

# Теория электричества и кардиостимуляторы

12.03.2011

# Характеристики электрической цепи: Включая цепь кардиостимулятора

- Напряжение
- Ток
- Импеданс (сопротивление)

# Напряжение

- Напряжение является силой или “давлением”, которое заставляет электроны двигаться по цепи
- В системе кардиостимуляции, напряжение:
  - Измеряется в вольтах (V)
  - Обозначается буквой “V”
  - Создается встроенной батареей кардиостимулятора
  - Часто называют амплитудой или амплитудой импульса

# Ток

- Поток электронов в замкнутой цепи
- В системе кардиостимуляции, ток:
  - Измеряется в миллиамперах (мА)
  - Обозначается буквой “I”
  - Определяется по количеству электронов, которые двигаются по цепи

# Импеданс

- Сопротивление электрическому току
- В системе кардиостимуляции импеданс :
  - Измеряется в Ом ( $\Omega$ )
  - Обозначается буквой “R”
  - Сумма всех сопротивлений току

# Напряжение, электроток и импеданс являются взаимозависимыми величинами

Взаимодействие этих трех компонентов можно увидеть в аналогии с течением воды через шланг:

- Напряжение представляет силу, с которой. . .
- Ток (вода) проводится по. . .
- Шланг, каждый компонент которого формирует общий импеданс:
  - Насадка шланга представляет наконечник электрода
  - Труба представляет провод электрода

