



# Обмен веществ и энергии

# Обмен веществ и энергии

- Анаболизм – биосинтез сложных веществ клетки
- Катаболизм - расщепление сложных молекул до простых веществ

# метаболизм

Аминокислоты, нуклеотиды,  
Гормоны и т.д.

Рост, развитие  
и обновление  
структур

клеточные  
мембраны,  
органеллы, белки,  
Нуклеиновые

Пища

Б. Ж. У.

катаболизм

АНАБОЛИЗМ  
Биосинтез  
работа

Т  
ПИРУВАТ и др.

**БЕЛКИ**

**ЖИРЫ**

**УГЛЕВОДЫ**

**БИОЛОГИЧЕСКОЕ ОКИСЛЕНИЕ**

**$H_2O + CO_2 + \text{АТФ}$  первичное тепло**

**Механическая  
работа**

**Химический синтез,  
обновление структур**

**Активный транспорт в-  
в,  
Электрическая работа**

**Вторичная теплота**

**Активное  
состояние**

**ОСНОВНОЙ ОБМЕН**

# ОСНОВНОЙ ОБМЕН

- **СУММАРНАЯ ИНТЕНСИВНОСТЬ  
ОБМЕННЫХ ПРОЦЕССОВ ОРГАНИЗМА,  
ИЗМЕРЕННАЯ В УСЛОВИЯХ ПОКОЯ**

# СТАНДАРТНЫЕ УСЛОВИЯ ИЗМЕРЕНИЯ ОО

1. УТРОМ
2. НАТОЩАК (через 12-16 часов после еды)
3. ПРИ СОСТОЯНИИ ФИЗИЧЕСКОГО ПОКОЯ (лёжа)
4. ПРИ СОСТОЯНИИ ПСИХИЧЕСКОГО И ЭМОЦИОНАЛЬНОГО ПОКОЯ
5. ПРИ ТЕМПЕРАТУРНОМ КОМФОРТЕ (18-22<sup>0</sup>С для одетого тела. 25-26<sup>0</sup>С для раздетого)

# Факторы, определяющие ОО

1. ВОЗРАСТ
2. РОСТ
3. ПОЛ

ДОО – должный ОО, определяется по таблицам

РП – рабочая прибавка, Е – затрачиваемая сверх ОО при работе

# Величина энергозатрат в зависимости от профессии

Группа	Особенности профессии	Коэффициент физической активности	Общий суточный расход энергии, кДж (ккал)
Первая	Работники, занятые преимущественно умственным трудом	1,4	9 799—10 265 (2 100—2 450)
Вторая	Работники, занятые легким физическим трудом	1,6	10 475—11 732 (2 500—2 800)
Третья	Работники, занятые трудом средней тяжести	1,9	12 360—13 827 (2 950—3 300)
Четвертая	Работники, занятые тяжелым физическим трудом	2,2	14 246—16 131 (3 400—3 850)
Пятая <sup>1</sup>	Работники, занятые особо тяжелым физическим трудом	2,5	16 131—17 598 (3 850—4 200)



# Суточный расход энергии у детей и подростков

Возраст	Суточный расход энергии, кДж (ккал)	Возраст	Суточный расход энергии, кДж (ккал)
6 мес—1 год	3 349 (800)	7—10 лет	10 048 (2 400)
1—1,5 года	5 443 (1 300)	11—14 »	11 932 (2 850)
1,5—2 »	6 280 (1 500)	юноши 14—17 »	13 188 (3 150)
3—4 »	7 536 (1 800)	девушки 13—17 »	11 514 (2 750)
5—6 лет	8 374 (2 000)		

