

ОБМЕН ЭНЕРГИИ

ПОСТУПАЕТ В ОРГАНИЗМ

химическая энергия в составе
питательных в-в

ВЫДЕЛЯЕТСЯ

ВО ВНЕШНЮЮ СРЕДУ тепловая
энергия

БАЛАНС ЭНЕРГИИ -

это сопоставление **прихода** и **расхода** энергии в организме

$$\text{ПРИХОД} = \text{РАСХОД} + \text{НАКОПЛЕНИЕ}$$

(Накопление в виде химической энергии в молекулах гликогена и жиров)

ПРИХОД ЭНЕРГИИ В ОРГАНИЗМ

КАЛОРИЙНОСТЬ ПИЩИ

минус калорийность неусвоенных
питательных веществ в составе кала

(минус **10%** у здорового человека)

МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КАЛОРИЙНОСТИ ПИЩИ

- 1. ФИЗИЧЕСКАЯ КАЛОРИМЕТРИЯ:** сжигая определенную массу пищевого продукта в калориметре, определяют количество выделенного тепла.
- 2. ЗНАЯ ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ПИЩЕВОГО ПРОДУКТА И КАЛОРИЧЕСКИЕ КОЭФФИЦИЕНТЫ ПИТАТЕЛЬНЫХ В-В,** рассчитывают калорийности пищи.
- 3. ОПРЕДЕЛЯЮТ ПО ТАБЛИЦАМ.**

КАЛОРИЧЕСКИЕ КОЭФФИЦИЕНТЫ ПИТАТЕЛЬНЫХ ВЕЩЕСТВ

Количество тепла, которое выделяется при сгорании (или окислении) **1** г питательного вещества.

КАЛОРИЧЕСКИЕ КОЭФФИЦИЕНТЫ:

ФИЗИЧЕСКИЕ

Б **5,7** ккал/г

Ж **9,3** ккал/г

У **4,1** ккал/г

ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ

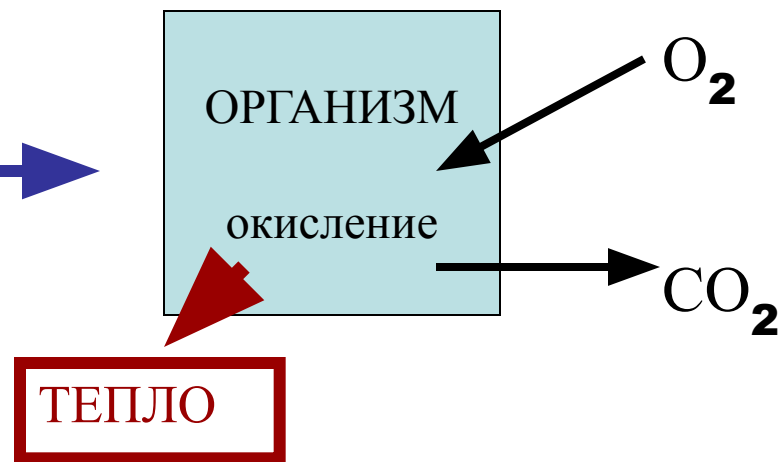
Б **4,1** ккал/г

Ж **9,3** ккал/г

У **4,1** ккал/г

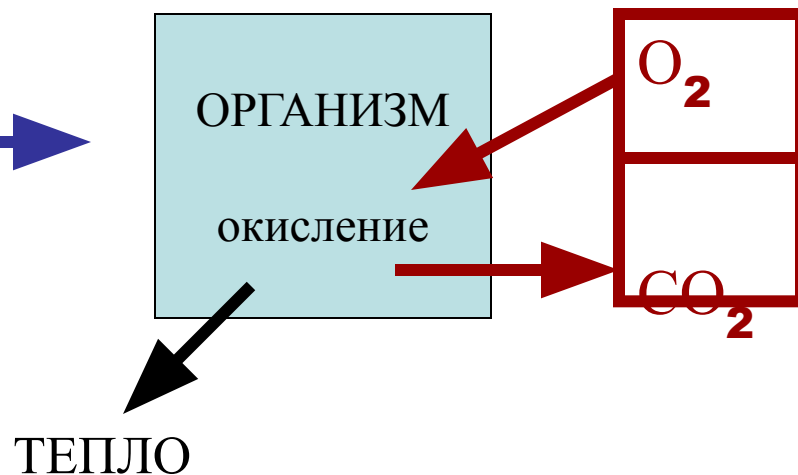
МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ РАСХОДА ЭНЕРГИИ В ОРГАНИЗМЕ

- ПРЯМАЯ КАЛОРИМЕТРИЯ
определение количества тепла, которое организм выделяет за сутки.