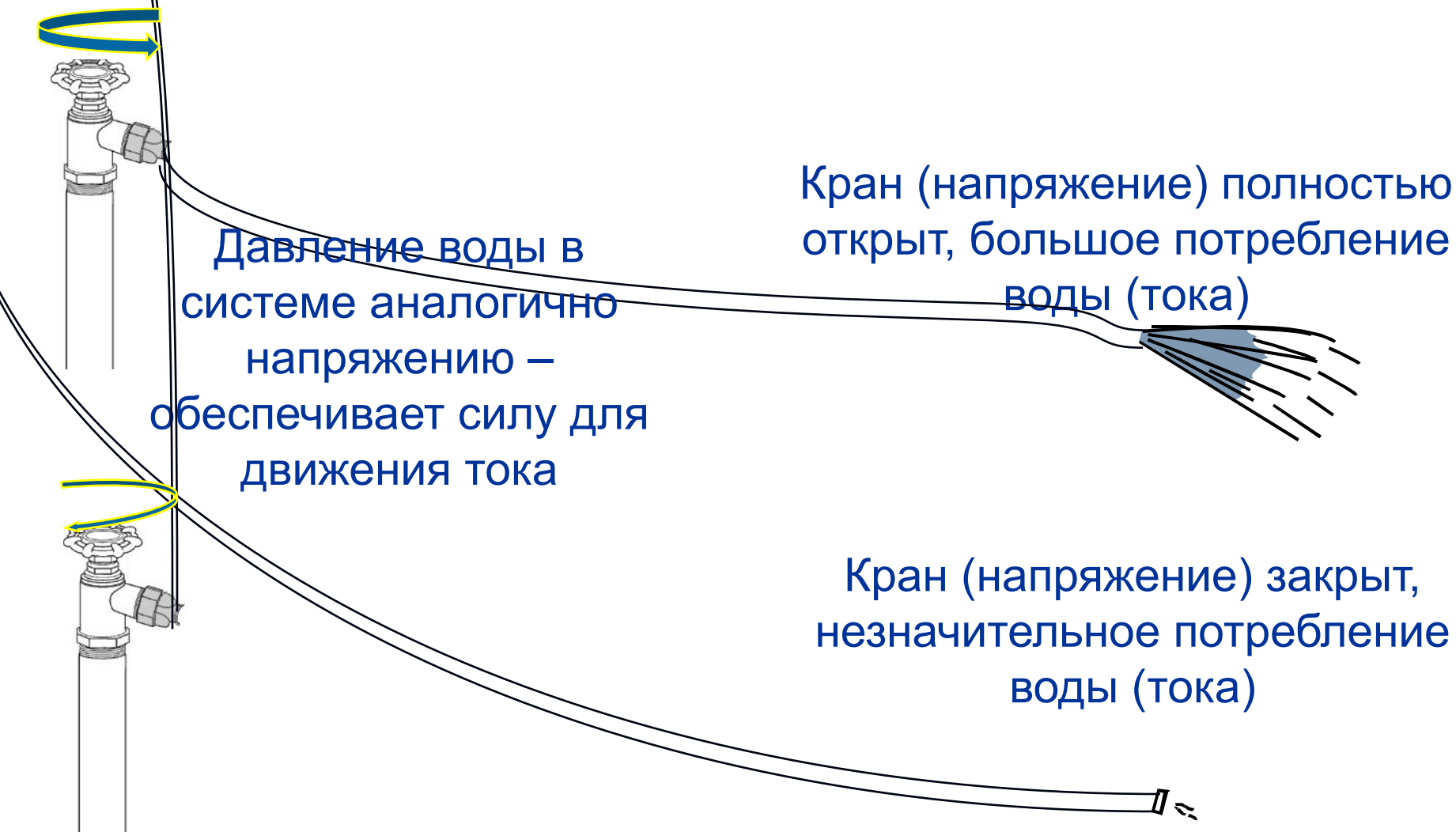
# Напряжение, ток и импеданс

## Резюме

- Напряжение: Сила, движущая ток (V)
  - В кардиостимуляторах эту функцию выполняет батарея при помощи внутренних химических процессов
- Ток: Физический объем потока электричества (I)
  - Данный поток электронов вызывает деполяризацию клеток миокарда (“сокращение”)
- Импеданс: Сумма всех сопротивлений электрическому току (обозначаются как R или  $\Omega$ , или иногда Z)
  - Импеданс характеризует сопротивление проводника (электрод), контактного окончания электрода и миокарда

