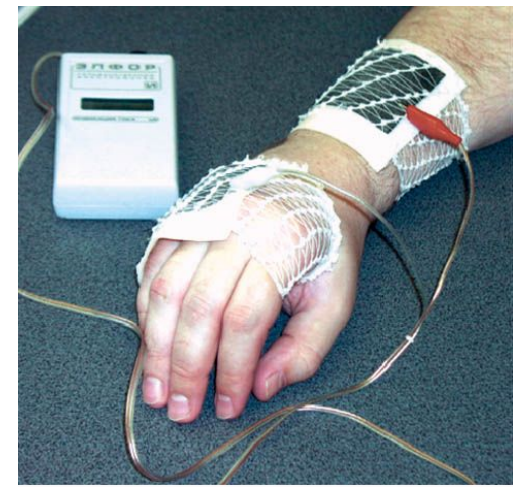
Гальванизация

Гальванизация (по имени Л. [Гальвани](#)), метод лечения **постоянным током** небольшой силы (до 50 мА), и напряжением 60-80 В.

Плотность тока от **0,01** до **0,1** $\frac{\text{мА}}{\text{см}^2}$ в зависимости от цели воздействия.

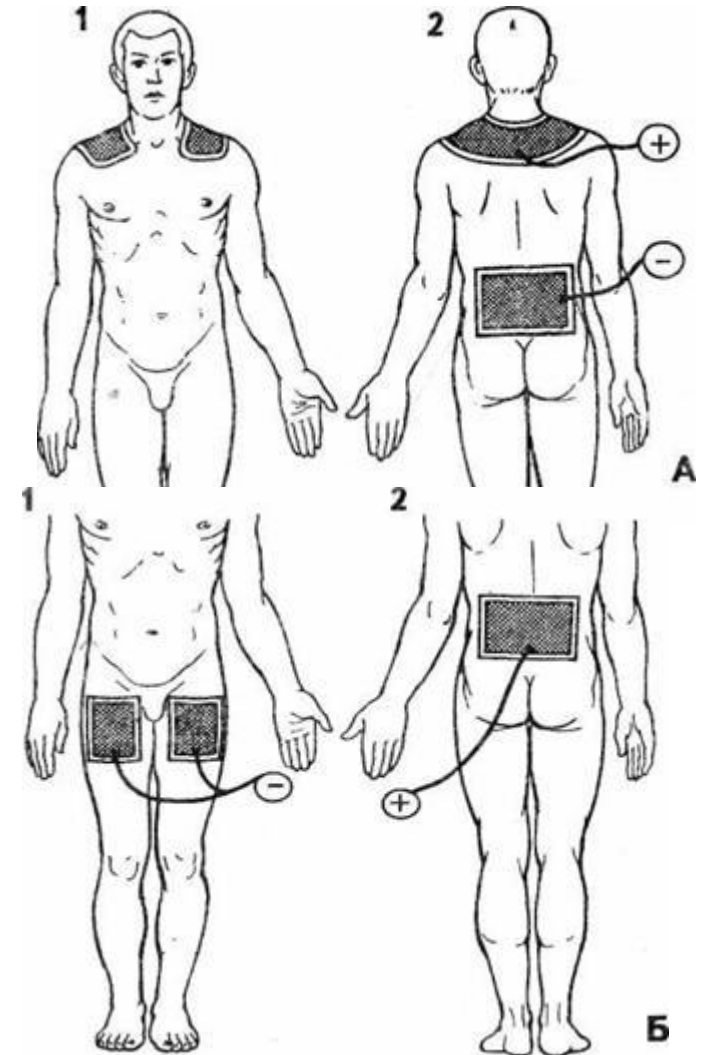
Применение

- Травмы
- Заболевание периферической нервной системы (радикулиты, невриты и др.)
- Хронические воспалительные процессы.
- Заболевания желудочно-кишечного тракта.
- Невротические состояния.
- Стоматологические заболевания.
- Переломы костей
- Заболевание глаз.
- И др.



Примеры гальванизации

Гальваническая 4х камерная ванна 2-х электродная гальванизация



- Аппарат электротерапии Поток-1 предназначен для профилактического и лечебного воздействия постоянным током на организм человека (гальванизации), а также для проведения лекарственного электрофореза.



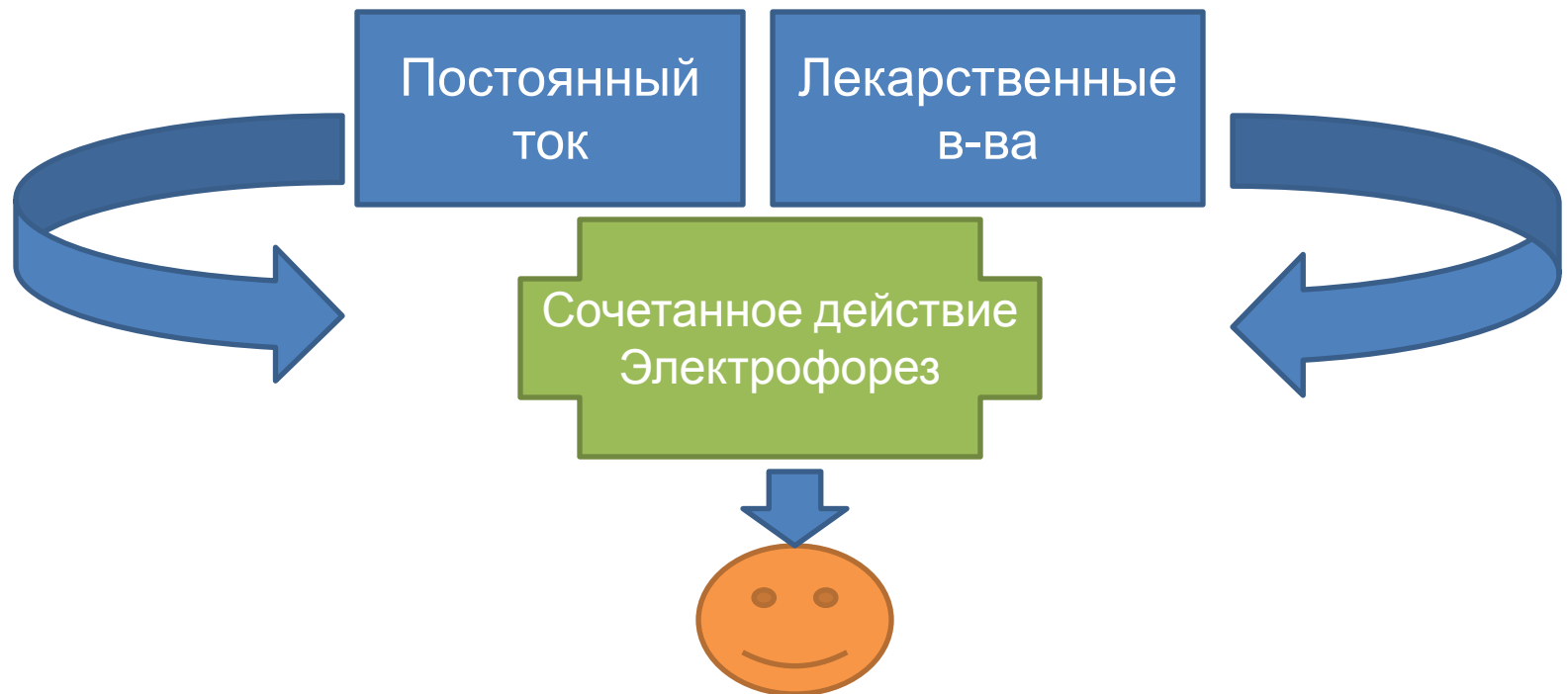
Важно

Если салфетки смочены физраствором – гальванизация
Если салфетки смочены лекарственным веществом – электрофорез

Электрофорез

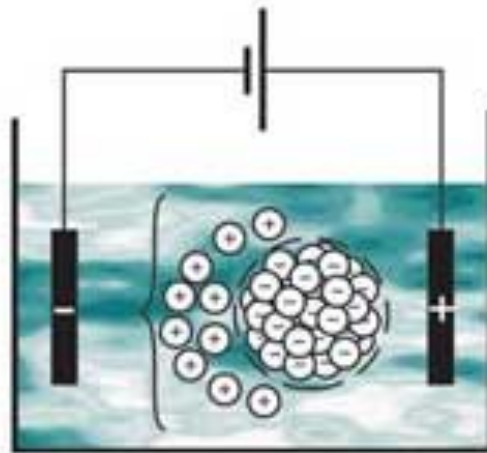
Лекарственный электрофорез - сочетанное воздействие на организм постоянного электрического тока и вводимого с его помощью лекарственного вещества.

При использовании данного метода к перечисленным выше механизмам биологического действия постоянного тока добавляются лечебные эффекты введенного им конкретного лекарственного вещества.



Электрофорез в физиотерапии

Наиболее проницаема для ионов кожа лица, живота, предплечий, поясничной области, бедер и голеней.



Применяются :

- Травмы.
- Плекситы, невриты и др.
- Гастриты, колиты и др.
- Воспалительные процессы в различных тканях и органах.
- Пародонтоз, глоссалгия (боли в языке).
- Заболевания сердечнососудистой системы.
- Туберкулез.

Таблица активных электродов

С анода

Кальций

Магний

Натрий

Новокаин (из хлористой соли)

Хинин

С катода

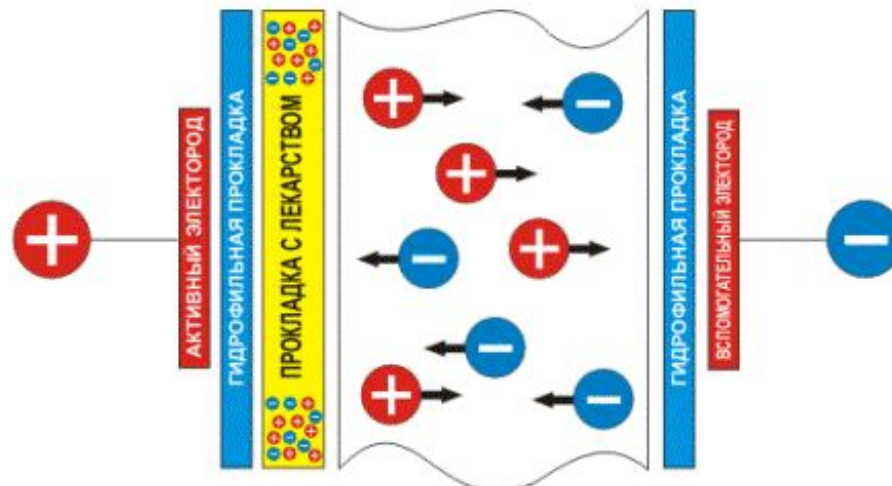
Хлор

Бром

Йод

Пенициллин (из натриевой или калиевой соли)

Радикал салициловой



Достоинства и недостатки электрофореза



Достоинства

- 1) лекарственное вещество действует на фоне измененного под влиянием тока электрохимического режима клеток и тканей;
- 2) лекарственное вещество поступает в виде ионов, что повышает его фармакологическую активность;
- 3) образование "кожного депо" увеличивает продолжительность действия лекарственного средства;
- 4) высокая концентрация лекарственного вещества создается непосредственно в патологическом очаге;
- 5) не раздражается слизистая оболочка желудочно-кишечного тракта;
- 6) обеспечивается возможность одновременного введения нескольких (с разных полюсов) лекарственных веществ.