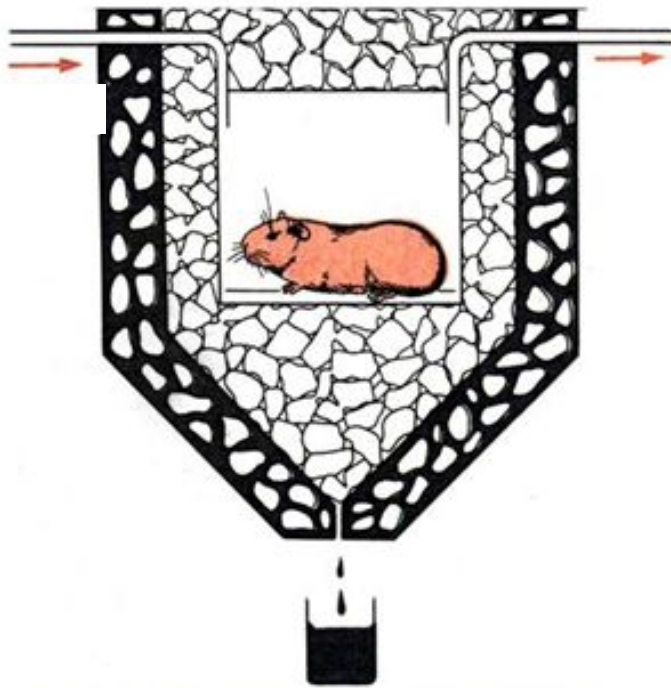
- НЕПРЯМАЯ КАЛОРИМЕТРИЯ

расчет количества выделенного тепла по данным газообмена.



