

# Лекция 1.

## Поражающее действие электрического тока



# Электрический ток — направленное (упорядоченное) движение заряженных частиц

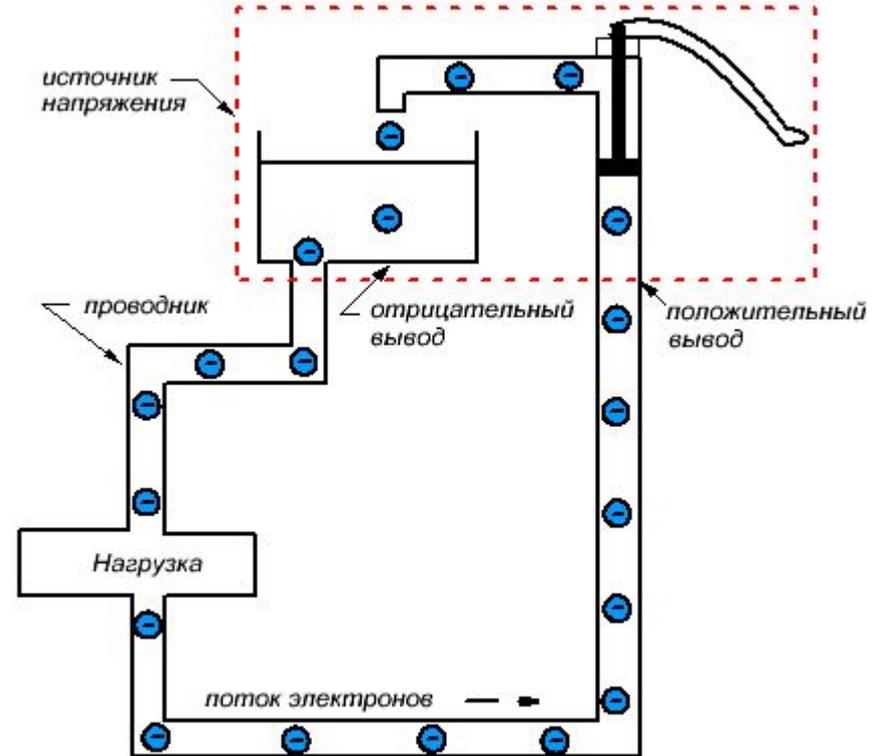
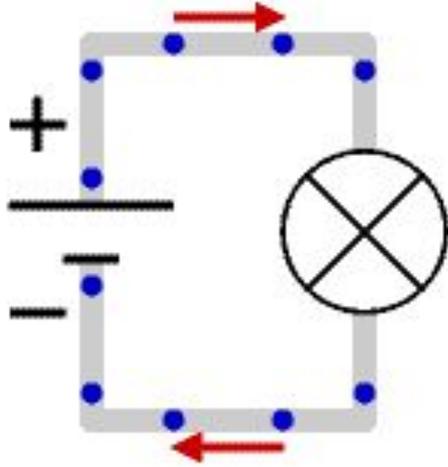
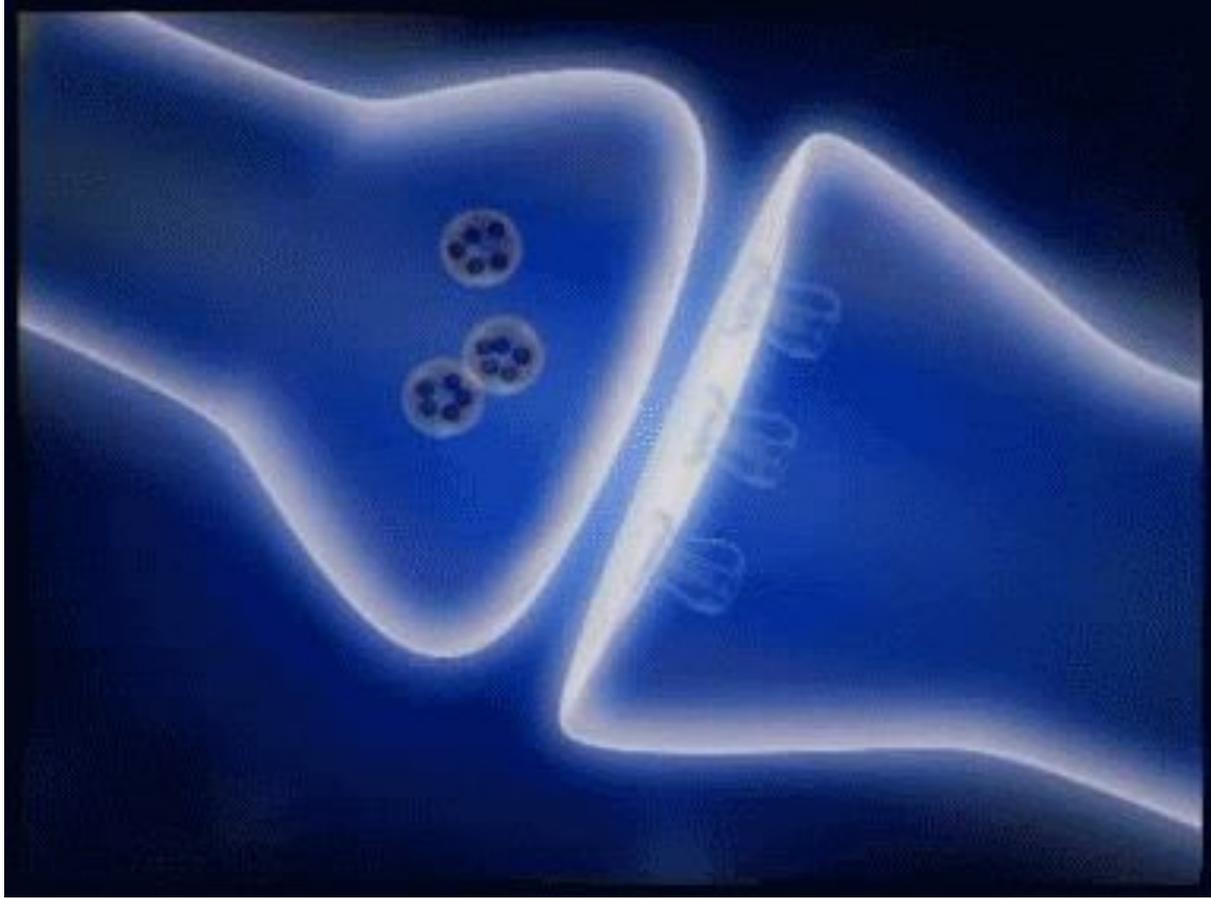