Недостатки

- 1) не все препараты могут быть использованы для введения методом электрофореза;
- 2) нет возможности создать большую концентрацию лекарственного вещества;
- 3) невозможно определить точную концентрацию лекарственного вещества в организме.

Франклинизация (электростатический душ)

Действующий фактор — постоянное электрическое поле высокого напряжения.
Происходит ионизация воздуха, поляризация молекул диэлектрических тканей организма и появление микротоков в тканях электролитах.

Показания:

- Функциональные заболевания нервной системы
- Физическое, умственное переутомление
- Раны, язвы, ожоги.
- и др.

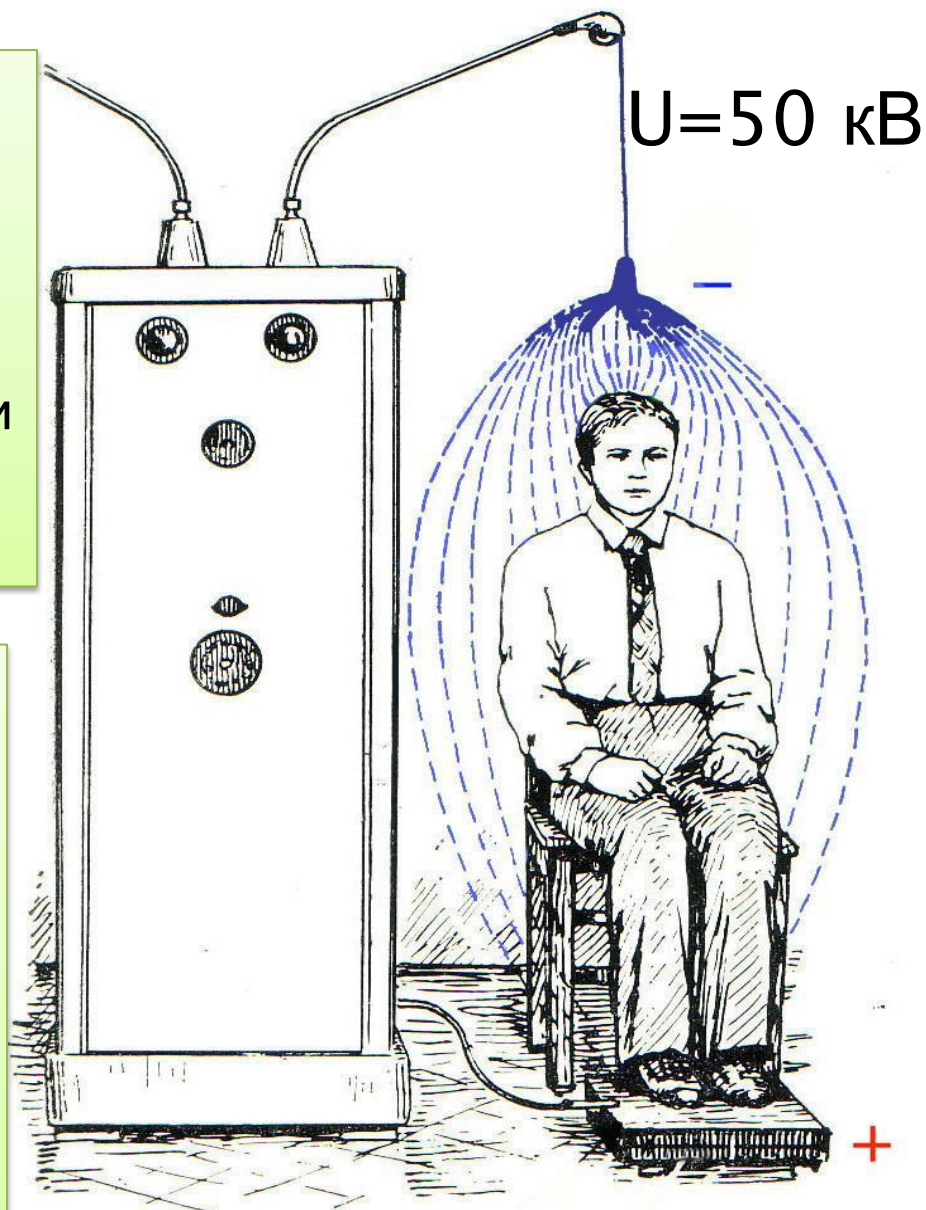


Таблица. Значения наименьшего ионизационного потенциала, соответствующего отрыву внешних электронов, для некоторых газов

Газ	$\varphi_u, В$
Пары натрия	5,1
Пары ртути	10,4
Кислород	12,5
Углекислый газ	14,4
Азот	15,5
Водород	15,6
Гелий	21,5

Аэроионы - это атомы и молекулы газов воздуха, потерявшие или приобретшие электроны

Отрицательные аэроионы

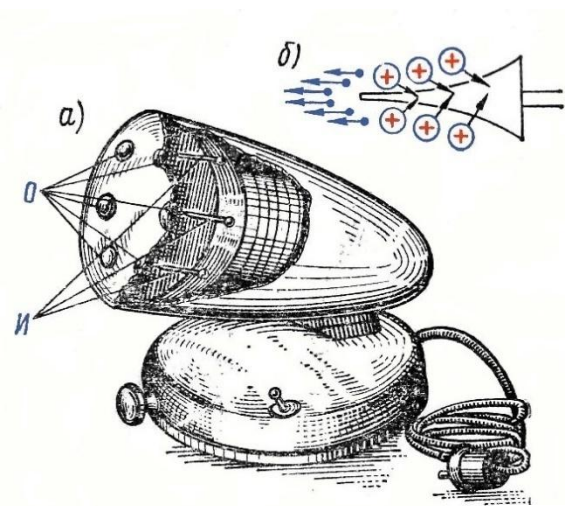
(атомы и молекулы, с «лишним» электроном)

Способствуют нормализации обмена веществ в организме человека, снижению утомляемости, нормализации кровяного давления, повышению сопротивляемости организма. Воздух лесных массивов и альпийских лугов содержит до 15000 отрицательных аэроионов кислорода в одном кубическом сантиметре. В жилых и производственных помещениях число таких аэроионов в одном куб. сантиметре достигает только 90-150-единиц.

Положительные аэроионы

(атомы и молекулы, утратившие электрон) приводят к возникновению у людей негативных явлений: переутомление, головная боль, нервозность, потеря иммунологических сил и т.п

Виды аэроионизаторов



иа

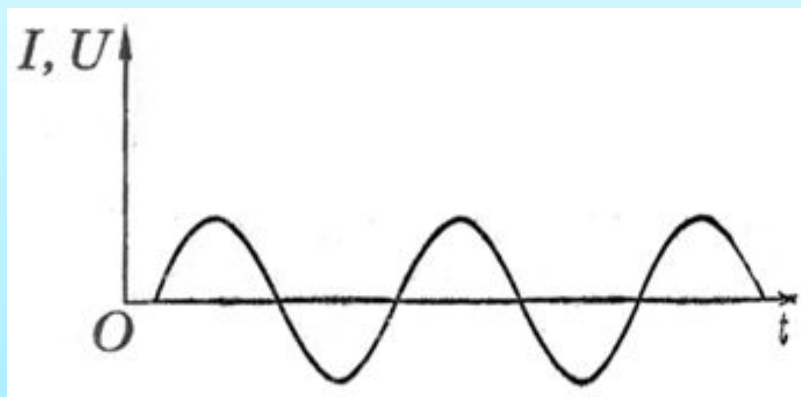


Генераторы электрических колебаний

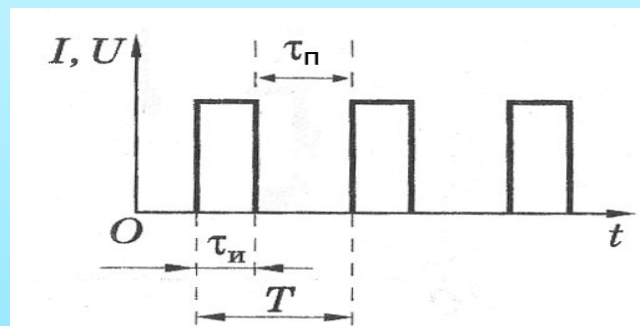
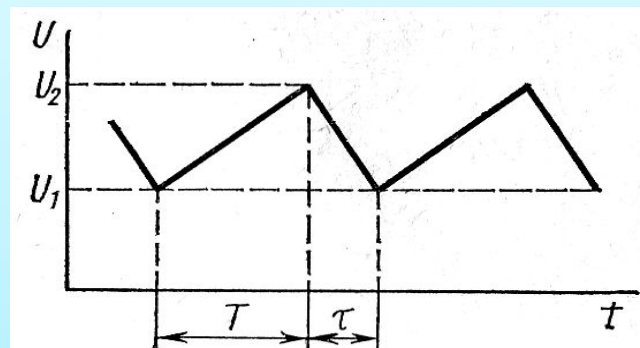
Генератор – устройство, создающее электромагнитные колебания постоянной амплитуды.

По форме генерируемых колебаний подразделяются на:

Генераторы **гармонических (синусоидальных)** колебаний.