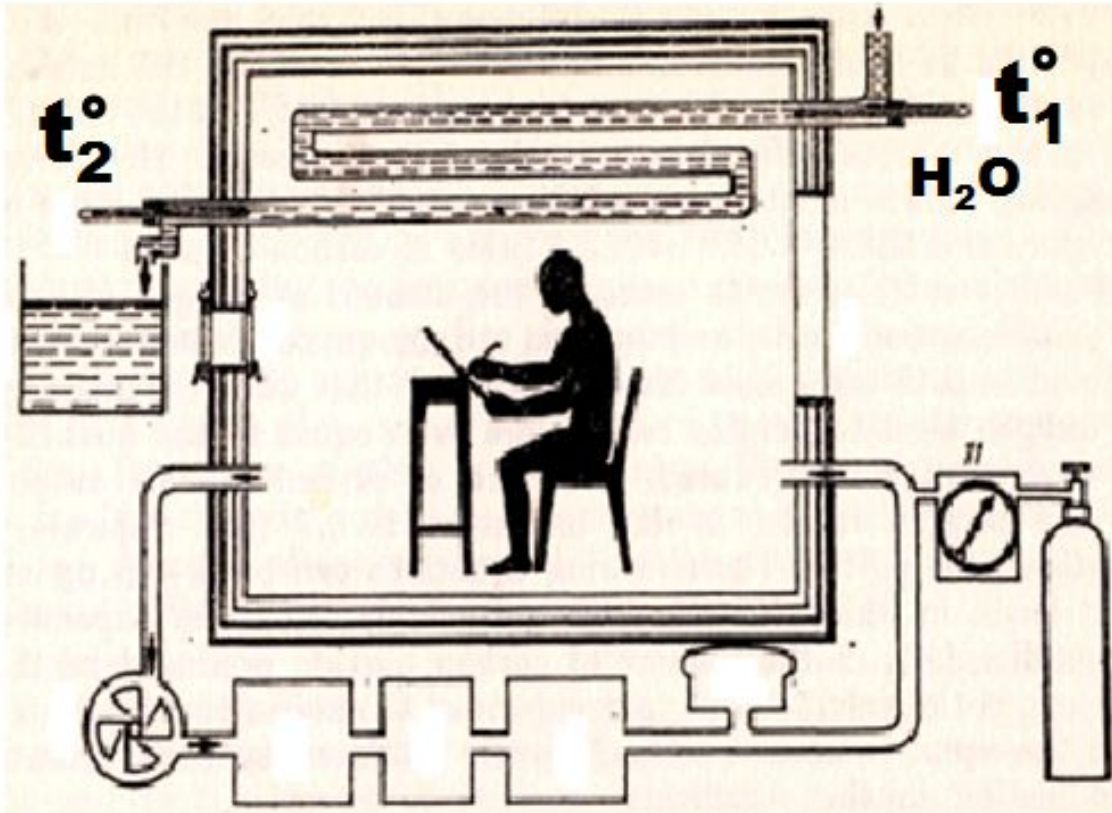
ПРЯМАЯ КАЛОРИМЕТРИЯ

Лавуазье (конец VIII в)



**БИОКАЛОРИМЕТР ДЛЯ
МЕЛКИХ ЖИВОТНЫХ**
(тепло вызывает таяние
льда; учитывается объём
талой воды)

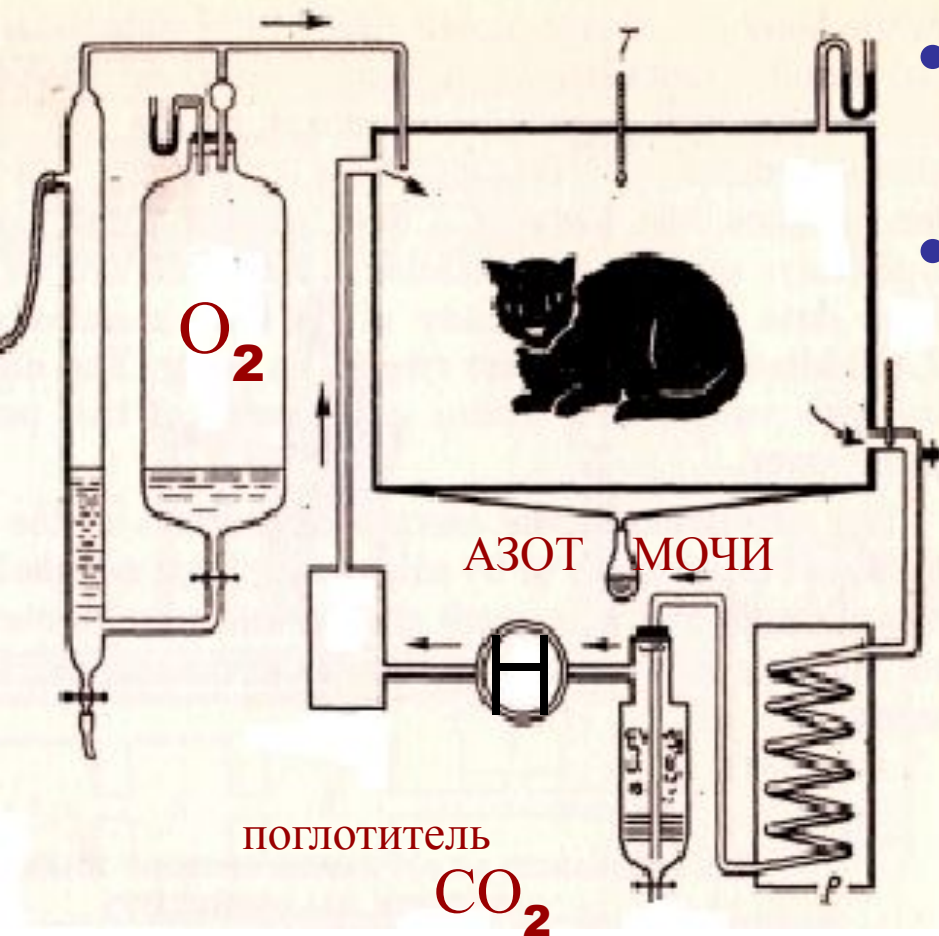
Этуотер, Бенедикт (конец XIX в)



**БИОКАЛОРИМЕТР ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЙ
РАСХОДА ЭНЕРГИИ У ЧЕЛОВЕКА** (тепло
нагревает воду, протекающую по трубе;
учитывается разница температуры воды)

НЕПРЯМАЯ КАЛОРИМЕТРИЯ:

1. МЕТОД ШАТЕРНИКОВА



- Замкнутый метод
- С полным газовым анализом (O_2 и CO_2)
- В течение **24** часов

позволяет определить и расход веществ (БЖУ), и расход энергии (т.е. исследование валового обмена) по азоту мочи и данным газообмена.