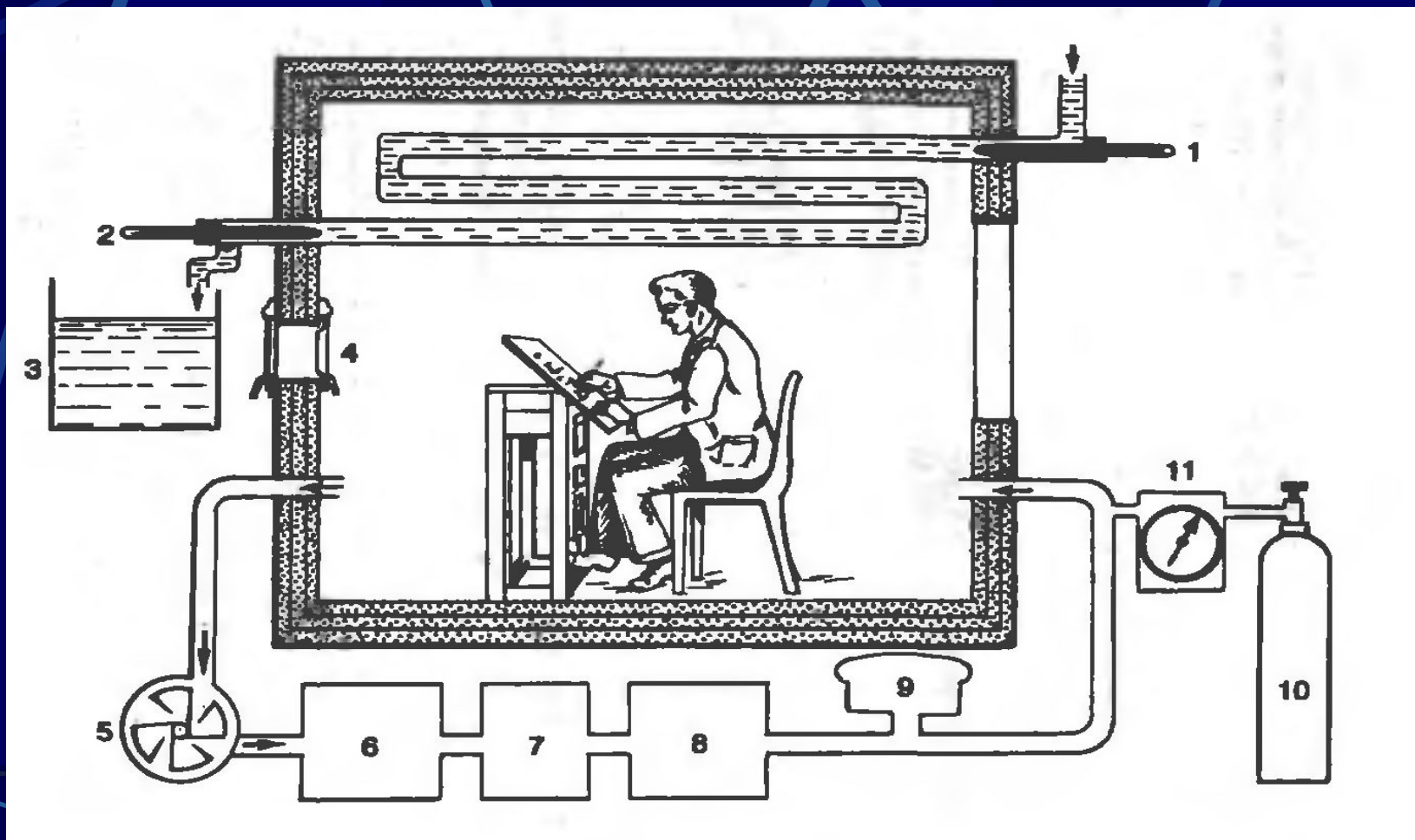
# Величина энергозатрат в зависимости от профессии

Группа	Особенности профессии	Коэф. Физич. активности	Общий суточный расход E кДж (ккал)
I	умств. труд	1,4	9799-10265 (2100-2450)
II	Легкий физич. труд	1,6	10475-11732 (2500-2800)
III	Труд средней тяжести	1,9	12360-13827 (2950-3300)
IV	Тяжёлый труд	2,2	14246-16131