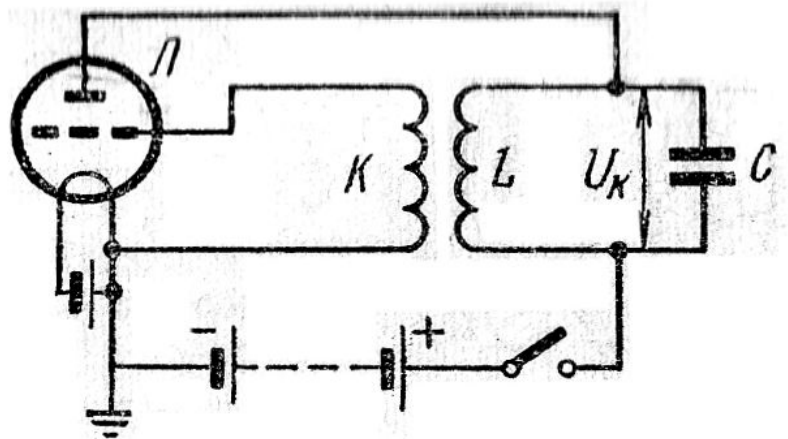
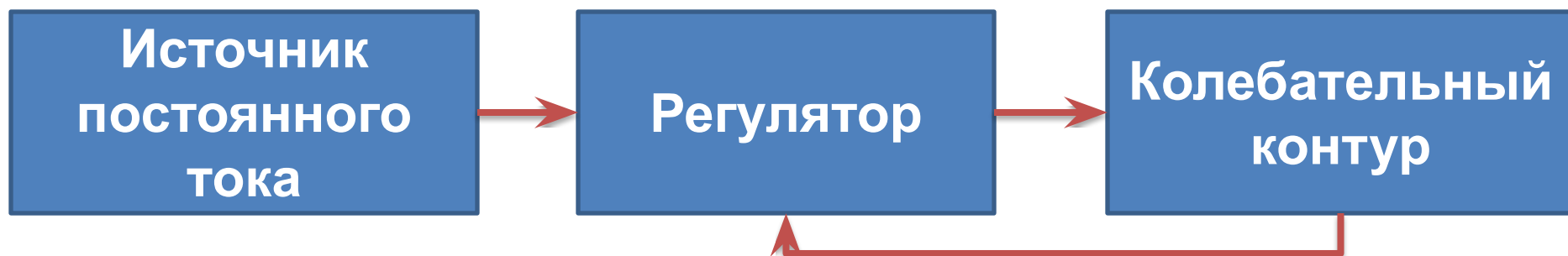


Генераторы **импульсных (релаксационных)** колебаний.



Автогенераторы

Автогенератор – устройство, в котором осуществляется преобразования энергии постоянного тока в энергию переменного тока без подведения к нему внешнего переменного напряжения.



Цепь обратной
связи

Генераторы

В медицине электронные генераторы находят **три основных применения:**

1 в электронных стимуляторах;

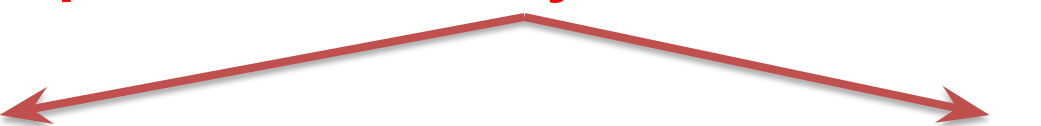
2 в физиотерапевтической электронной аппаратуре;

3 в диагностических приборах.

Импульсные токи

При помощи электрических импульсов можно восстановить деятельность органа, утратившего нормальную функцию. Электрический ток имитирует физиологические нервные импульсы и имеет как управляющее так и терапевтическое воздействие.

Применение импульсных токов:



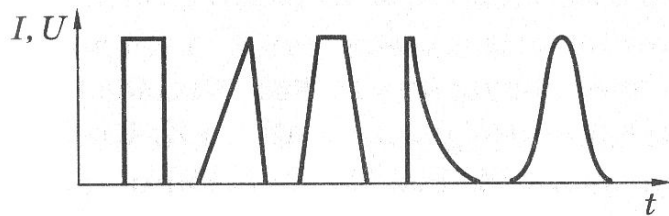
1) Электродиагностика:
метод определения функционального состояния нервных стволов или мышц при помощи раздражения импульсным электрическим током.

2) Электротерапия:

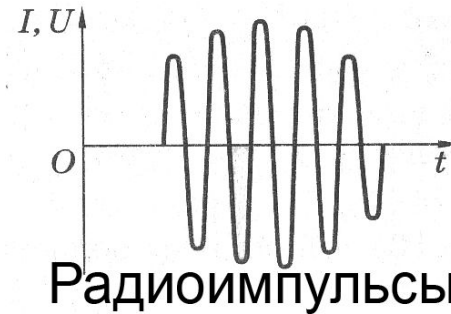
- электростимуляция (кардиостимуляторы, дефибрилляторы, стимуляторы мышц и др.)
- электросон,
- прочие лечебные процедуры.

Импульсный сигнал и его параметры

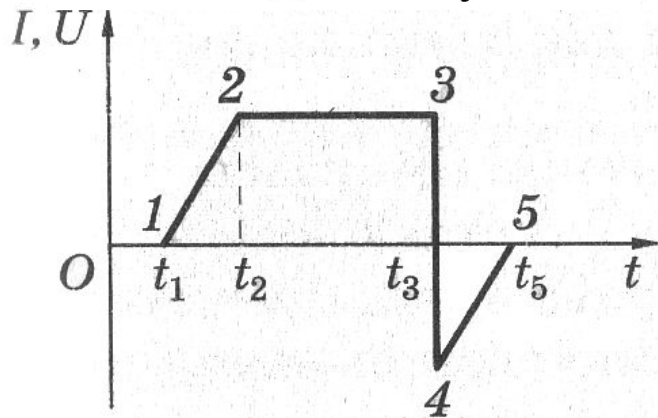
Импульсный сигнал – это кратковременное изменение электрического напряжения или силы тока.



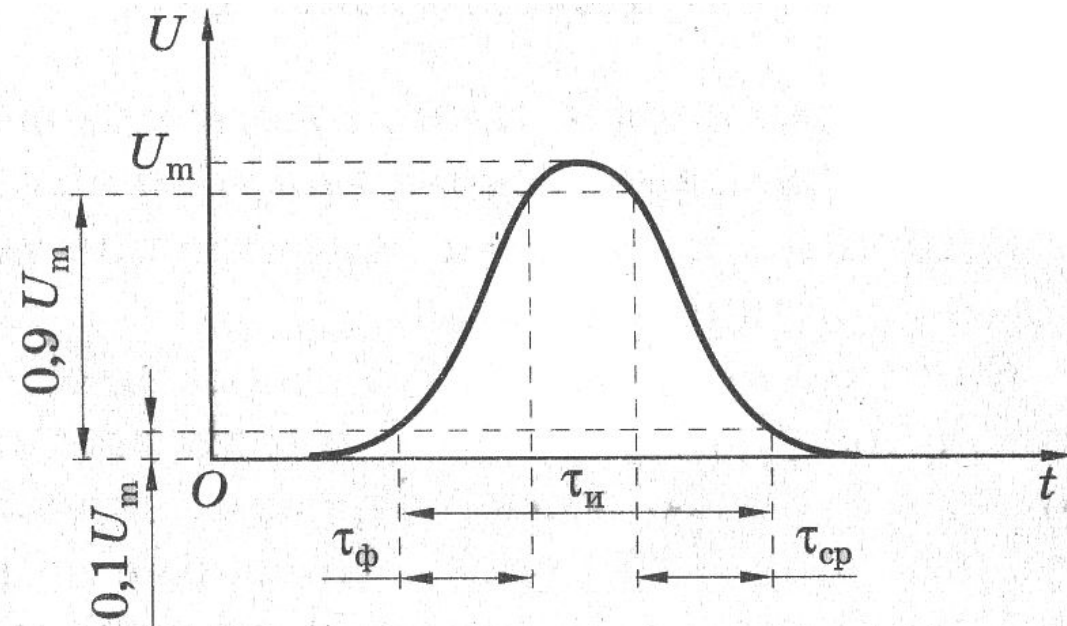
Видеоимпульсы



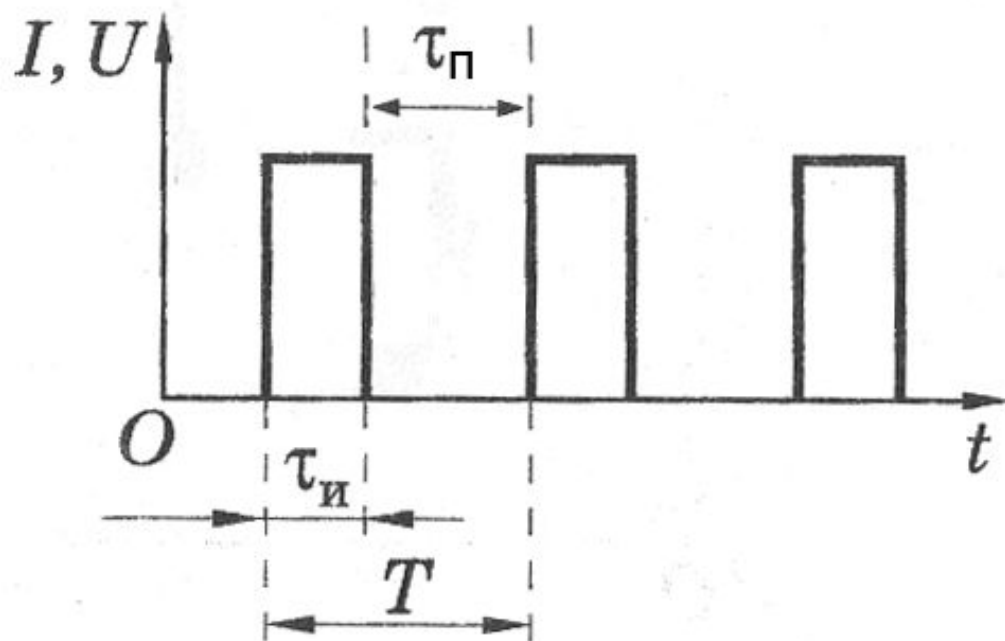
Радиоимпульсы



- 1 – фронт;
- 2 – 3 вершина;
- 3 – 4 срез (задний фронт);
- 4 – 5 хвост.