РАСЧЕТ ВАЛОВОГО ОБМЕНА

- По азоту мочи рассчитать количество окисленных за сутки БЕЛКОВ.
- С помощью таблицы рассчитать объём O_2 (Б), затраченный на окисление белков и объём CO_2 (Б), выделенный при этом:

При окислении 1 грамма	потребл. O_2 (л)	выдел. CO_2 (л)	Дыхательный коэф. = CO_2 / O_2
БЕЛКОВ	0,97	0,77	0,8
ЖИРОВ	2,0	1,4	0,7
УГЛЕВОДОВ	0,83	0,83	1,0

- ~~Вычесть эти объёмы из общих показателей газообмена.~~
- Объём O_2 (ж) = X
- Объём CO_2 (ж) = **0,7X** (т.к. ДК=**0,7**)
- Объём O_2 (у) = O_2 (жу) - X
- Объём CO_2 (у) равен объёму O_2 (у), т.е. [O_2 (жу) - X] (т.к. ДК=**1**)
- Объём CO_2 (жу) = **0,7X + [O_2 (ж) - X]**
- Найти X и рассчитать показатели газообмена, связанные с окислением а) жиров и б) углеводов.
- С помощью таблицы рассчитать количество окисленных **ЖИРОВ** и **УГЛЕВОДОВ** в граммах.

НЕПРЯМАЯ КАЛОРИМЕТРИЯ:

2. МЕТОД ДУГЛАСА-ХОЛДЕЙНА



- Открытый метод
- С полным газовым анализом
- В течение **10-15** минут сбор выдыхаемого воздуха в специальный мешок.
 - Анализ выдыхаемого воздуха
 - Расчёт дыхательного коэффициента (ДК)
 - С помощью ДК по таблице определение калорического эквивалента кислорода (КЭК)
 - Расчёт энерготрат (исследование рабочего обмена):
$$\text{КЭК (ккал/л)} \times \text{объём O}_2 \text{ (л)}$$

ДЫХАТЕЛЬНЫЙ КОЭФФИЦИЕНТ

Отношение количества выделенного углекислого газа к количеству поглощенного кислорода.

$$ДК = \frac{CO_2}{O_2}$$

Зависит от того, какие вещества окисляются:

Б **0,8**

Ж **0,7**

У **1,0**

КАЛОРИЧЕСКИЙ ЭКВИВАЛЕНТ КИСЛОРОДА

Количество энергии, которое выделяется при потреблении организмом **1** литра кислорода

Зависит от того, какие вещества окисляются:

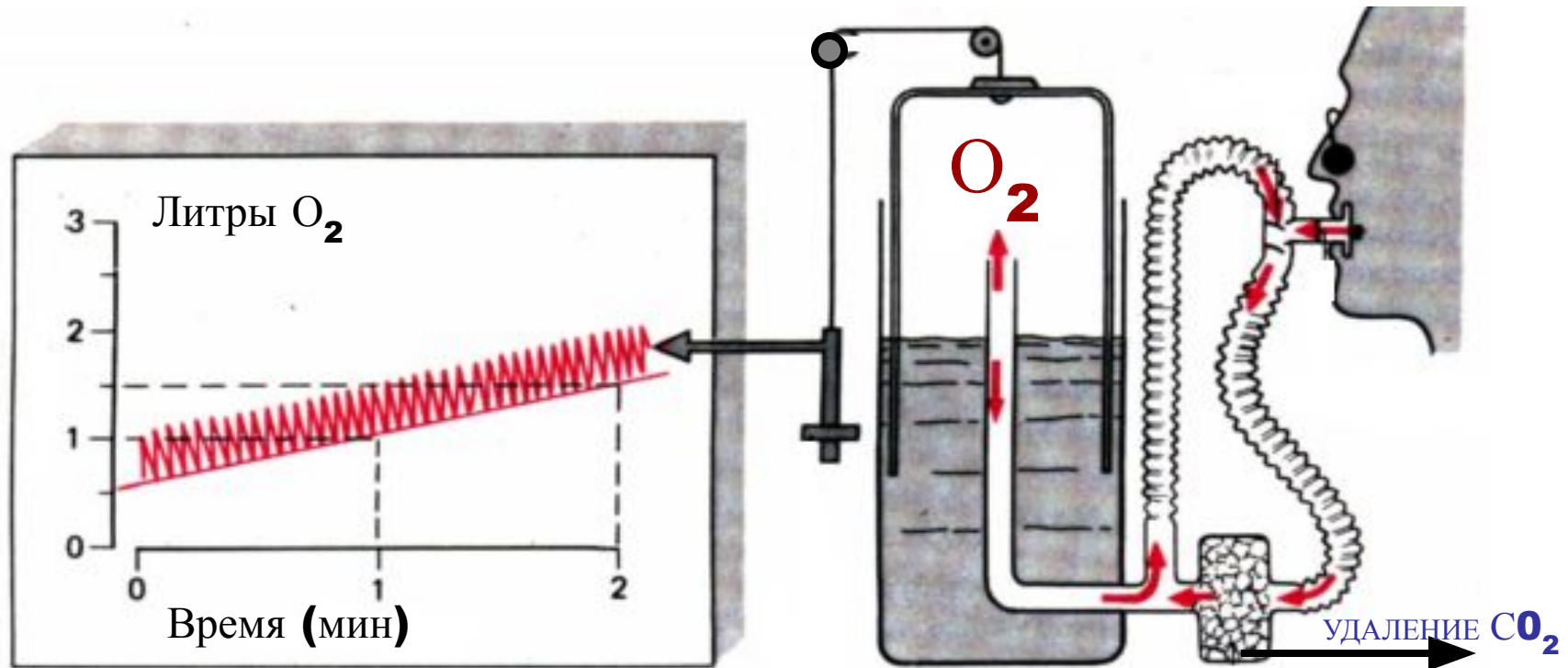
Б **4,8** ккал/л

Ж **4,7** ккал/л

У **5,0** ккал/л

НЕПРЯМАЯ КАЛОРИМЕТРИЯ:

3. МЕТОД КРОГА



- **Закрытый метод**
- **С неполным газовым анализом**
- **В течение 2-3 мин**

измеряем потребление O_2 за минуту, умножаем на средний КЭК и определяем величину **ОСНОВНОГО ОБМЕНА**

ОСНОВНОЙ ОБМЕН -

ЭТО МИНИМАЛЬНЫЙ РАСХОД ЭНЕРГИИ
БОДРСТВУЮЩЕГО ЧЕЛОВЕКА

- Энергия основного обмена затрачивается на дыхание, сердечную деятельность, тонус мышц и др.
- **ОПРЕДЕЛЯЕТСЯ В СТАНДАРТНЫХ УСЛОВИЯХ:**
 1. Лёжа, в состоянии покоя
 2. При температуре комфорта (**18° – 20°**)
 3. Натощак (через **12-16** часов после приёма пищи)
- ЗАВИСИТ ОТ: пола, возраста, массы, роста
- Имеет диагностическое значение

ОСНОВНОЙ ОБМЕН

- Должный (идеальный) основной обмен определяется по таблицам или по формулам (с учётом пола, возраста, массы, роста)
- Истинный (реальный) основной обмен определяется методом Круга в стандартных условиях.
- Допустимое отклонение истинного основного обмена от должного – **10%**
- % отклонения можно рассчитать по формуле Рида:

$$\% \text{ откл.} = \mathbf{0.75} \times (\text{ЧСС} + \text{пульсовое АД} \times \mathbf{0.74}) - \mathbf{72}$$