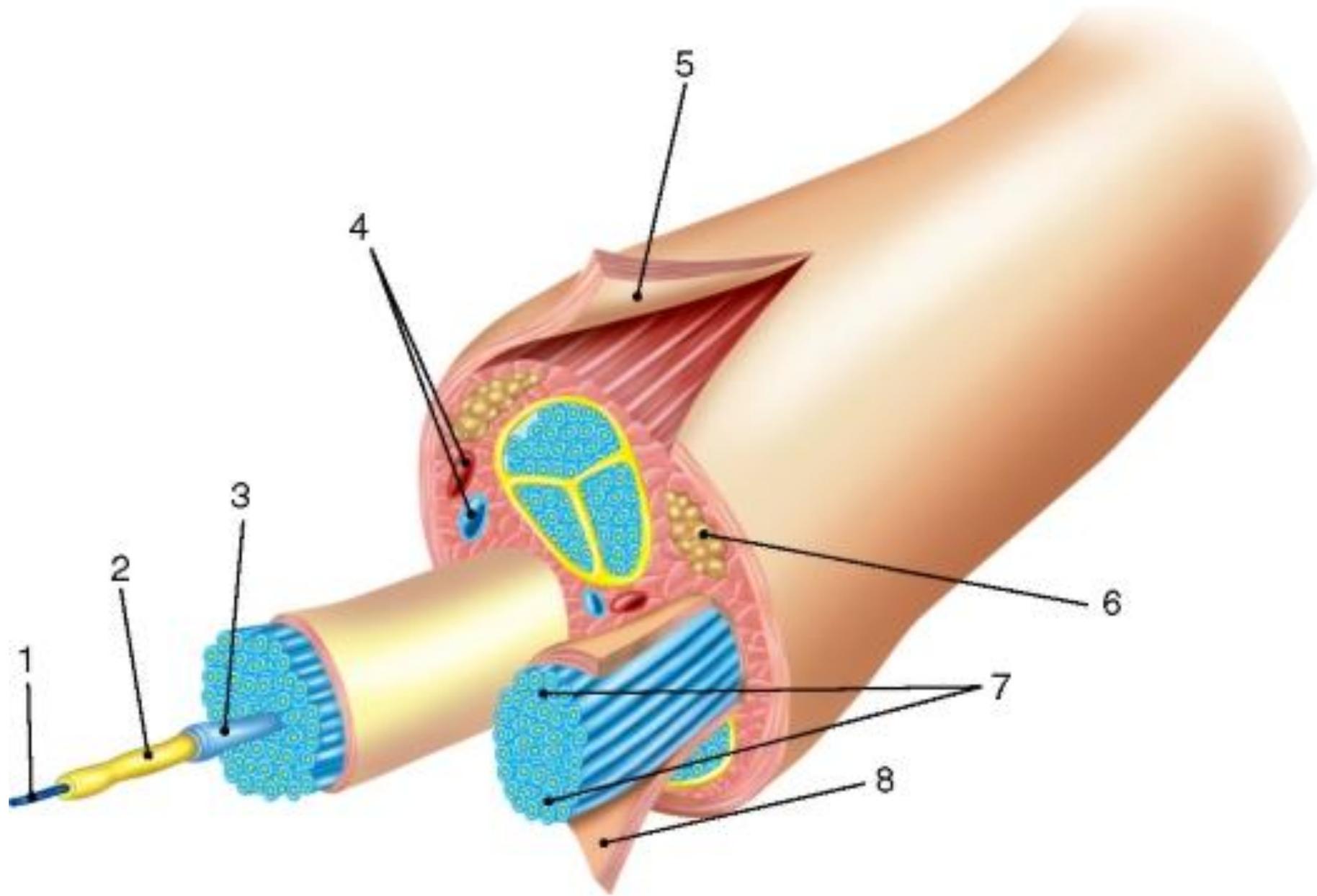
Рисунок 2.5. Источник напряжения может рассматриваться как насос, снабжающий нагрузку электронами и поддерживающий избыток электронов.

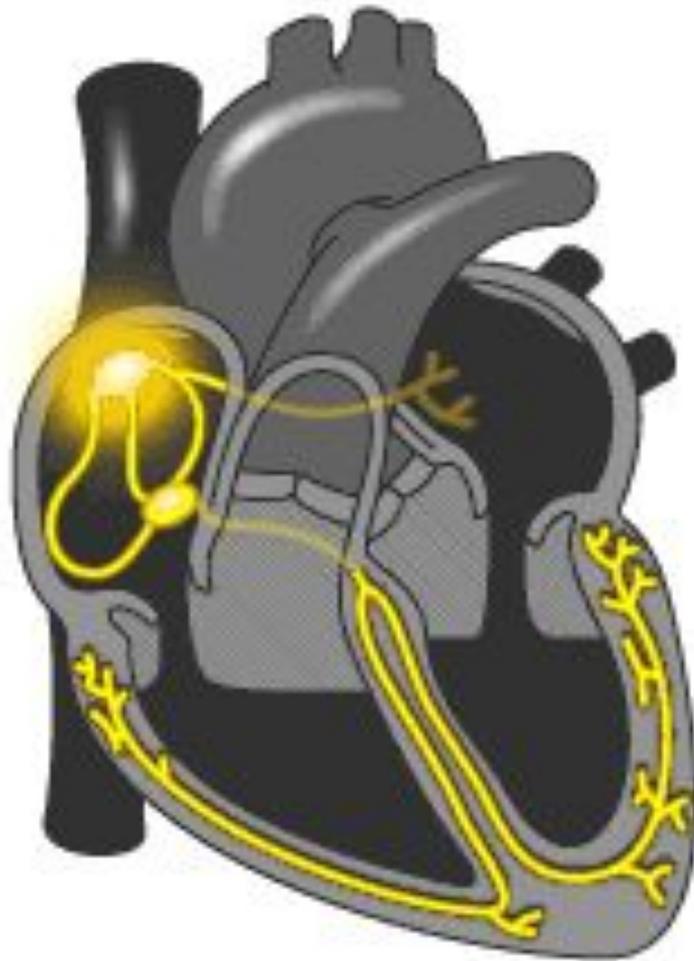
Электрический ток имеет следующие проявления:

- нагревание проводников;
- изменение химического состава проводников (наблюдается преимущественно в электролитах);
- создание магнитного поля (проявляется у всех без исключения проводников).



Для передачи электрического импульса от одной нервной клетки к другой существуют синапсы - специальные устройства передачи сигнала. Синапс - это попросту щель между соприкасающимися отростками нервных клеток. Когда электрический сигнал подходит от одной клетки к синапсу, под воздействием электрического сигнала в щель выбрасывается специальное вещество - медиатор. Медиатор, попадая в синаптическую щель, раздражает рецепторы второй клетки - и во второй клетке возникает электрический сигнал - так происходит синаптическая передача нервного импульса.