Параметры импульсного тока



$$T = \tau_{и} + \tau_p$$

Скважность следования импульсов:

$$Q = \frac{T}{\tau_{и}}$$

Коэффициент заполнения:

$$K = \frac{1}{Q}$$

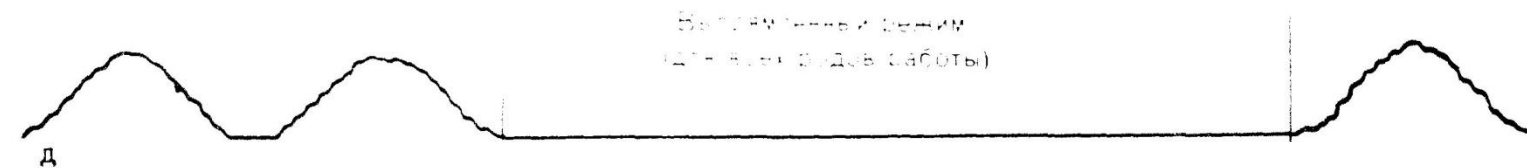
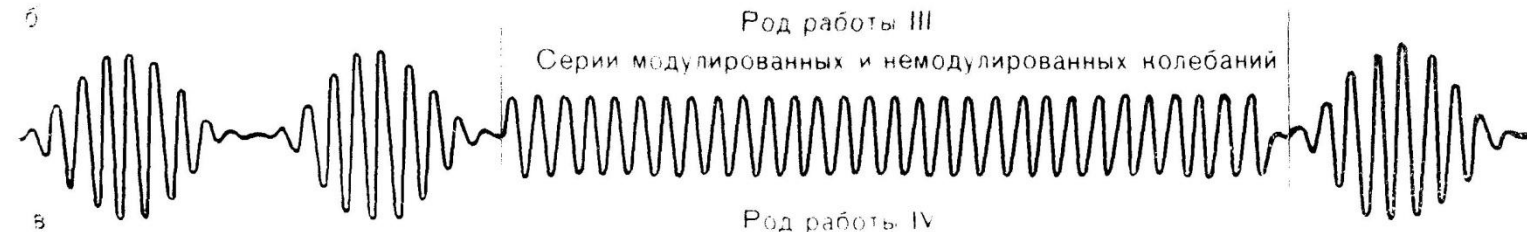
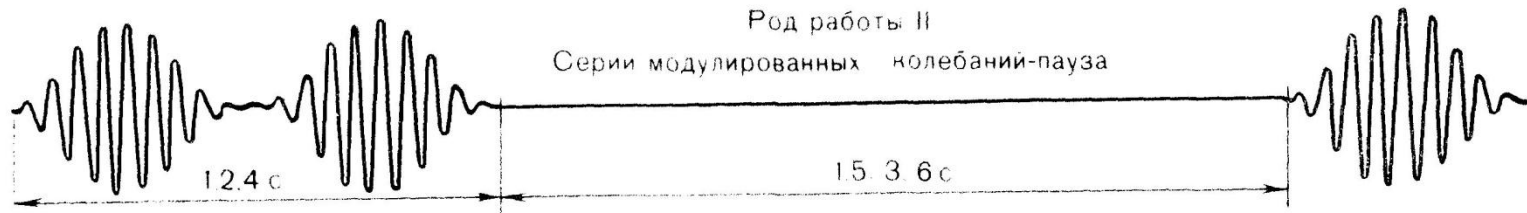
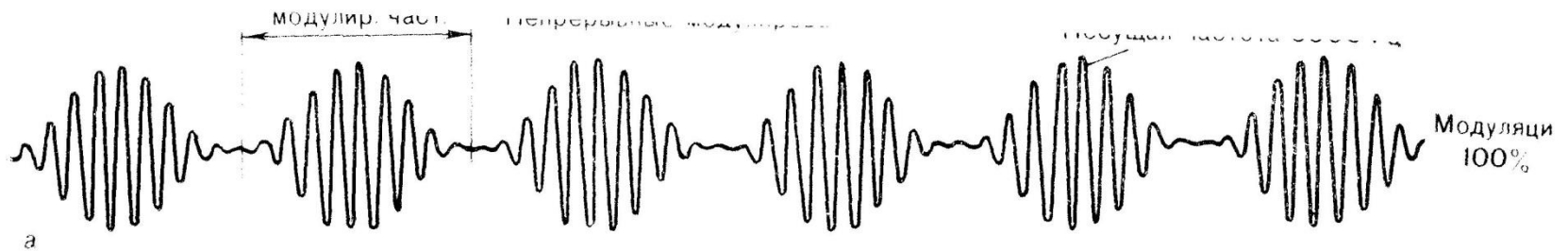
Амплипульстерапия

- это лечебное воздействие на организм синусоидальными переменными токами частотой 5 кГц, модулированными колебаниями низкой частоты 10-150 Гц. Частота модуляции совпадает с частотой биотоков, возникающих в процессе жизнедеятельности тканей и органов.



Аппарат низкочастотной терапии «Амплипульс-5»

Модулированные синусоидальные токи

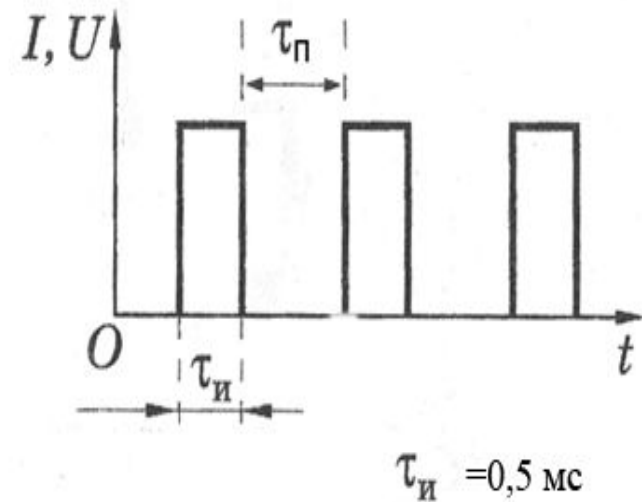


Электростимуляция мышц



Электросон

Действующим фактором являются повторяющиеся импульсы тока постоянного напряжения до 50 В, малой длительности 0.5 мс, частотой от 5 до 150 Гц и слабой силы, которые вызывают торможение клеток коры головного мозга, а также оказывают стимулирующее действие на клетки подкорковых отделов. Используют специальные электроды, которые накладываются на закрытые глаза.

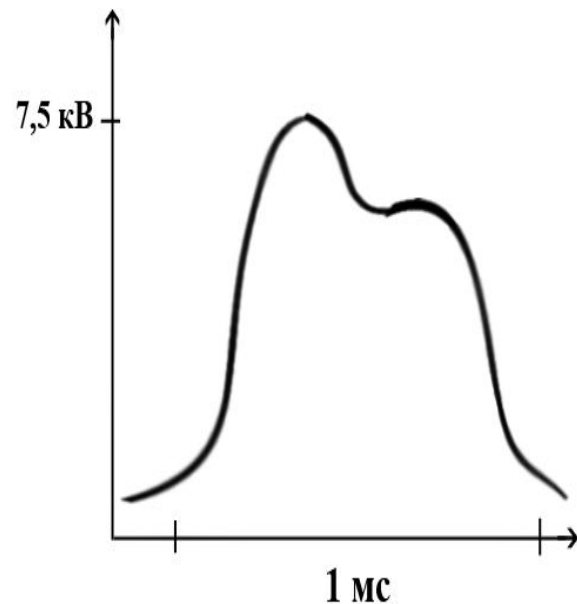


Дефибриллятор

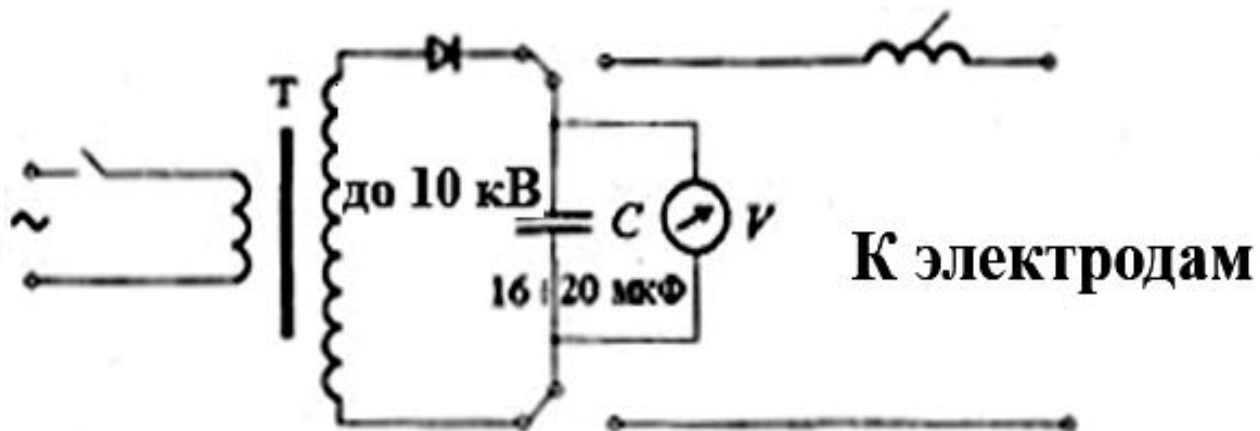
Фибрилляции сердца – разрозненные не синхронизированные сокращения мышц миокарда.

Для успешной дефибрилляции необходимо пропускать ток более 1 А с длительностью импульса до 0,001 с.

При закрытой грудной клетке ток до 10 А.