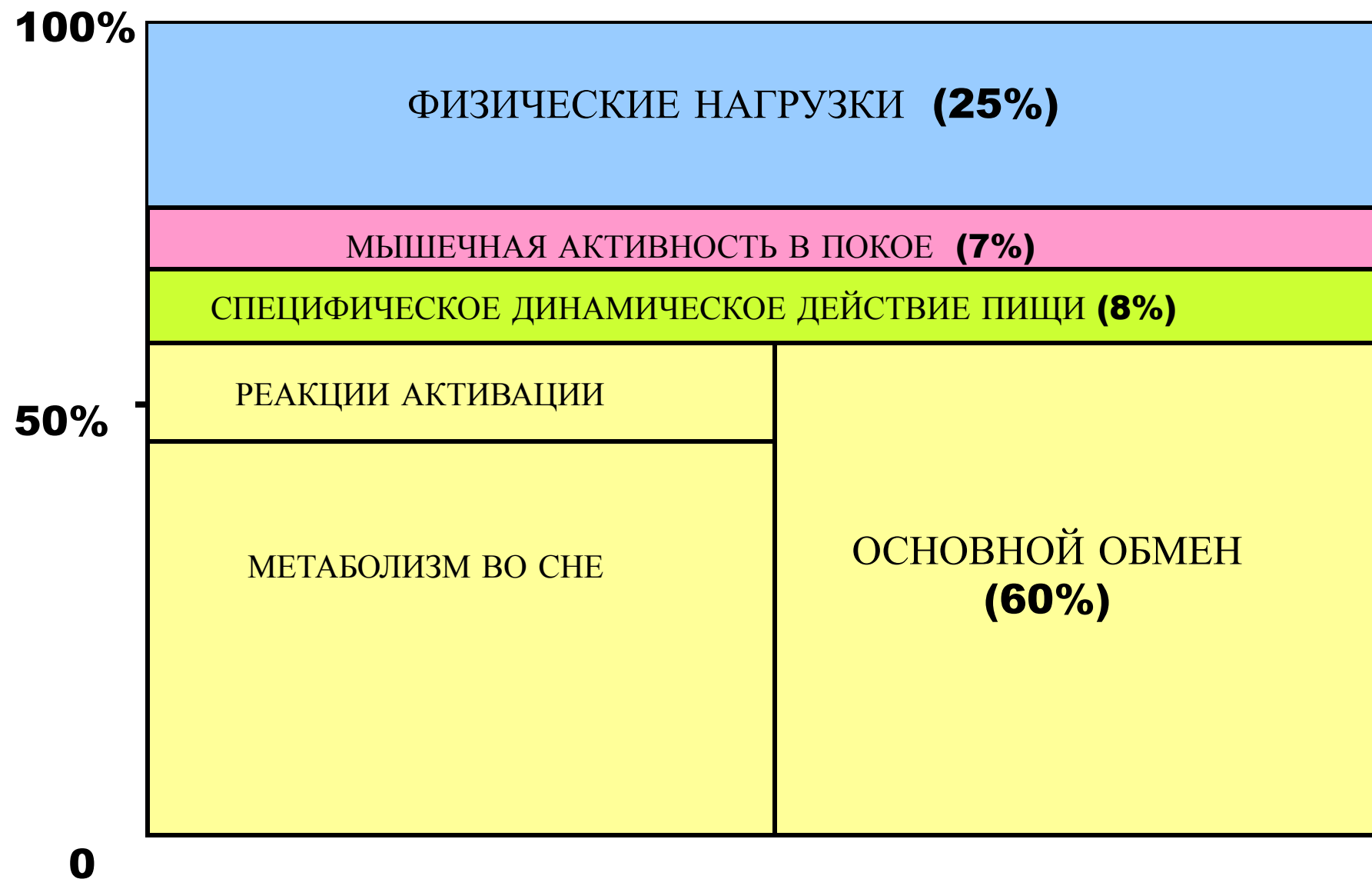
РАБОЧИЙ ОБМЕН -

- это общие энерготраты организма за сутки, которые складываются из **основного обмена** и **рабочей прибавки**.
- **РАБОЧАЯ ПРИБАВКА** - дополнительный расход энергии **сверх основного обмена**.
- Энергия расходуется на мышечную работу, терморегуляцию, усвоение пищи.

**РАБОЧАЯ ПРИБАВКА (за сутки) =
РАБОЧИЙ ОБМЕН минус ОСНОВНОЙ ОБМЕН.**

Рабочий обмен зависит от пола, возраста, веса, роста и характера трудовой деятельности.