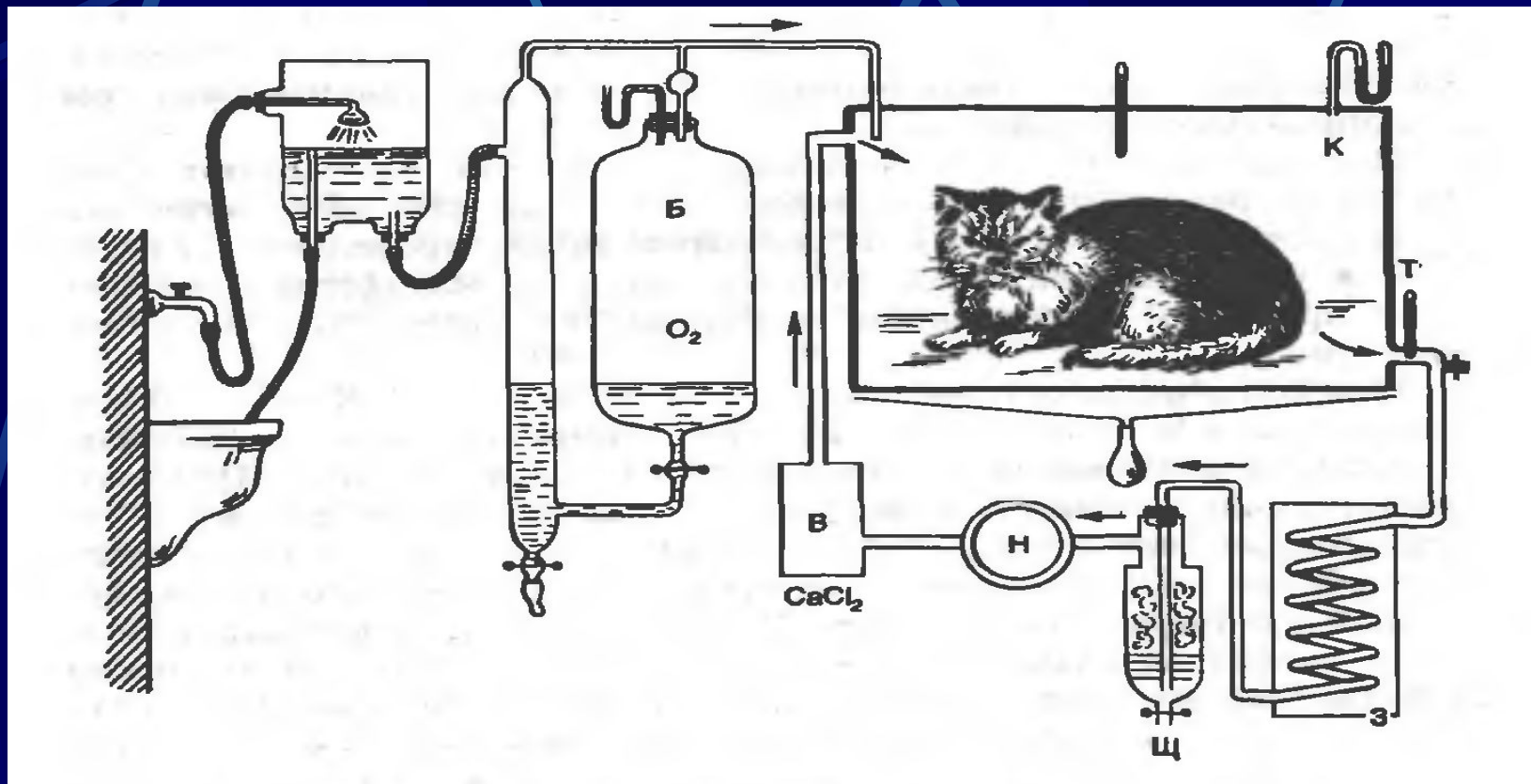
# Методы исследования энергетических трат

- Прямая биокалориметрия
- Непрямая биокалориметрия
  1. По газообмену
  2. По пищевым рационам