Катушка индуктивности



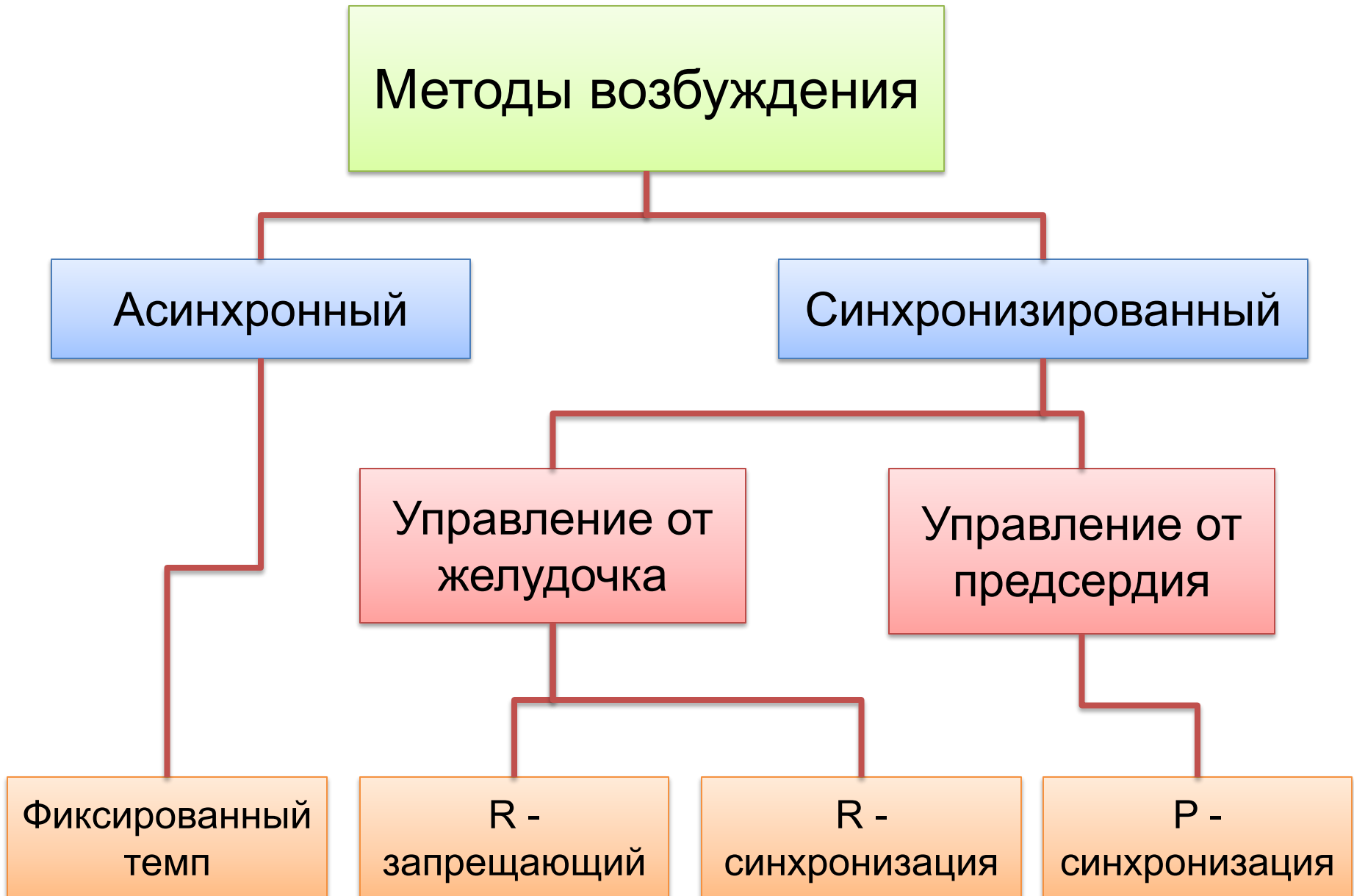
Типы и устройство кардиостимуляторов

Прибор позволяющий генерировать искусственные стимулирующие импульсы и подавать их на сердце, называется **кардиостимулятором**. Он состоит из импульсного генератора и электродов. Предназначен для нормализации нарушенного и восстановления утраченного ритма сердечной деятельности в условиях скорой помощи и в клинической практике.

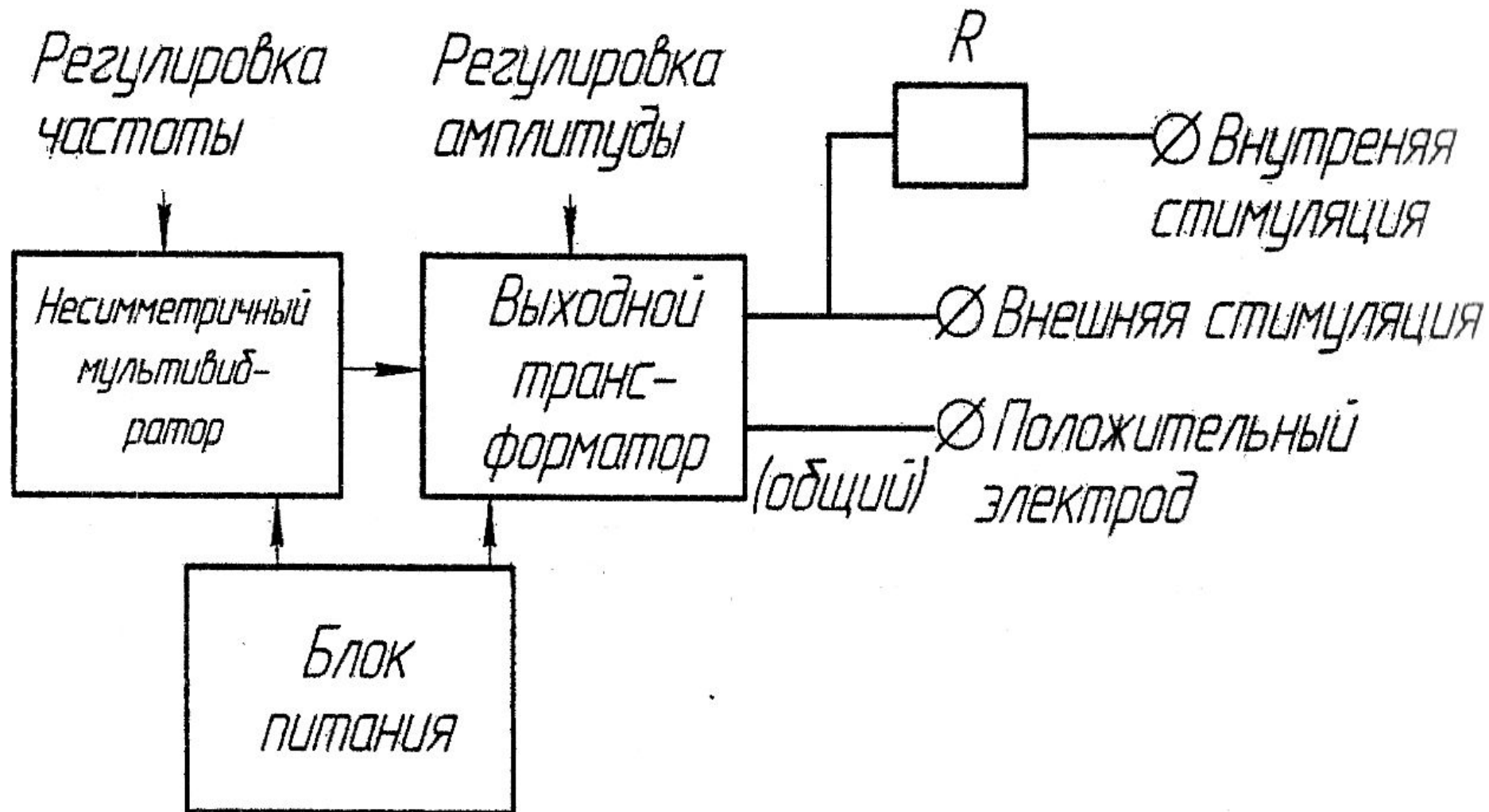
Виды кардиостимуляторов:

- Внешние
- Имплантируемые

Кардиостимуляторы



Блок-схема кардиостимулятора



Виды кардиостимуляторов

Стационарный



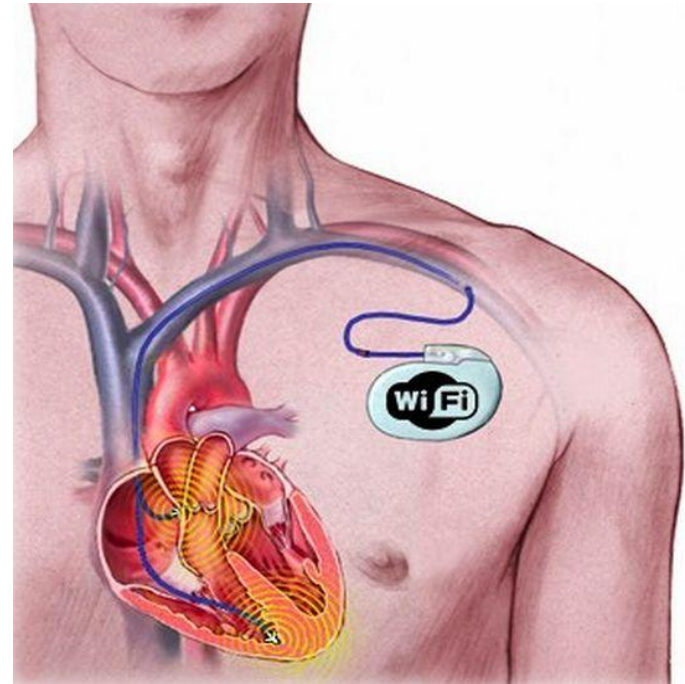
На экране наблюдают форму импульсов на выходе аппарата

Параметры импульсов и их частота могут регулироваться

Носимый



Имплантируемый



Используют генератор, специальные, длительно-функционирующие источники питания, и генераторы не потребляющие энергию в паузе между импульсами

УЗ-терапия

Высокоэффективный метод физиотерапии.
В УЗ-терапии используются механические колебания частотой 22 - 44 кГц, 880 кГц и 2640 кГц.

Основное действие

Механическое- обусловлено колебанием частиц ткани, своеобразный “микро массаж”
Повышается проницаемость клеточных мембран.

Тепловое- нагрев мышечных и особенно костных тканей.

Изменение диффузных процессов, скорости биохимической реакций.

Физико-химическое- активирование окислительно-восстановительных процессов, образование биологически активных веществ

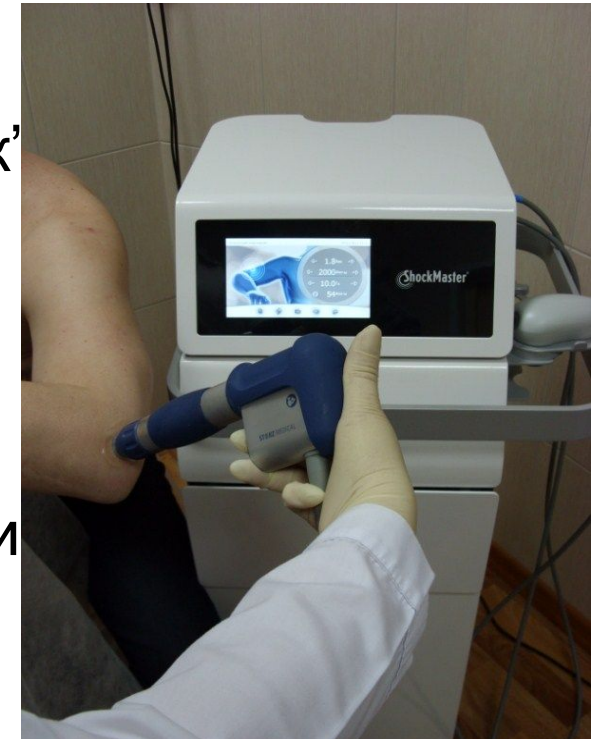
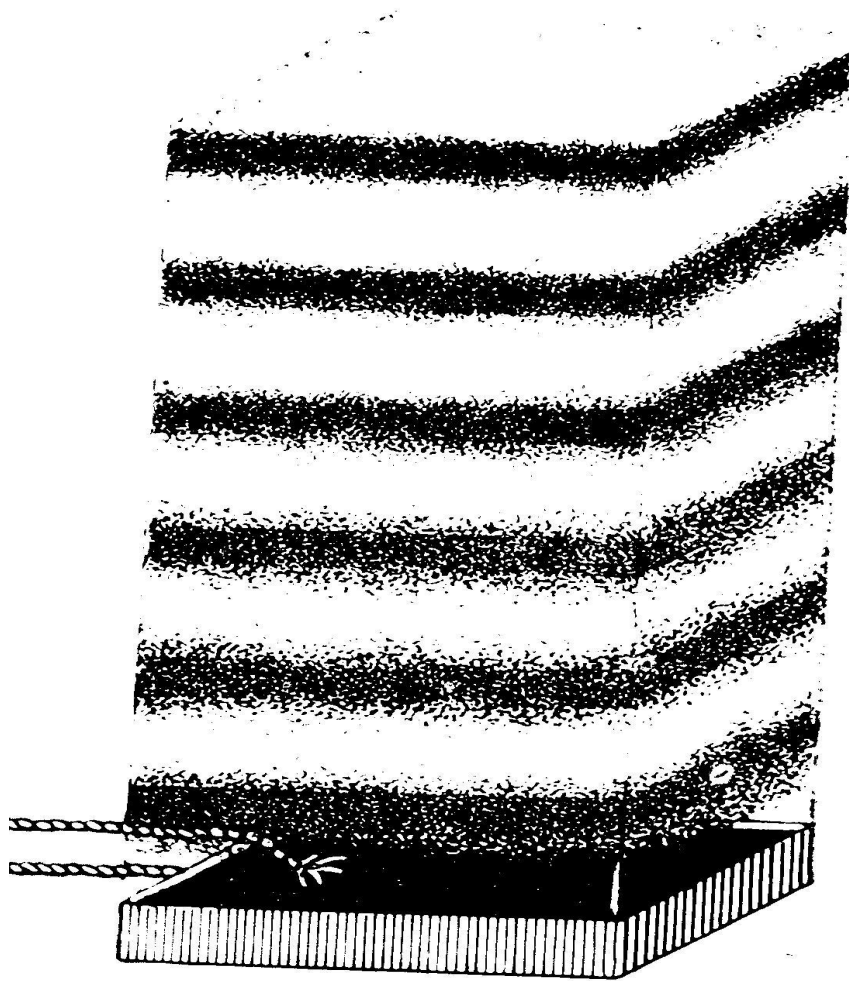