# Напряжение и электрический ток

## Электрические аналогии

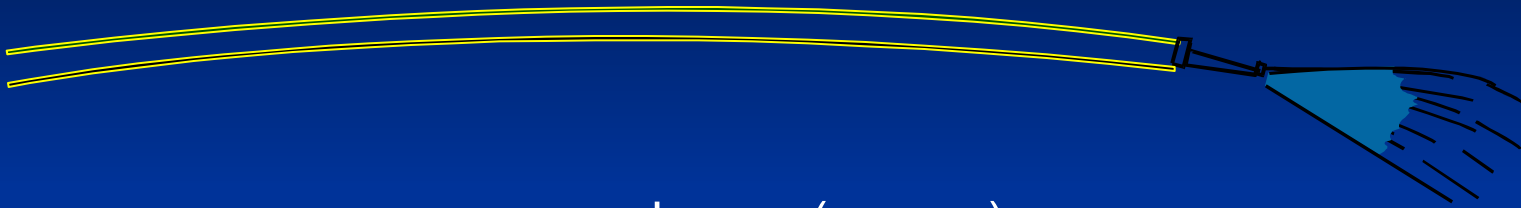




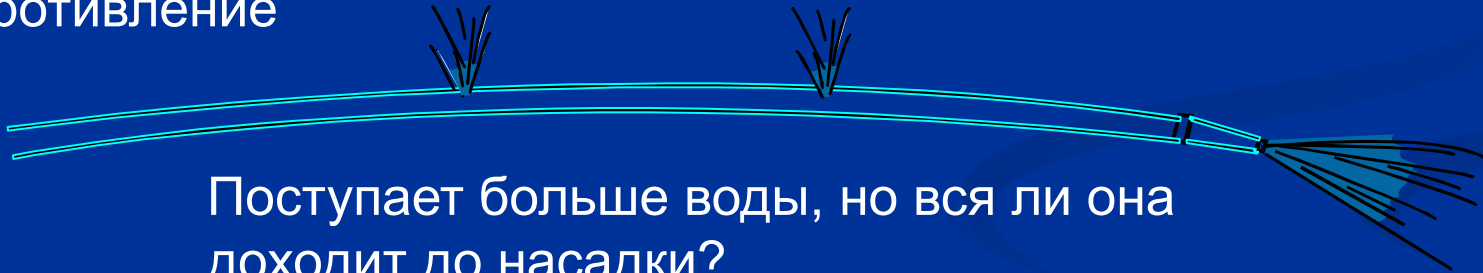
# Сопротивление и электрический ток

## Электрические аналогии

- **Нормальное сопротивление** – обусловлено сопротивлением шланга и наконечника



- **Низкое сопротивление** – дефекты (утечки) шланга снижают сопротивление



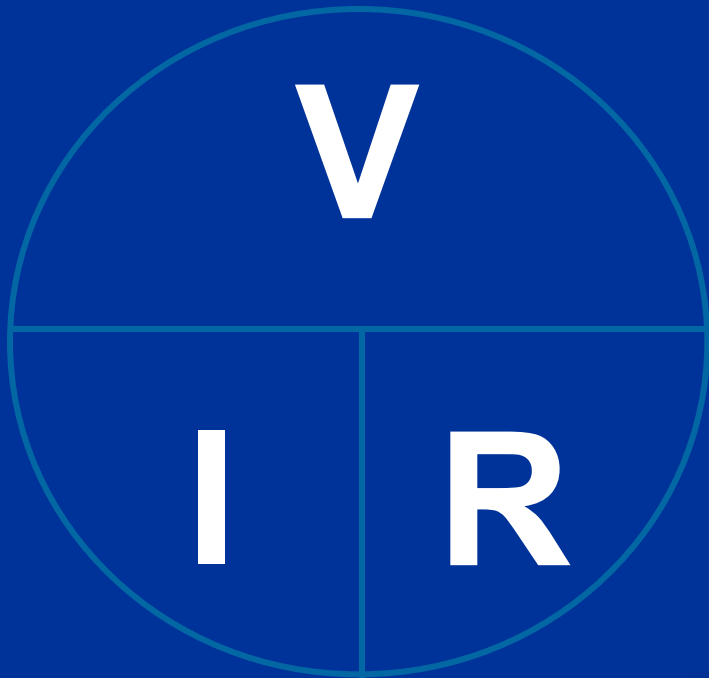
Поступает больше воды, но вся ли она доходит до насадки?

- **Высокое сопротивление** – образование узла приводит к общему снижению тока

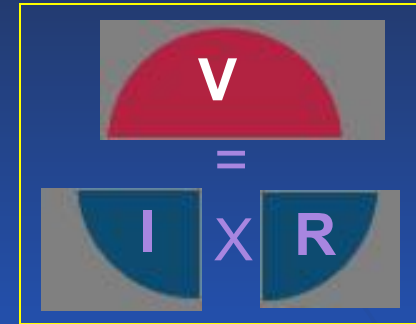


# Закон Ома

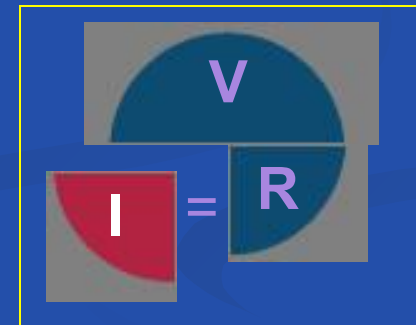
- Описывает взаимоотношение между напряжением, током и сопротивлением



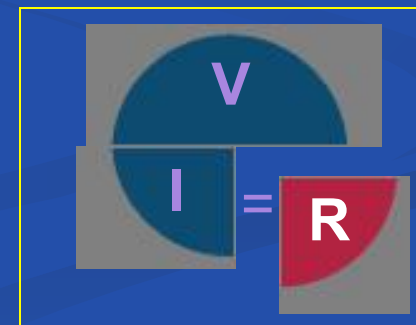
- $V = I \times R$



- $I = V / R$



- $R = V / I$



# Закон Ома гласит:

1. Если импеданс остается постоянным, а напряжение снижается, то ток также снижается
2. Если напряжение постоянное, а импеданс снижается, то ток повышается

Что из этого следует?

# Контроль знаний

Что произойдет с током, если напряжение снизится, но импеданс останется неизменным?

## ■ Дано:

- Напряжение = 5 V
- Импеданс = 500  $\Omega$

## ■ Вычисление тока (I):

- $I = V/R$
- $I = 5 \text{ V} \div 500 \Omega = 0.010 \text{ A}$
- Ток составляет 10 мА

## ■ Снижение напряжения до 2.5 V

- Напряжение = 2.5 V
- Импеданс = 500  $\Omega$
- Ток = ?

## ■ Увеличится/уменьшится ток или останется неизменным?

- $I = V/R$
- $V = 2.5 \text{ V} \div 500 \Omega =$   
0.005 A или 5 мА

## ■ Ток снижен

# Контроль знаний

Что произойдет с током, если импеданс снижен, а напряжение остается неизменным?