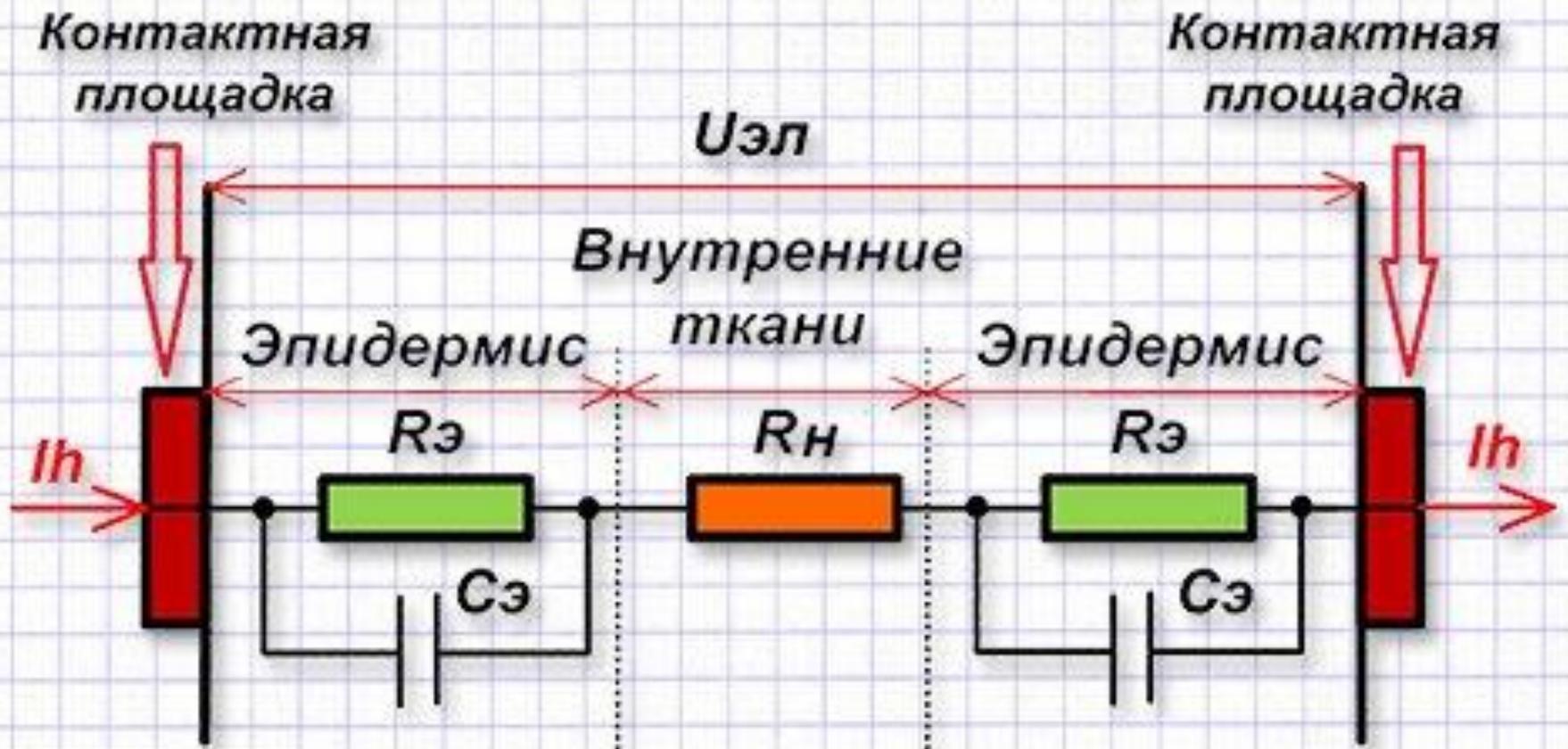


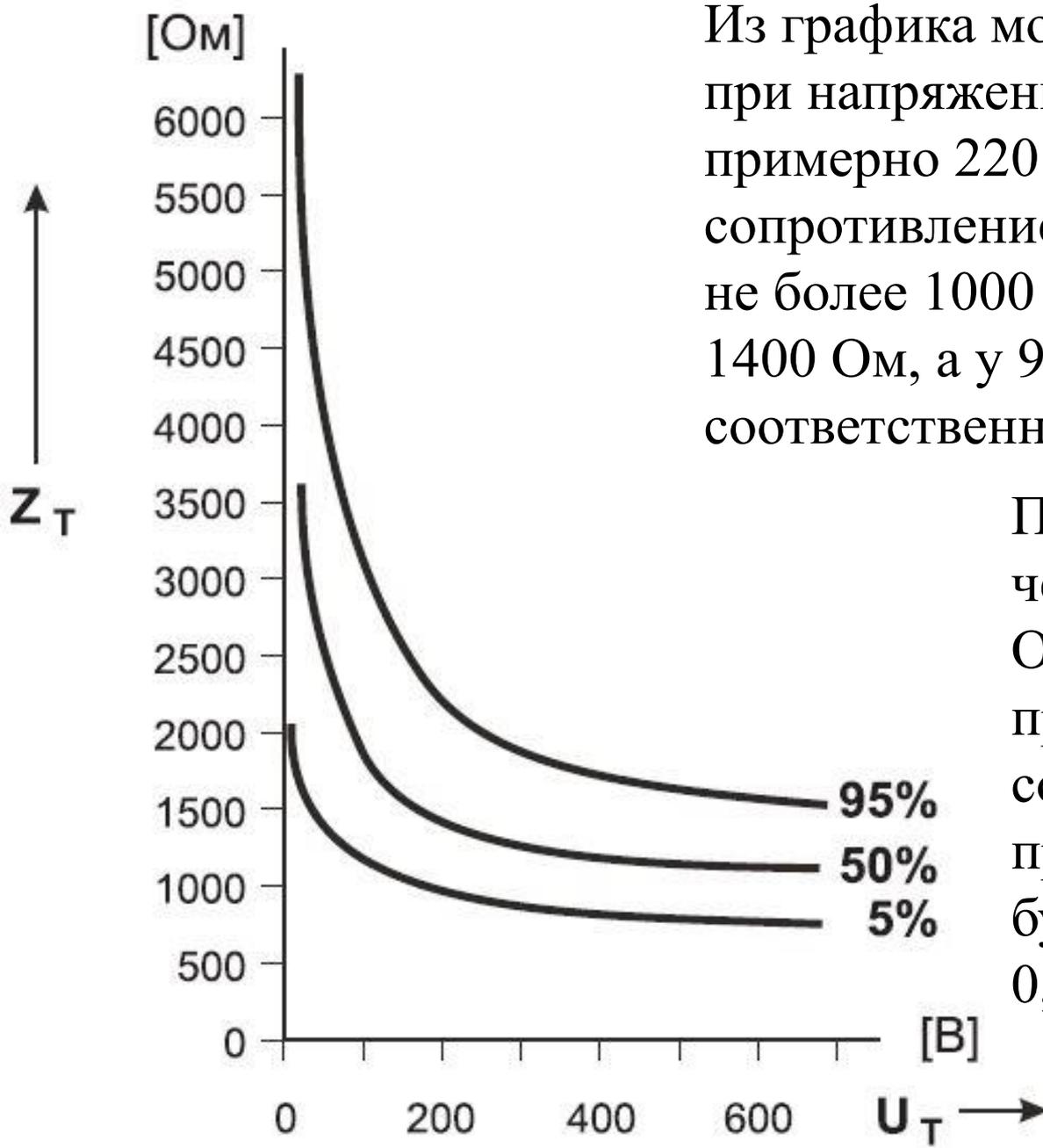
Каждое сердцебиение начинается, когда специализированная область правого предсердия (синусовый узел, Синоатриальный узел (SA) или водитель ритма сердца) генерирует небольшое количество электроэнергии.