Схема образования УЗ волны



УЗ-терапия

Показания при лечении заболеваний:

- Воспаления суставов.
- Периферической нервной системы.
- Травмы.
- Легких, бронхов, туберкулеза.
- Спаечная болезнь после операций.
- ЖКТ.
- Уха, горла, носа.
- И др.



УЗ литотрипсия- (дистанционная ударно-волновая литотрипсия (ДУВЛ)) - дробление твердых конкрементов с помощью УЗ.

Малотравматичный, высокоэффективный, неинвазивный метод лечения мочекаменной болезни.

Принцип этого метода лечения заключается в использовании ударных волн для разрушения камней. Это позволяет раздробить камень на более мелкие фрагменты, которые могут легче выйти через мочеточник для метода литотрипсии

характерно меньшее число осложнений по сравнению с другими оперативными способами, характерен более короткий период восстановления, а также в двое короче срок болевых



Лечебное применение высокочастотных токов и полей

Метод	Действующий фактор	Глубина проникновения
Дарсонвализация	Переменный ток и электрический разряд между кожей пациента и электродом.	
Электрохирургия (диатермокоагуляция – «сваривание», диатермотомия – рассечение)	Переменный электрический ток	
Индуктотермия	Высокочастотное магнитное поле	
УВЧ-терапия	Переменное электрическое поле	11-12 см
СВЧ-терапия	Электромагнитное излучение	ДМВ 9 -11 см СНВ 3 - 5 см
КВЧ-терапия	Электромагнитное излучение	< 1 мм

Высокочастотные токи. Дарсонвализация



Д'Арсонваль Жак Арсен (1851-1940)

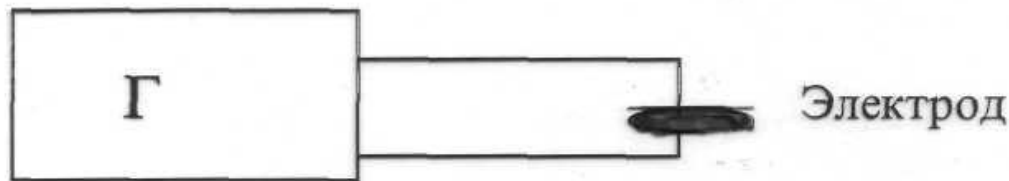
Метод назван по имени его создателя – французского физиолога и физика Жак Арсен Д'Арсонваля.

Высокочастотный ток подводится к пациенту через вакуумный или заполненный графитом стеклянный электрод. Тепло выделяемое в основном в поверхностных тканях.

Высокочастотные токи. Дарсонвализация

Для местной дарсонвализации применяют ток частотой 100—400 кГц, напряжение 25 - 30 кВ, сила тока 10 - 15 мА.

Действующий фактор - ток высокой частоты и электрический разряд.



Первичный механизм действия ~ высокочастотные колебания ионов тканей с образованием тепла, а электрический разряд, кроме теплового, оказывает воздействие на рецепторы кожи.

Первичный физический эффект - нагревание участков ткани приводит к расширению поверхностных кровеносных сосудов и увеличению по ним кровотока.

Диатермия используется для хирургических целей:

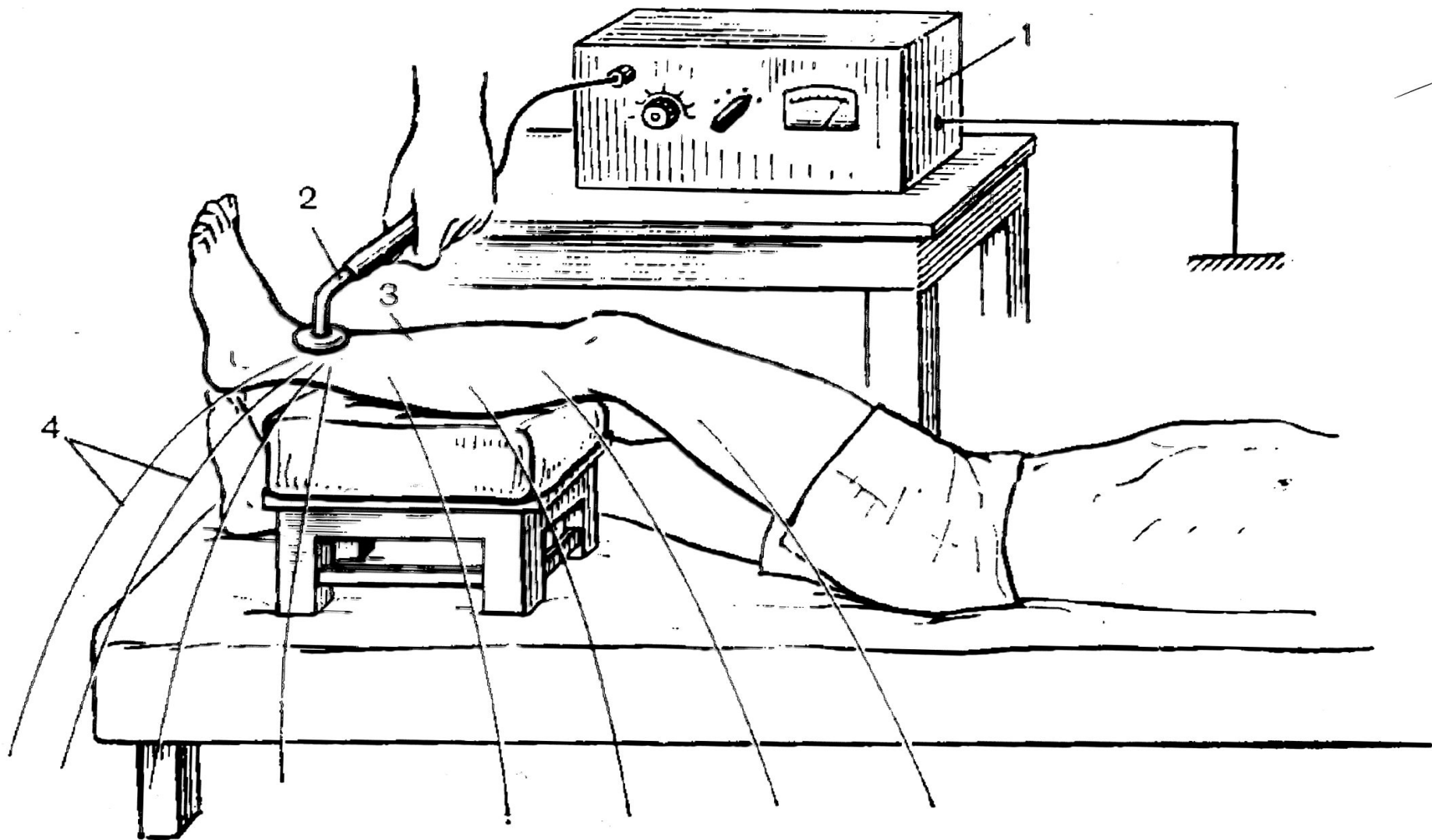
диатермокоагуляция - сваривание тканей (плотность тока 6-10 мА/мм²); диатермотомия - рассечение тканей (до 40 мА/мм²)

Количество теплоты, выделяющееся за 1 с в 1м³:

$$q=j^2 \rho$$

j - плотность тока, ρ - удельное сопротивление.