## ■ Дано:

- Напряжение = 5 V
- Импеданс = 500  $\Omega$

## ■ Вычисление тока (I):

- $I = V/R$
- $I = 5 \text{ V} \div 500 \Omega = 0.010 \text{ A}$
- Ток составляет 10 мА

## ■ Снижение импеданса до 250 $\Omega$

- Напряжение = 5 V
- Импеданс = 250  $\Omega$
- Ток = ?

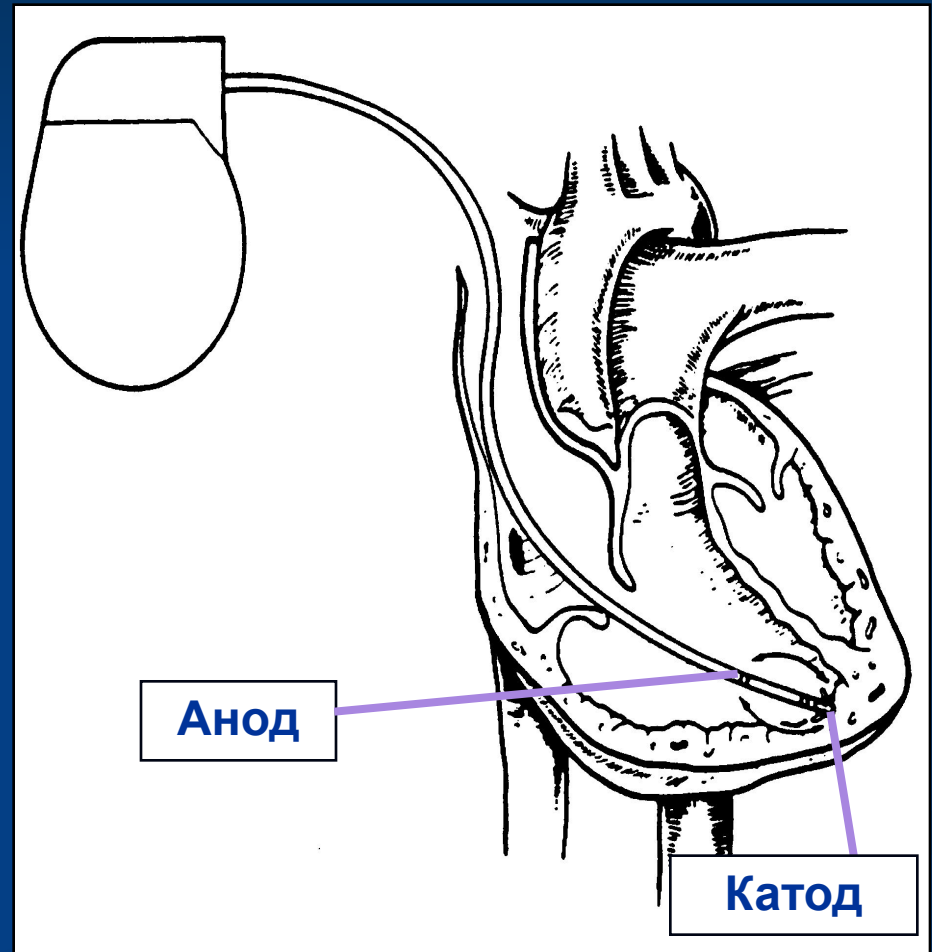
## ■ Будет ли ток увеличен/снижен или останется неизменным?

- $I = V/R$
- $V = 5 \text{ V} \div 250 \Omega =$   
0.02 A или 20 мА

## ■ Ток увеличивается

# Другие термины

- Катод: Отрицательно заряженный электрод
  - Например, наконечник электрода стимуляции
- Анод: Положительно заряженный электрод
  - Примеры:
    - “Кольцо” на биполярном электроде
    - Корпус ЭКС в униполярной системе



# Строение батареи

Откуда ток берет начало?

- Батарея производит электричество в результате химических реакций. В наиболее простом варианте батарея состоит из:
  - Отрицательного электрода (катода)
  - Электролита (который проводит ионы)
  - Сепаратора (также проводит ионы) и
  - Положительного электрода (анода)