## Плазма. Её состав.

- 90 % - вода,
- до 8 % – белок,
- 1,1 % – органические вещества.
- Около 0,9 % электролиты ( $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ;  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{HPO}_4^{2-}$ ,  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ).

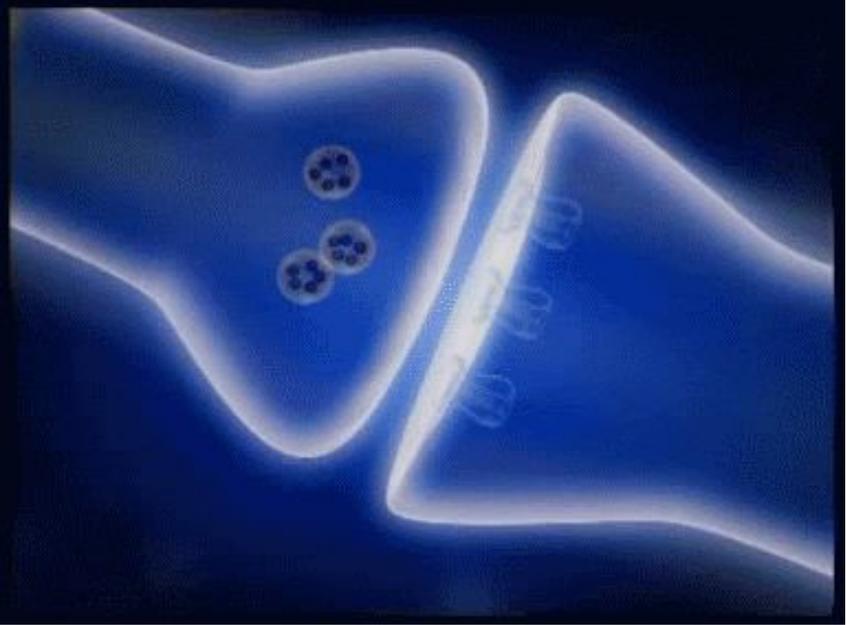
**Сопротивление тела человека.** Выделяют внутреннее и наружное сопротивление. Основной составляющей является наружное сопротивление - сопротивление кожи (а именно эпидермиса) человека. Так, в относительных единицах, если сопротивление кожи принять за 1, то сопротивление внутренних тканей составит  $0,15-0,20$ . сопротивление нервных волокон -  $0,025$ . Пот, влага снижают сопротивление человека в 12 раз, в воде оно снижается в 25 раз. В качестве расчетного значения сопротивления тела принята величина  $1000 \text{ Ом}$ .