Схема проведения местной дарсонвализации

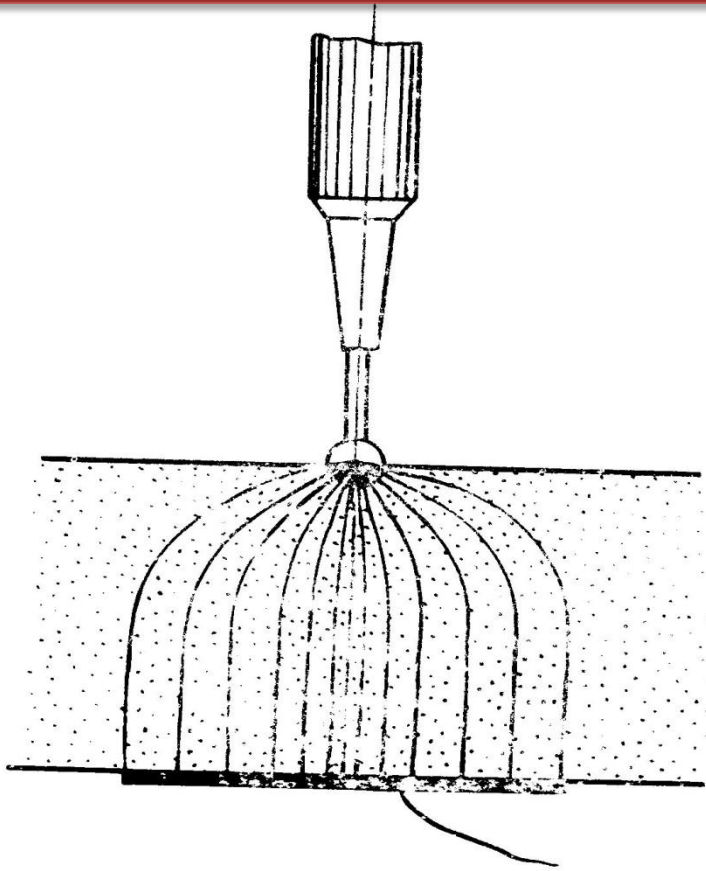


Электрохирургия

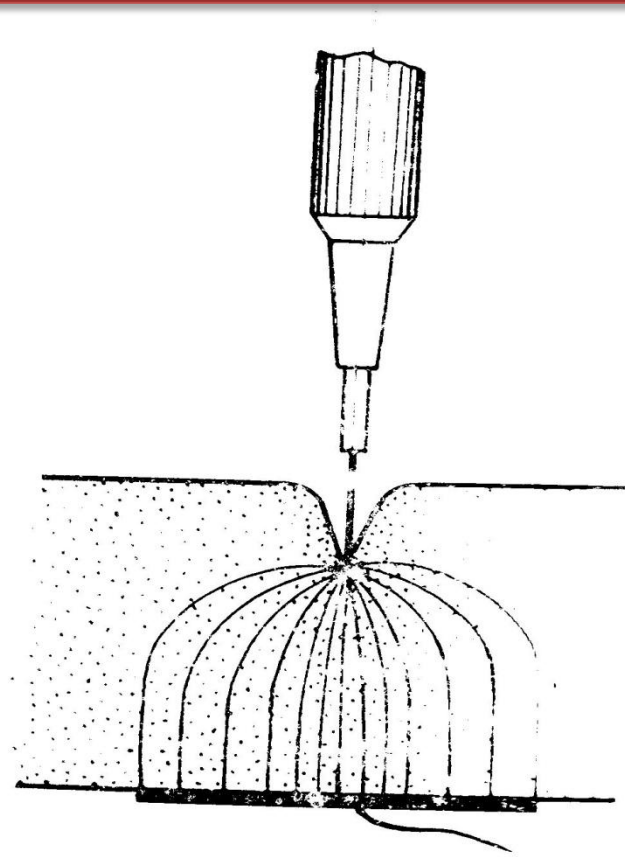


Основной принцип электрохирургии состоит в преобразовании высокочастотного тока в тепловую энергию. При использовании металлических электродов (используется активный и нейтральный электрод для образования полностью замкнутой электрической цепи) и хорошем контакте с пациентом можно обеспечить пробой на расстоянии меньше одного миллиметра. При этом выделяется огромная энергия и как результат мгновенное испарение воды, что и приводит к разрушению ткани.

Схема монополярной электрохирургии



коагуляция



резание

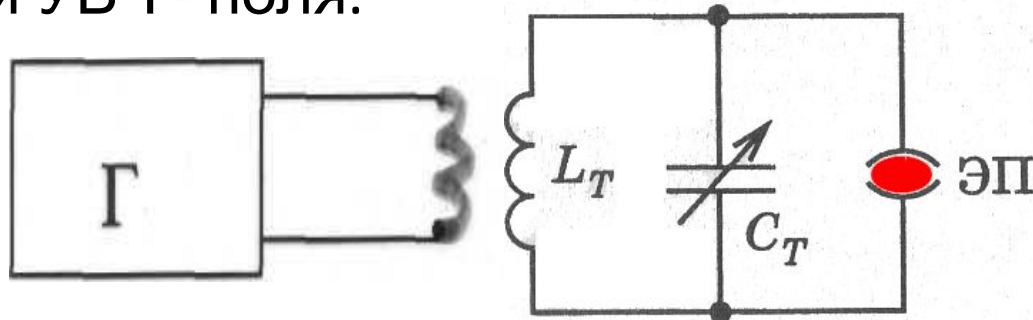
УВЧ-терапия



УВЧ - терапия - лечебный метод, при котором на ткани больного воздействуют непрерывным или импульсным электрическим полем (40,68 МГц или 27,12 МГц)

Действующий фактор - переменное электрическое поле.

Первичный механизм действия - создание переменных токов проводимости в проводящих тканях (электролитах) и токов смещения (переориентация диполей) в диэлектриках с частотой УВЧ - поля.



В тканях электролитах (кровь, мышцы, лимфа и т.д.) :

$$q = \frac{E^2}{\rho}$$

В тканях диэлектриках (жировая, костная, плотная соединительная ткани и т.д.) :

$$q = \omega E^2 \varepsilon \varepsilon_0 t g \delta$$

q - количество тепла, выделяемое в единице объёма ткани, в единицу времени

ω - циклическая частота колебаний

E - напряженность электрического поля

ε - относительная диэлектрическая проницаемость биологической ткани

ε_0 - электрическая постоянная

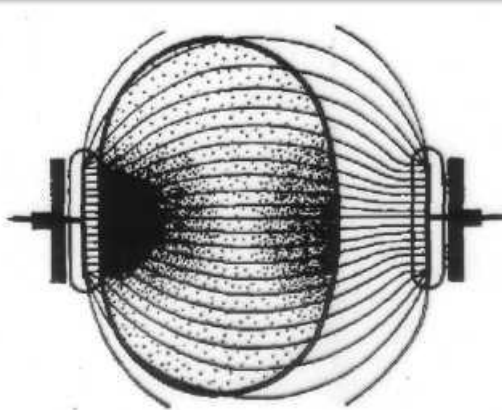
δ - угол диэлектрических потерь

ρ - удельное сопротивление биологической ткани

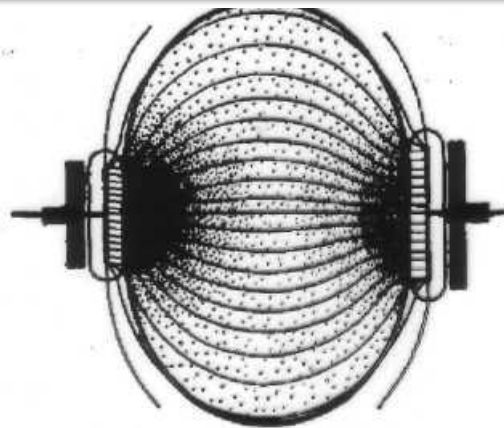
Первичный физический эффект -, в основном , тепловой.

При УВЧ - терапии ткани - диэлектрики (жировая ткань, подкожная клетчатка) нагреваются сильнее, чем ткани-электролиты (кровь, мышцы).

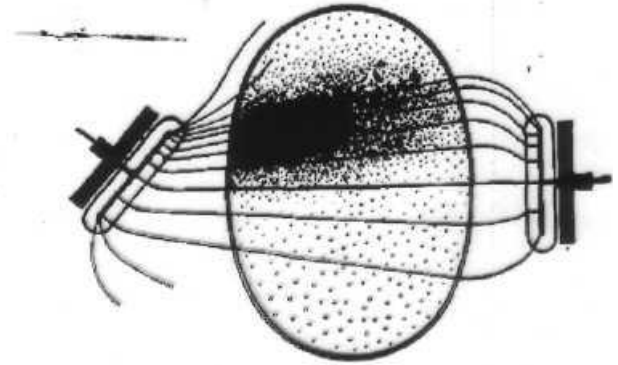
Распределение тепла при различном расположении электродов



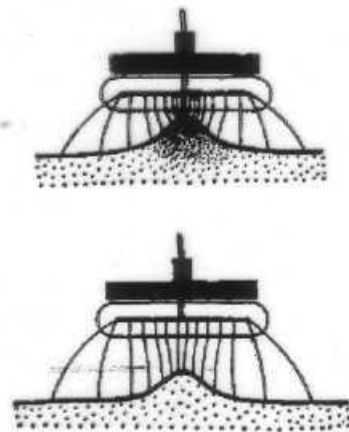
а



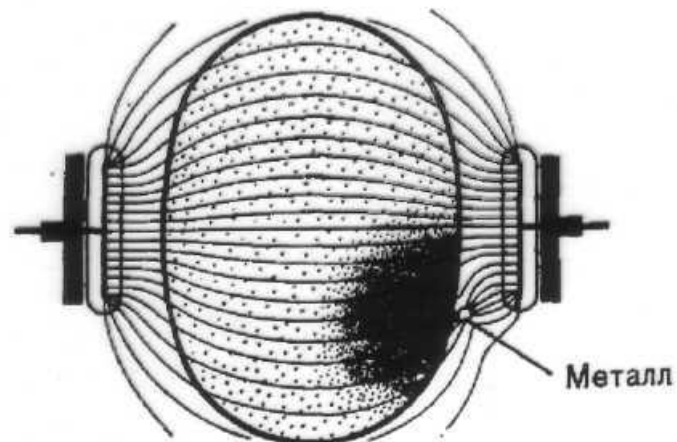
б



в



г

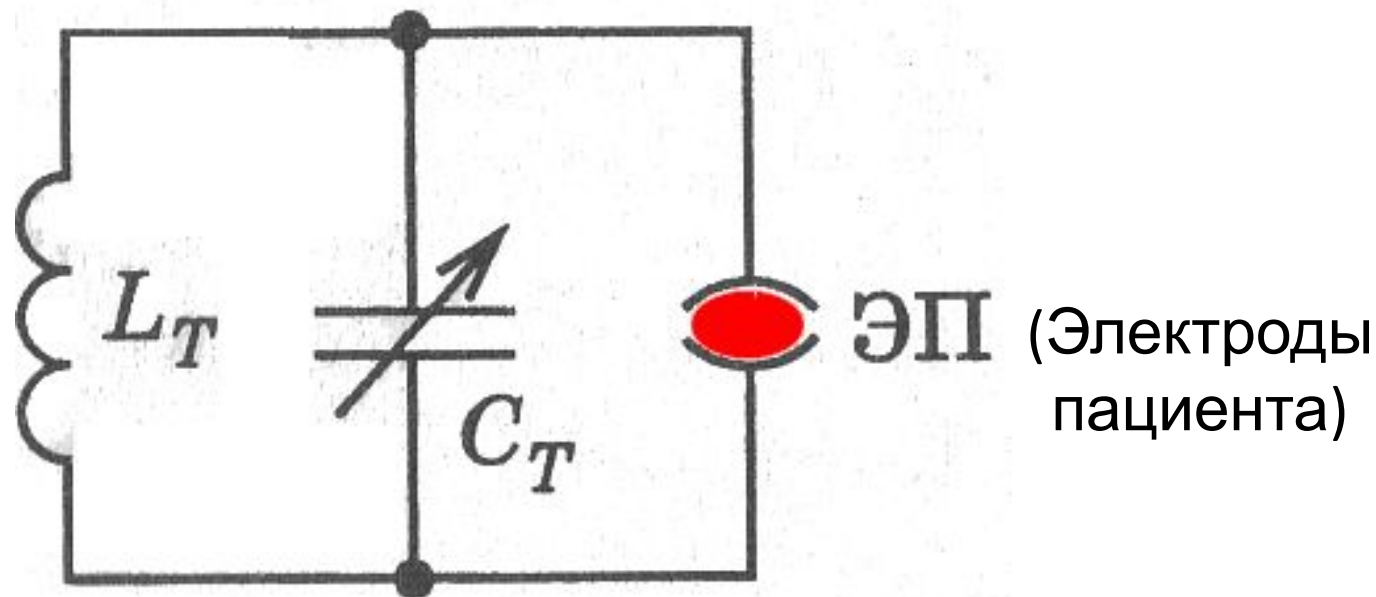


д

Терапевтический контур пациента

Терапевтическим называется контур, в который включается пациент, при физиотерапевтической процедуре.