ОБЩИЕ ЭНЕРГОТРАТЫ ОРГАНИЗМА ЗА СУТКИ



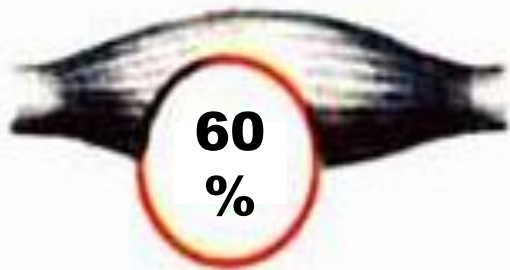
ТЕРМОРЕГУЛЯЦИЯ

РЕГУЛЯЦИЯ ПОСТОЯНСТВА ТЕМПЕРАТУРЫ ТЕЛА

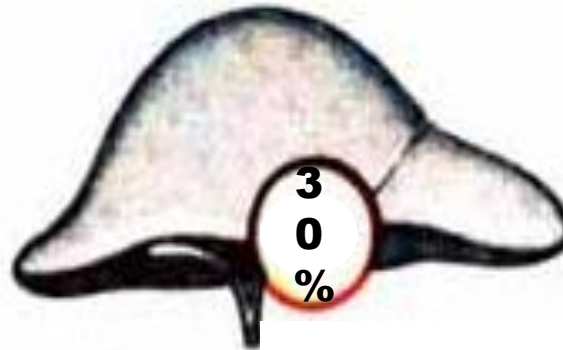
(от температуры зависит активность ферментов и течение всех био-химических реакций в организме)

- **ТЕПЛОПРОДУКЦИЯ** – химические процессы в тканях, которые приводят к образованию тепла
- **ТЕПЛООТДАЧА** – физические процессы, которые приводят к выделению тепла во внешнюю среду