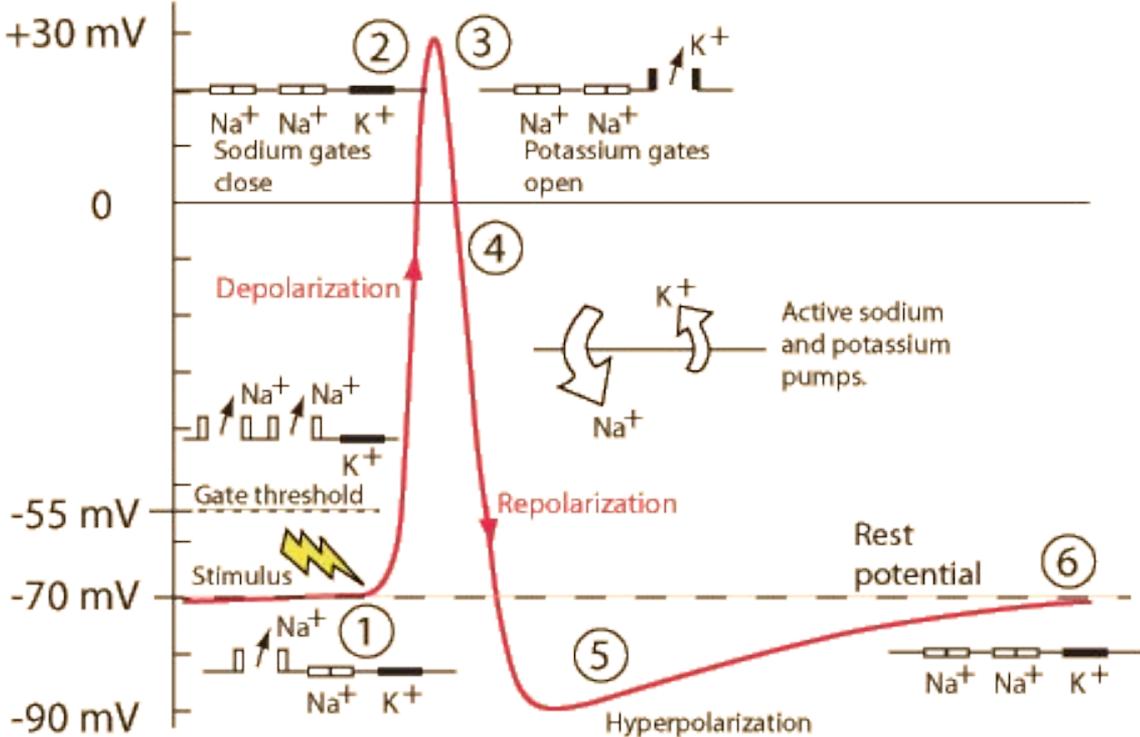


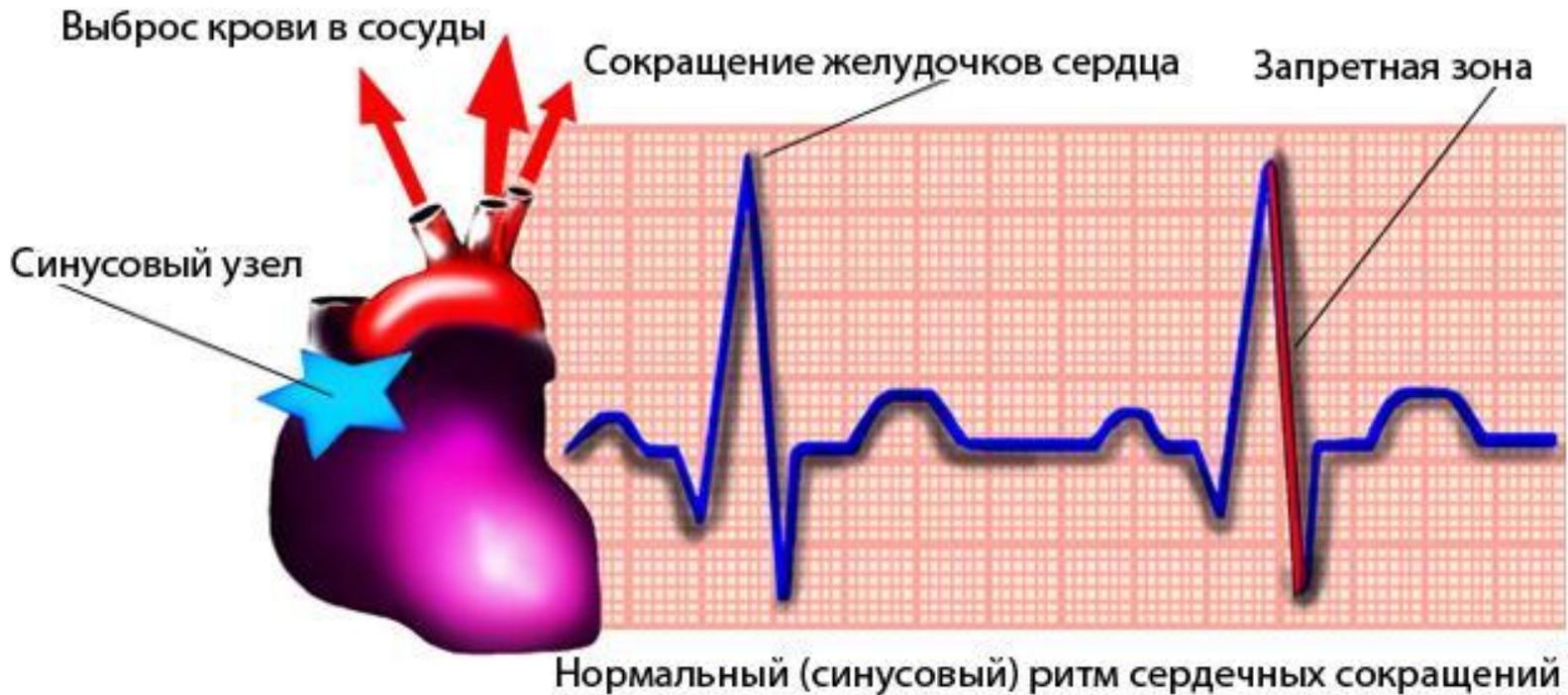
Из графика можем сделать вывод, что при напряжении прикосновения примерно 220 В у примерно 5% людей сопротивление электрическому току не более 1000 Ом, у 50% не больше 1400 Ом, а у 95% не более 2500 Ом соответственно.

При сопротивлении человека, например, 1800 Ом, а напряжение прикосновения при этом составит 220 В, то ток, протекающий через тело будет равен  $220/1800 = 0,122$  А



Разность потенциалов на границах нервов может достигать 0,12 В.



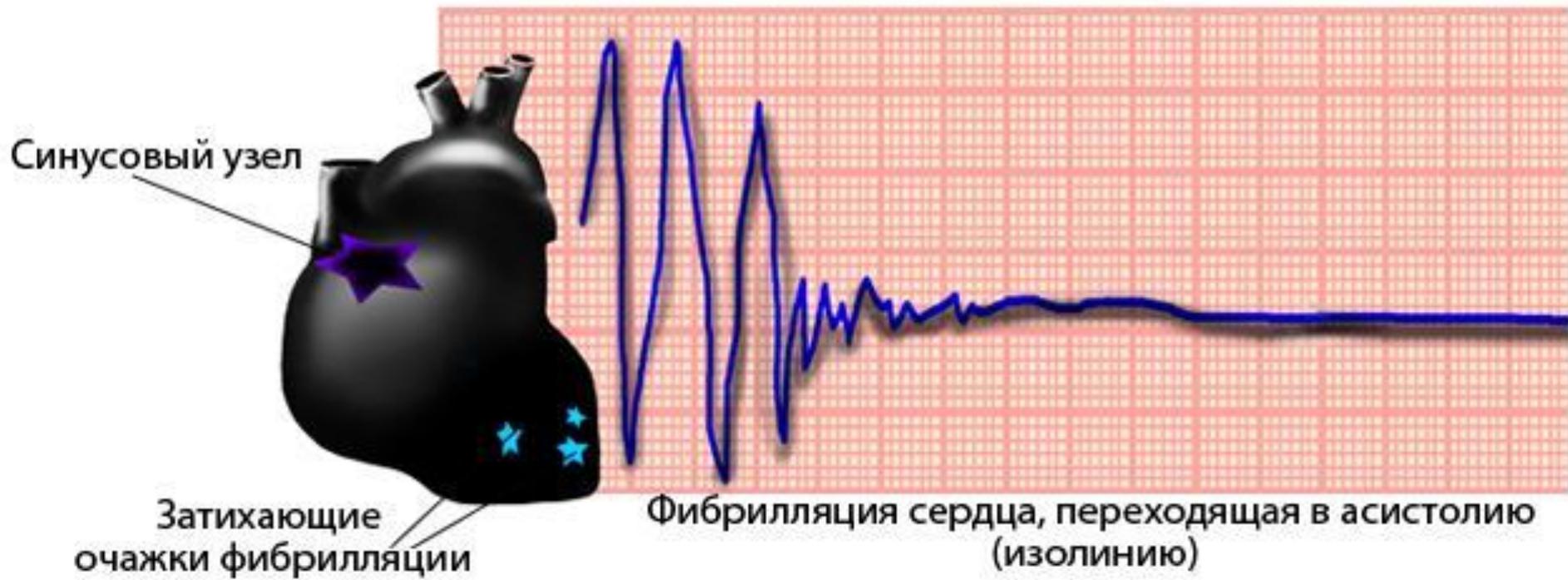


Водитель ритма сердца — **синусовый узел** генерирует импульсы сокращения мышечных волокон сердца с частотой 60-90 раз в минуту. При их синхронном сокращении кровь выбрасывается в артерии. На электрокардиограмме отображается синусовый ритм.



В случае электрического или механического воздействия на сердце в момент окончания его сокращения (на электрокардиограмме это «запретная зона») синусовый узел теряет контроль над сокращением мышечных волокон, и они начинают сокращаться каждое в своем ритме.

Их хаотичные сокращения на электрокардиограмме выглядят как пилообразная кривая — фибрилляция сердца.



Наступает клиническая смерть. Однако на электрокардиограмме еще в течение нескольких минут отмечается пилообразная кривая, которая постепенно переходит в сплошную изолинию — асистолию сердца.