Терапевтический контур связан с контуром генератора индуктивной связью, что исключает возможность попадания пациента под высокое напряжение в контуре генератора.

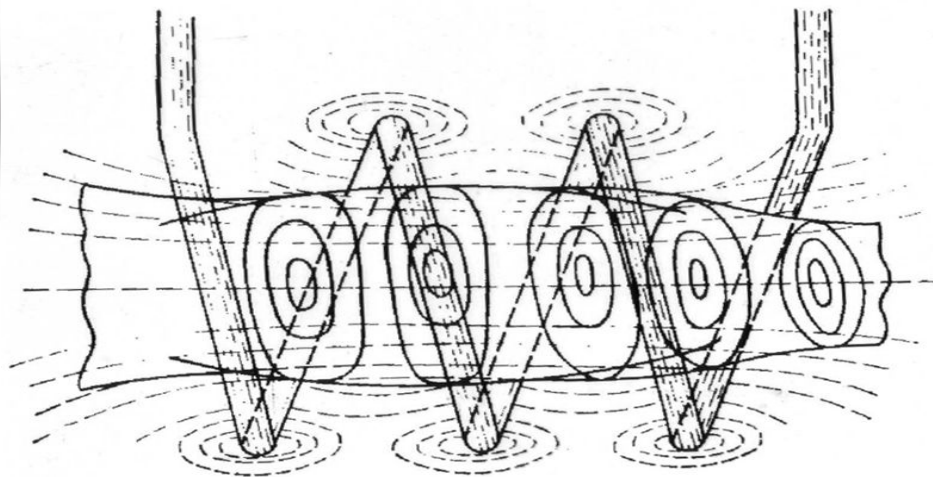


Индуктотермия



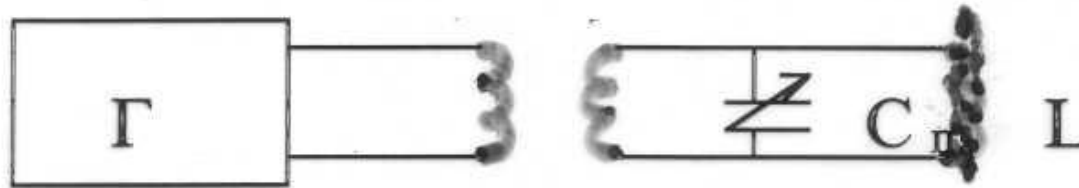
Использование высокочастотного магнитного поля (13,56 МГц) для прогревания биологических тканей и органов - называется индуктотермией
Действующий фактор - переменное магнитное поле.

Под действием переменного магнитного поля, в биологических тканях возникают вихревые токи.



Сильнее прогреваются ткани богатые сосудами, кровью.

ИНДУКТОТЕРМИЯ



Первичный механизм действия - создание в проводящих (электролитных) тканях организма вихревых индукционных токов.

Первичный физический эффект - тепловой эффект в токопроводящих тканях (кровь, лимфа, паренхиматозные органы, мышцы).

$$q = k \frac{\omega^2}{\rho} B_{max}^2 \cdot \sin^2 \omega t$$

ω - круговая частота колебаний

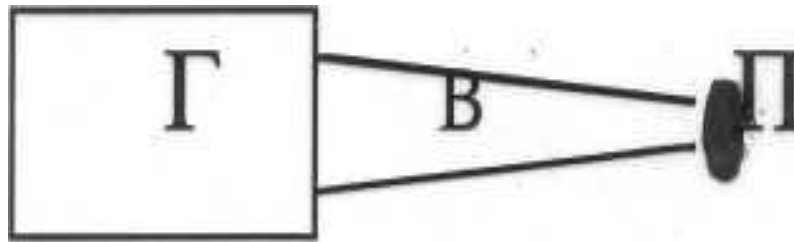
B - индукция переменного магнитного поля

ρ - удельное сопротивление биологической ткани

СВЧ-терапия



В микроволновой (СВЧ) терапии используется электромагнитное поле с частотой **460 МГц** (дециметровый диапазон) и **2375 МГц** (сантиметровый диапазон).



Действующий фактор - ультракороткие электромагнитные волны.

Первичный механизм действия - возбуждение колебаний ионов в растворах электролитов и переориентация легких диполей диэлектриков (в основном , воды).

Первичный физический эффект воздействия - тепловой эффект.

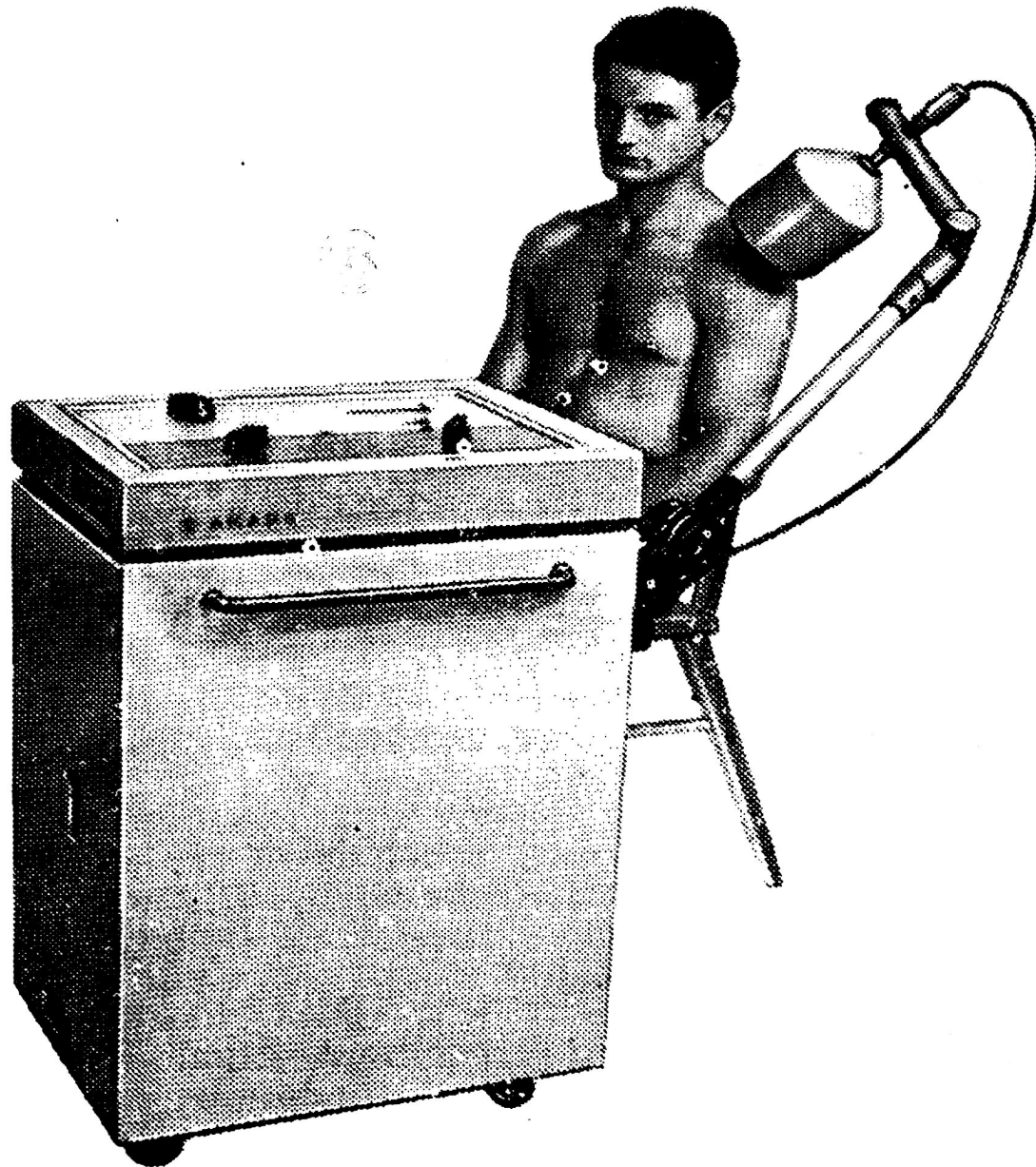
Количество выделяемой теплоты в диэлектрике:

$$q = \omega E^2 \epsilon_r \epsilon_0 \operatorname{tg} \delta$$

Большое выделение теплоты наблюдается в водосодержащих тканях (кровь, мышцы).

Глубина проникновения для ДМВ - 9-11 см, а для СМВ - 3-5 см.

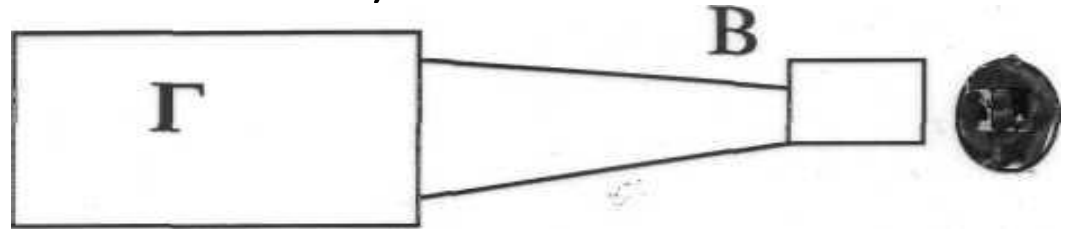
СВЧ-терапия



КВЧ-терапия



В процедурах КВЧ - терапии используют электромагнитные колебания частотой 57 - 65 ГГц (длина волны 4-8 мм).



Действующий фактор - миллиметровые электромагнитные волны.

Первичный механизм действия - резонансные и нерезонансные эффекты действия КВЧ - излучения на живые организмы.

Первичный физический эффект - специфическая биоинформационная функция, связанная с резонансным поглощением энергии, запуском автоколебательных процессов и конформационной перестройкой в биологических системах; управление процессами приспособления; активация рефлексогенных зон и биологически активных точек.

Распределение поглощенной энергии в ткани организма при разных воздействиях