# Биокалориметр Этуотера-Бенедикта

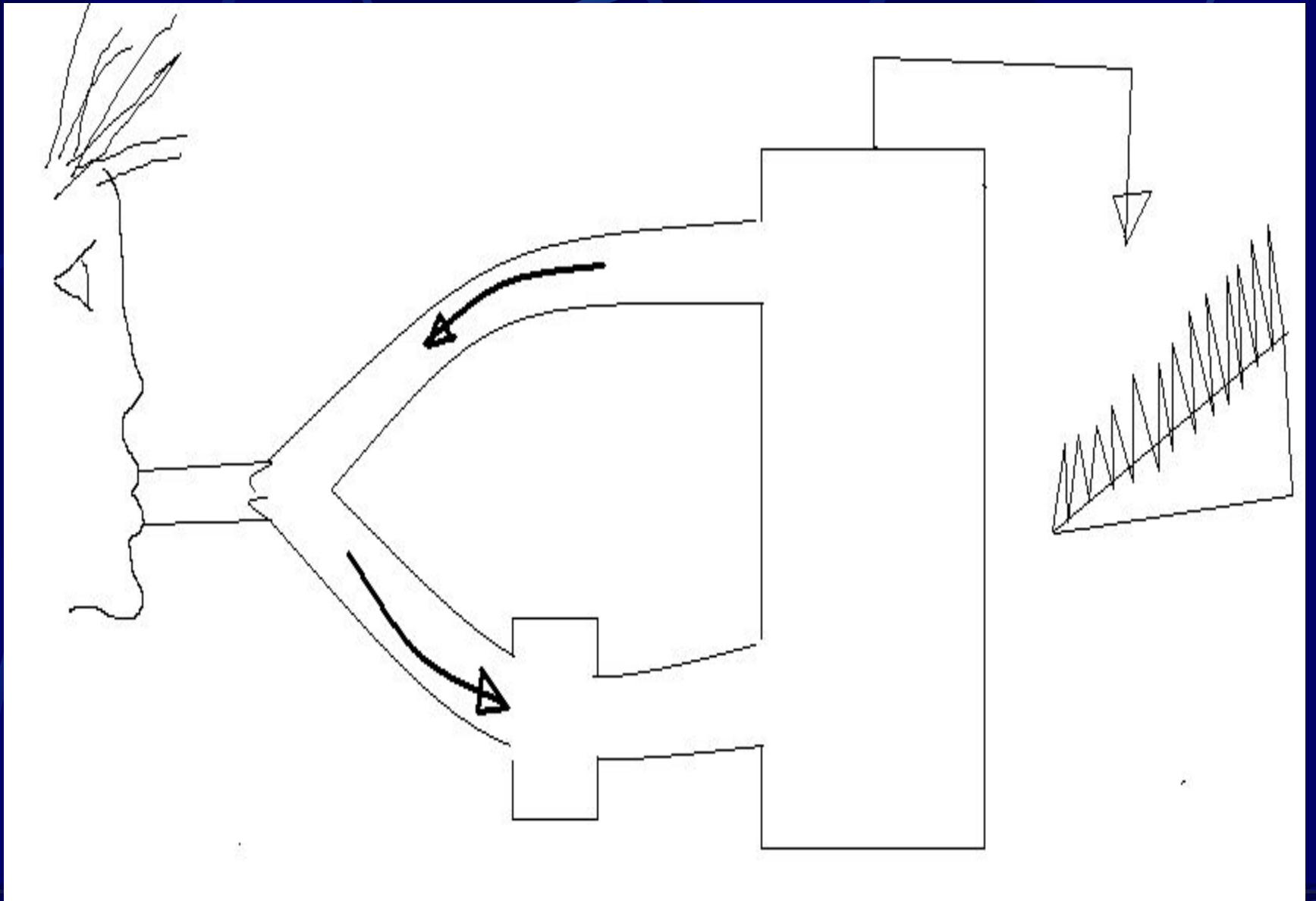


# Респираторный аппарат Шатерникова



# Определение легочной вентиляции с помощью мешка Дугласа-Холдейна





# Калориметрия по газообмену

- ДЫХАТЕЛЬНЫЙ КОЭФИЦИЕНТ – ДК-  
ОТНОШЕНИЕ ВЫДЕЛЕННОГО  $\text{CO}_2$  К  
ПОГЛОЩЕННОМУ  $\text{O}_2$
- КАЛОРИЧЕСКИЙ ЭКВИВАЛЕНТ  
КИСЛОРОДА – КОЛИЧЕСТВО ТЕПЛА,  
ВЫДЕЛЯЕМОЕ ПРИ ПОГЛОЩЕНИИ 1л  $\text{O}_2$   
ПОШЕДШЕГО НА ОКИСЛЕНИЕ  
ПИТАТЕЛЬНОГО ВЕЩЕСТВА