**Если вероятность остановки сердца через фибрилляцию желудочков после удара кулаком в грудь предельно мала (по статистике бокса — не более 10 случаев на несколько миллионов ударов), то после воздействия переменного тока погибает более 10% пострадавших. Причина их смерти в 90% — фибрилляция желудочков сердца.**

**Основным поражающим фактором является электрический ток.** При длительном (более 1 с) протекании переменного тока промышленной частоты выделяют следующие характерные значения: пороговый ток ощущения ( $0,8-1,2 \text{ мА}$ ), пороговый неотпускающий (приковывающий) ток ( $10-16 \text{ мА}$ ), пороговый фибрилляционный ток. Отечественным ученым Киселевым А.П. предложено расчетное соотношение для определения поражающего тока как функции массы ( $G$ ) тела человека:  $I = 1,2 (30 + 3,7G)$

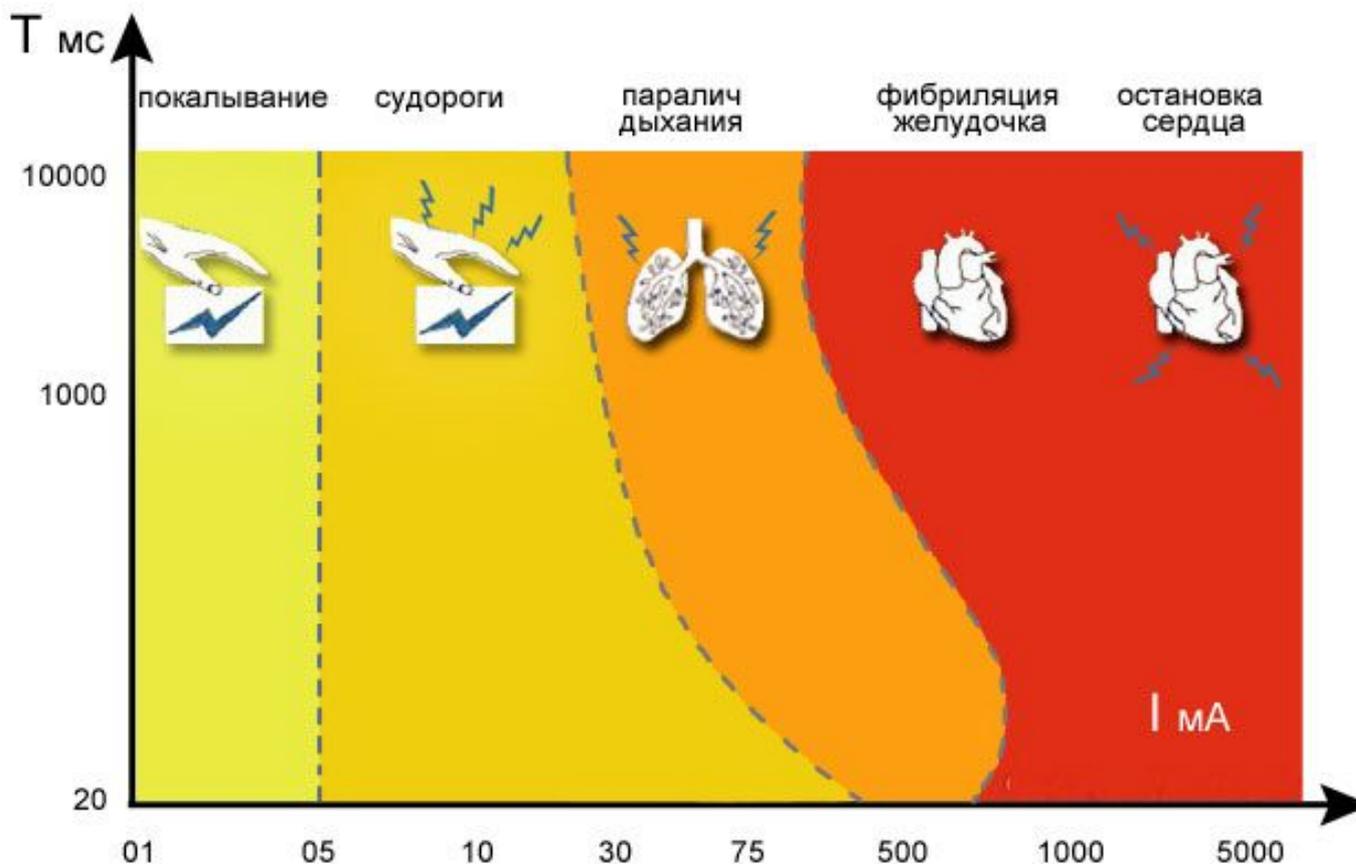
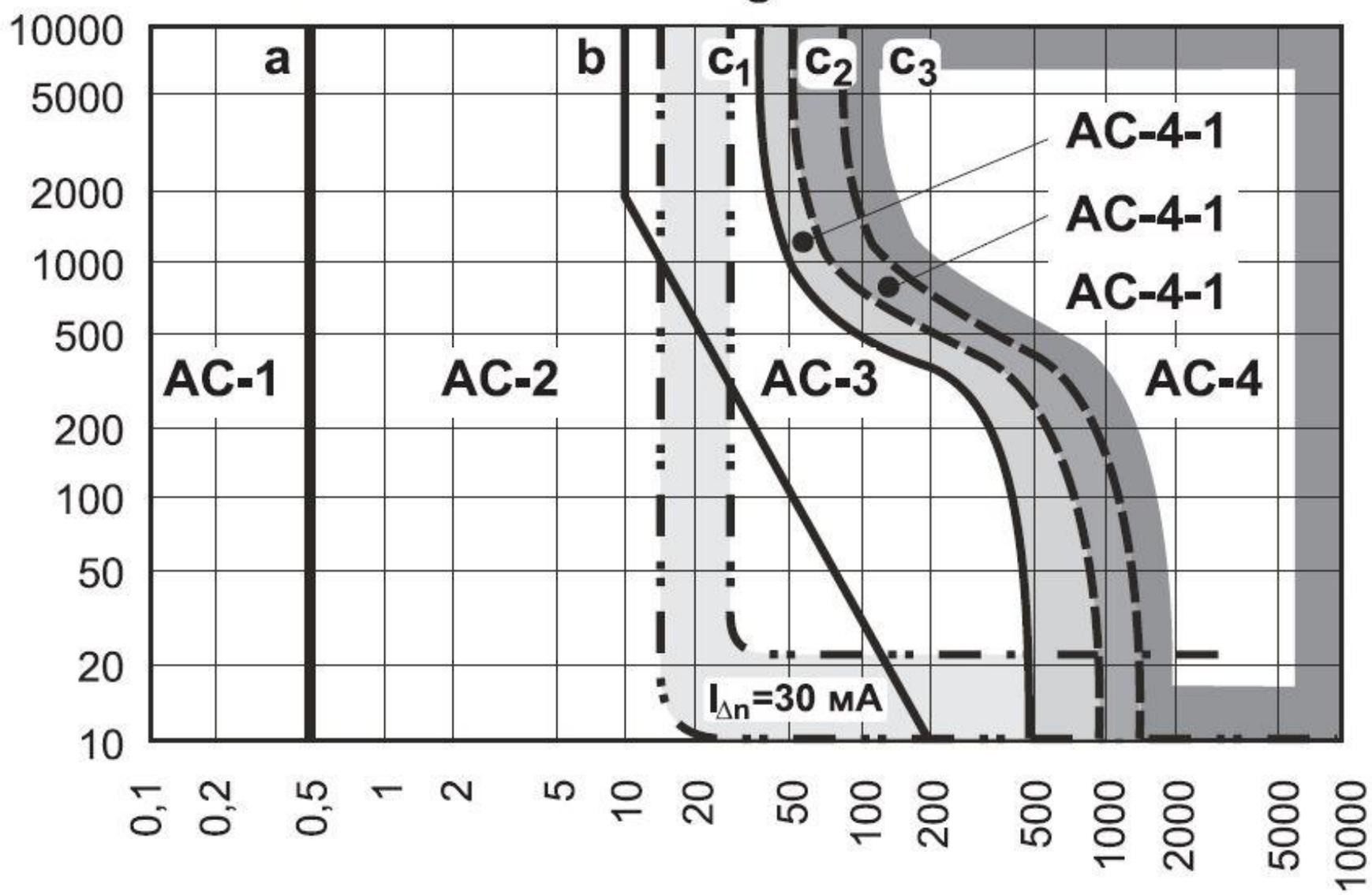