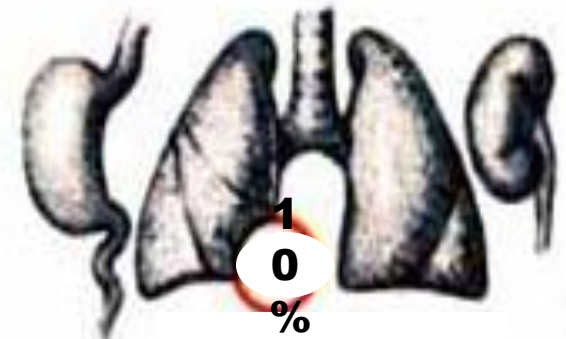
ТЕПЛОПРОДУКЦИЯ



СКЕЛЕТНЫЕ
МЫШЦЫ



ПЕЧЕНЬ

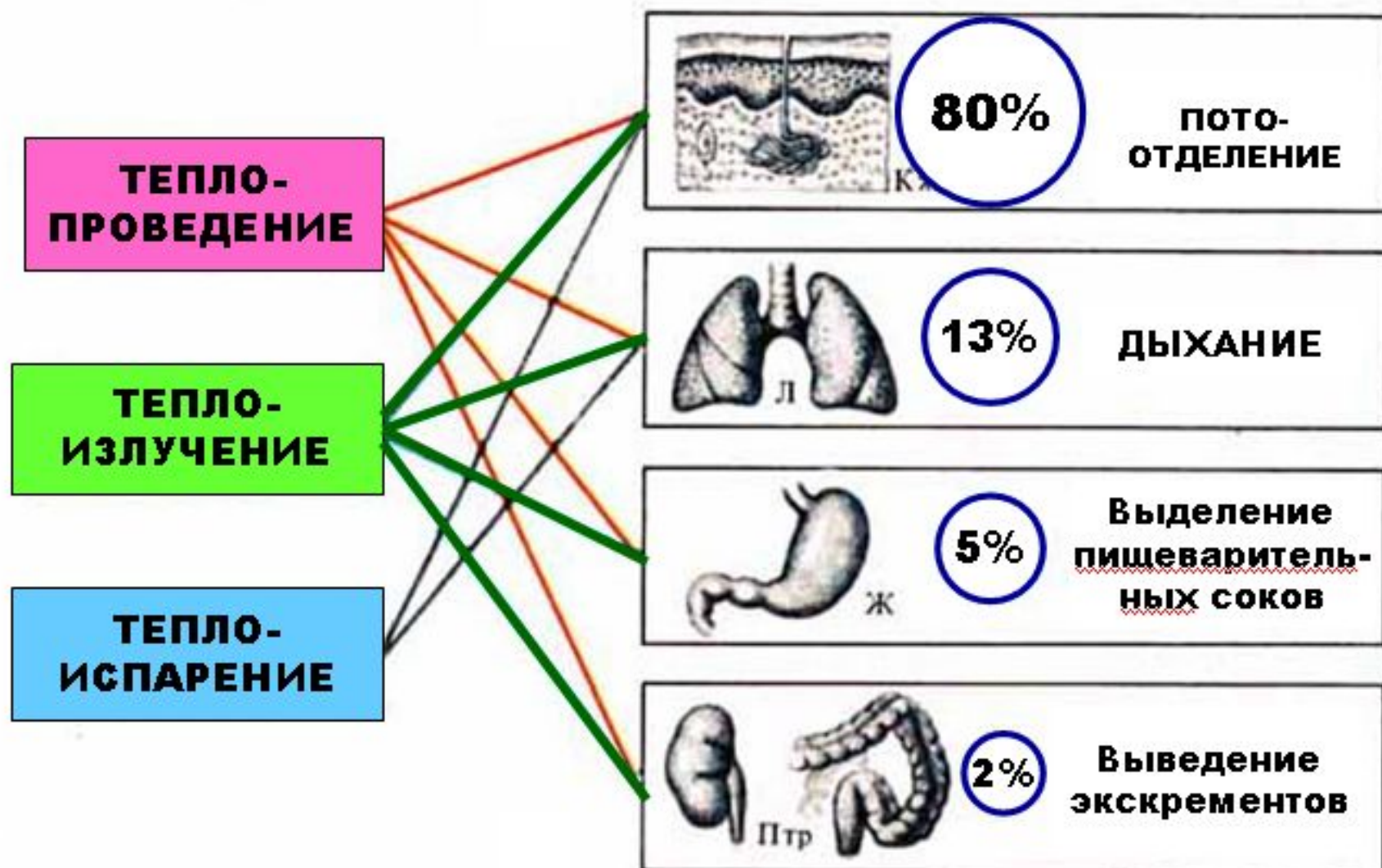


ПРОЧИЕ
ОРГАНЫ

ОБРАЗОВАНИЕ ТЕПЛА РЕГУЛИРУЕТСЯ:

- Соматическими нервами (дрожь и произвольные движения)
- Симпатическими нервами (усиление метаболизма в клетках, окисление жиров)
- Гормонами (адреналин, тироксин)

ТЕПЛООТДАЧА



ТЕПЛООТДАЧА РЕГУЛИРУЕТСЯ:

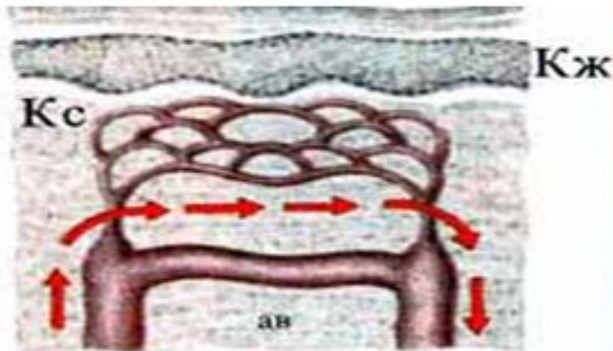
- Соматическими нервами (дыхание частое, но поверхностное – «тепловая одышка»)
- Симпатическими нервами
 - потоотделение (симпатические холинергические волокна)
 - сосудистые реакции (симпатические адренергические волокна)
- Гормонами (адреналин, норадреналин)
 - сосудистые реакции

СОСУДИСТЫЕ РЕАКЦИИ

Сохранение тепла



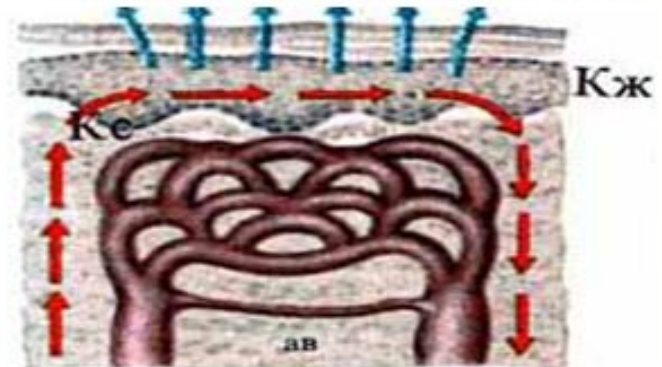
Теплоотдача понижена



Выделение тепла



Теплоотдача повышена



ОБЩАЯ СХЕМА ТЕРМОРЕГУЛЯЦИИ



С Н О В Ы М Г О Д О М



С Н О В Ы М Г О Д О М !