- **КАЛОРИЧЕСКИЙ КОЭФИЦИЕНТ – КОЛИЧЕСТВО ТЕПЛА ВЫДЕЛЯЕМОЕ ПРИ СГОРАНИИ 1 г ВЕЩЕСТВА**



- $DK = 6CO_2 / 6O_2 = 1$



**сгорание**

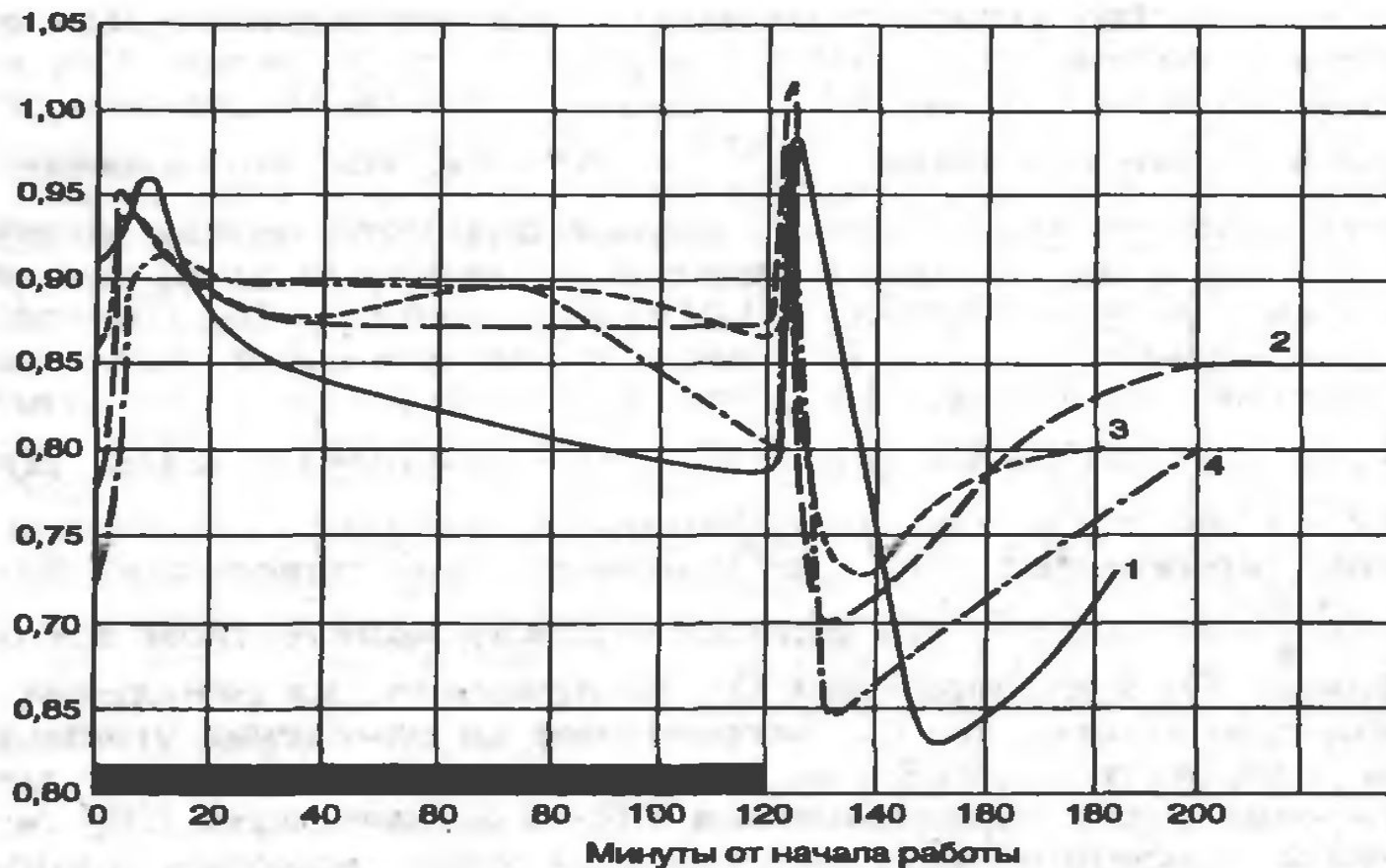


**1 кДж  
нагревает  
1 л воды  
на  $0,24^{\circ}\text{C}$**

# Энергетическая ценность ПИТАТЕЛЬНЫХ ВЕЩЕСТВ

ВЕЩЕСТВО	ДК	КЭ Ккал (кДж)	КК Ккал (кДж)
БЕЛКИ	0,6-0,8	4,46 (18,8)	4,1(17,2)
ЖИРЫ	0,7	4,7 (19,6)	9,3 (38,9)
УГЛЕВОДЫ	1	5,05 (21,1)	4,1(17,2)
СМЕШАННАЯ ПИЦЦА	0,86	4,86	