График показывающий зависимость воздействия на организм человека электрического тока ( $I$  мА) на протяжении времени ( $T$  мс)

Время протекания тока, мс



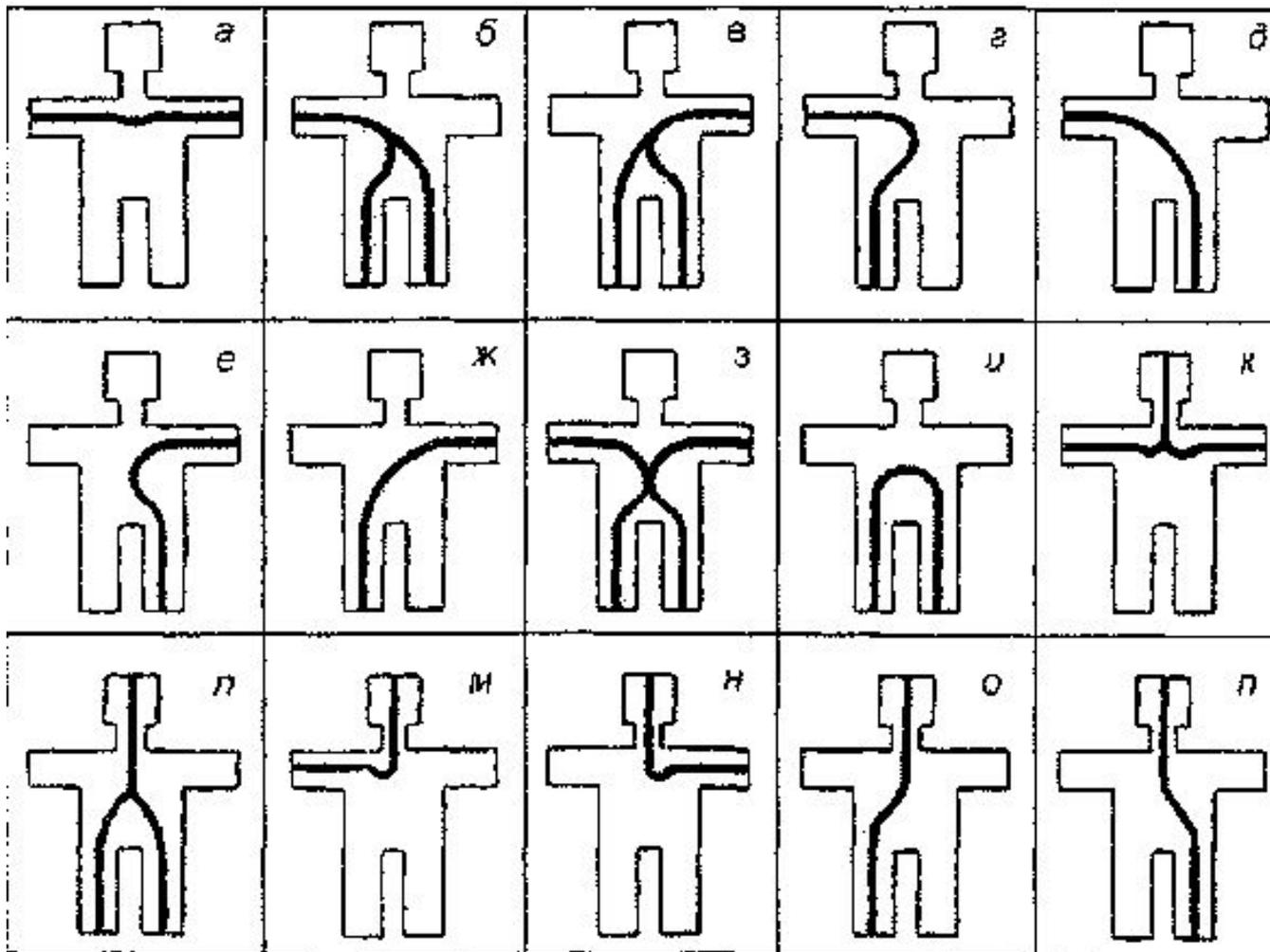
Ток, протекающий по телу человека, мА



# Тепловое действие электрического тока

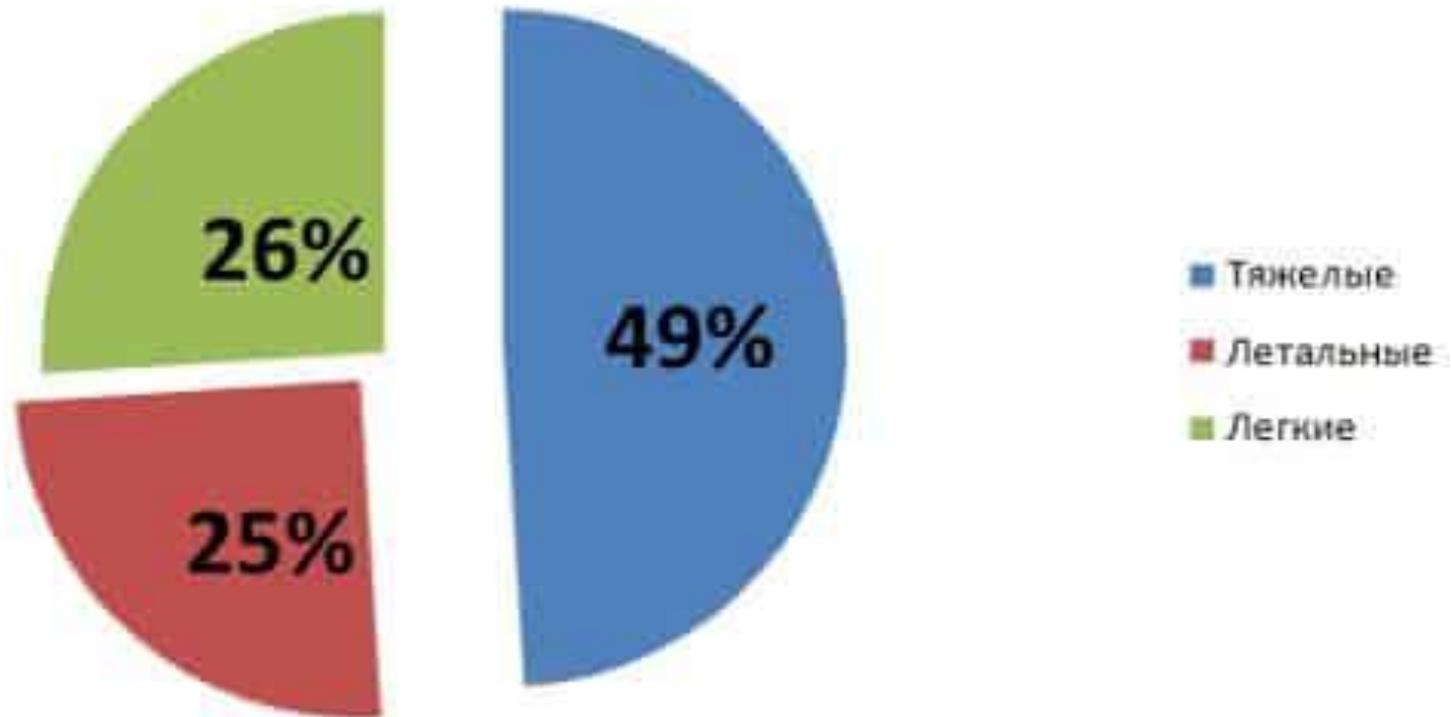


При выделении большого количества теплоты ожоги могут поражать не только кожу, но и подкожный жировой слой, мышцы, нервы и кости. Такие ожоги называются глубинными и заживают очень медленно. Ожоги составляют около 65 % внешних электрических травм.



**Электролитическое действие** проявляется в расщепление крови и иной органической жидкости в тканях организма вызывая существенные изменения ее физико-химического состава.

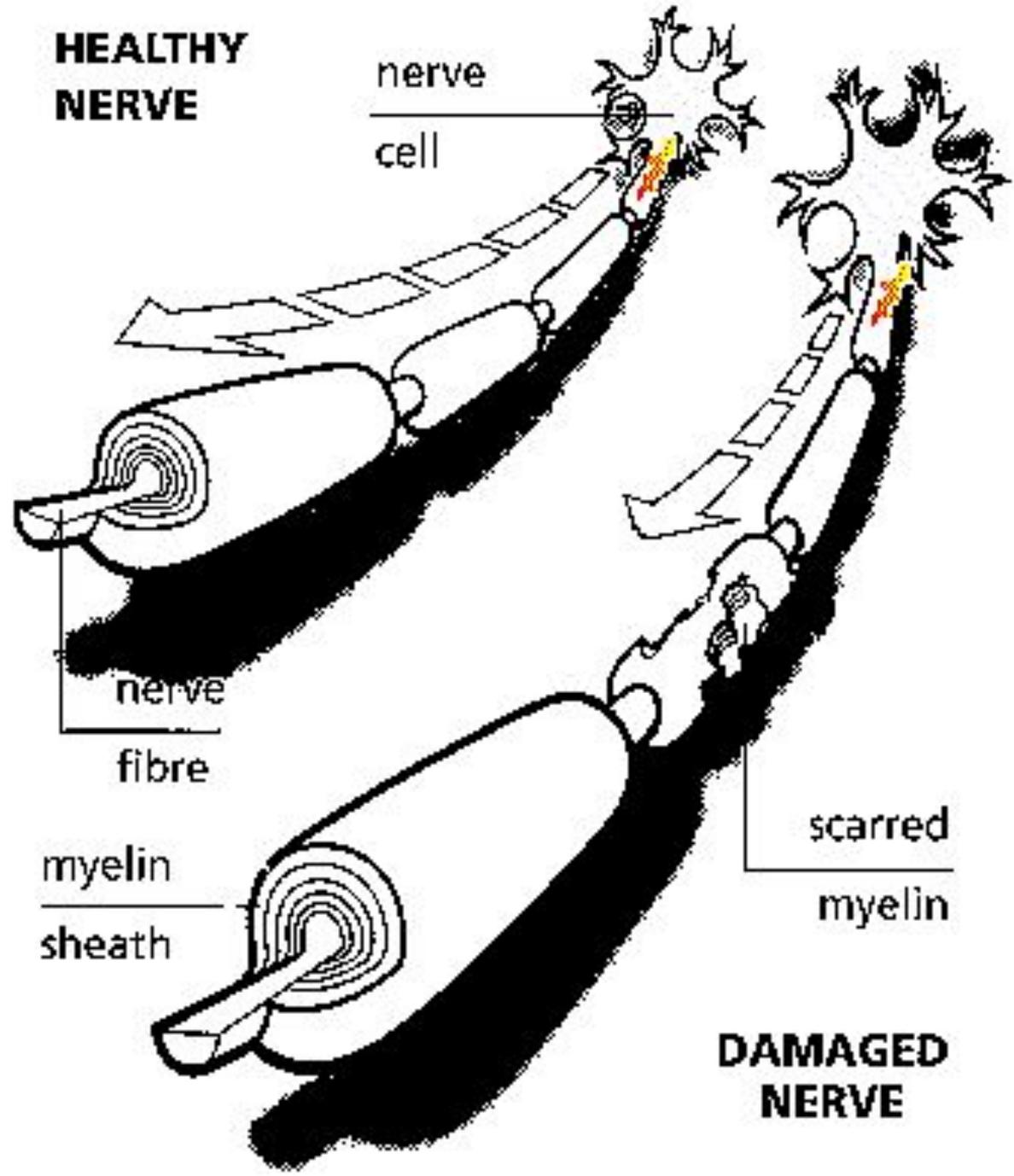
## Электротравмы



**Механические повреждения** — следствие судорожных сокращений мышц под действием тока, проходящего через человека, приводящее к разрыву кожи, мышц, сухожилий. Это происходит при напряжении ниже 380 В, когда человек не теряет сознания и пытается самостоятельно освободиться от источника тока.

**HEALTHY  
NERVE**

nerve  
cell



nerve  
fibre

myelin  
sheath

scarred  
myelin

**DAMAGED  
NERVE**