# Кривые изменения дыхательного коэффициента во время и после работы



Среднесуточная  
потребность



# Рекомендованные пропорции поступления энергоресурсов

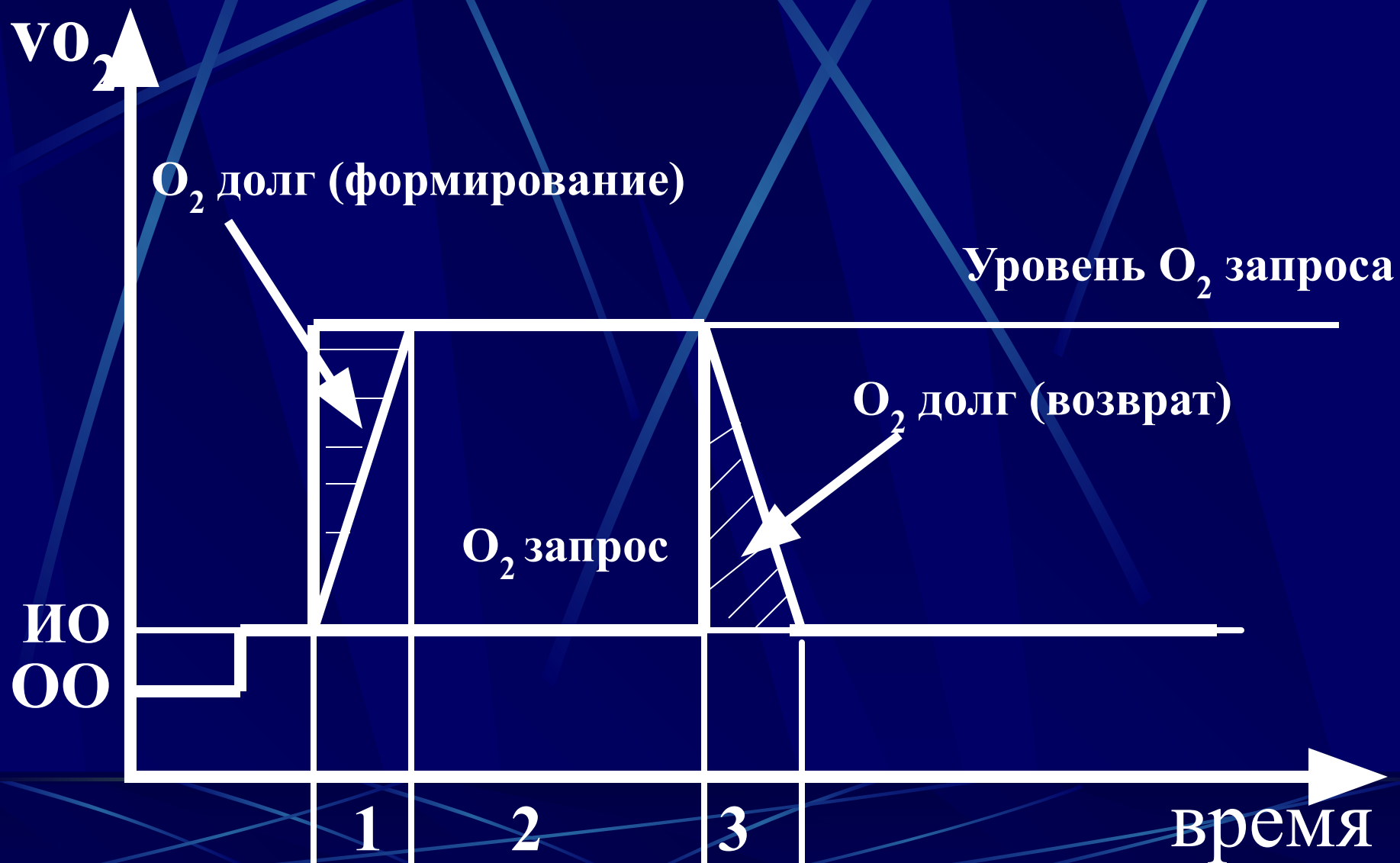
белки  
15 - 20%

жиры 30%

углеводы  
50 - 55%



# Динамика рабочего обмена



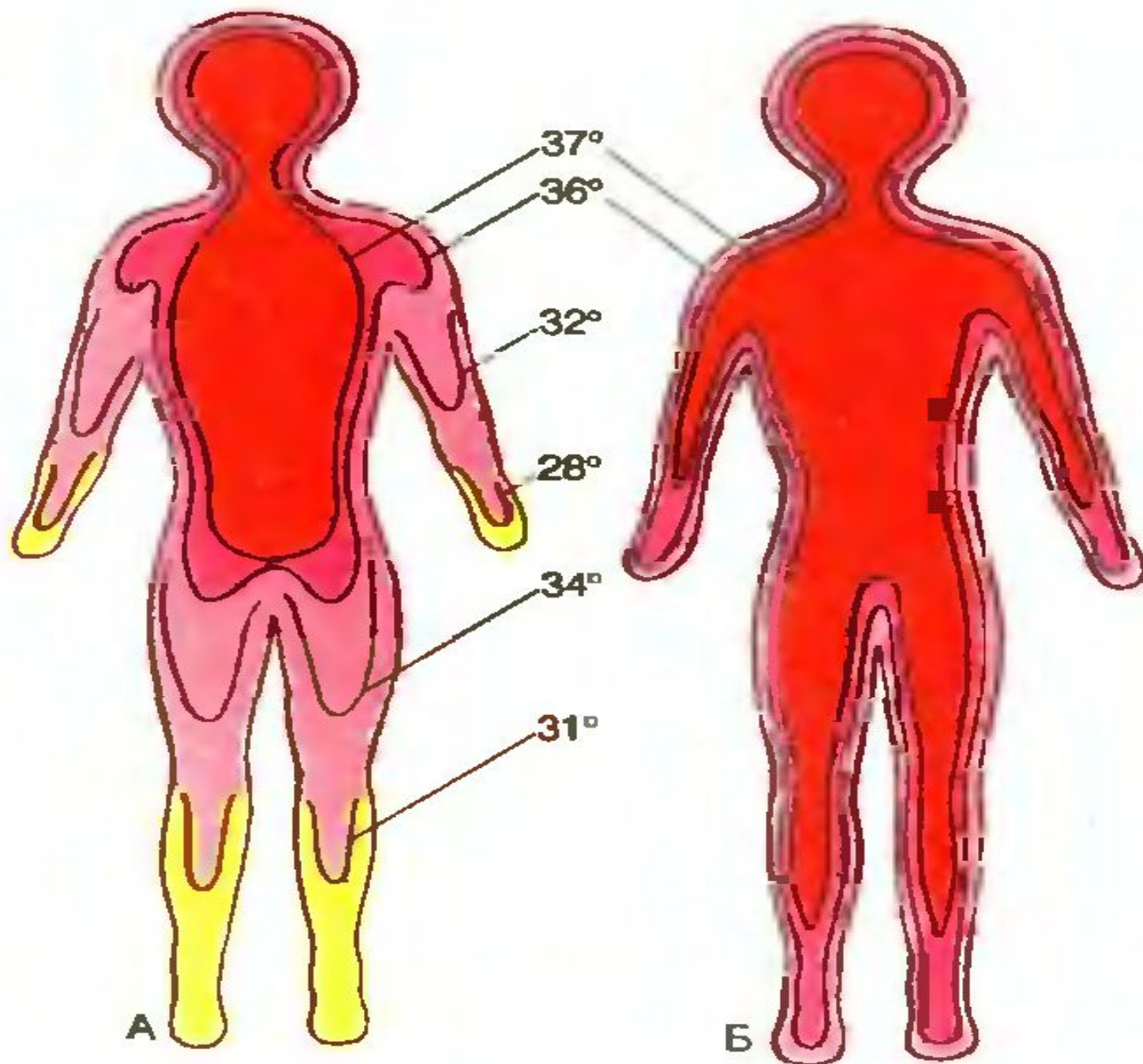




# терморегуляція

- **Гомойотермия – постоянство температуры тела, независимо от температуры окружающей среды.**
- **Гомойотемные – теплокровные организмы**
- **Пойколотермия – температура тела зависит от окружающей среды**
- **Пойкилотермные – хладнокровные организмы**

- **«оболочка» - поверхностные ткани (кожа), отдающие тепло окружающей среде - пойкилотермная**
- **«ядро» или «сердцевина» - глубокие ткани, производящие тепло - гомойотермная**



**окружающая среда**

Температура, влажность, ветер

**Температура оболочки**

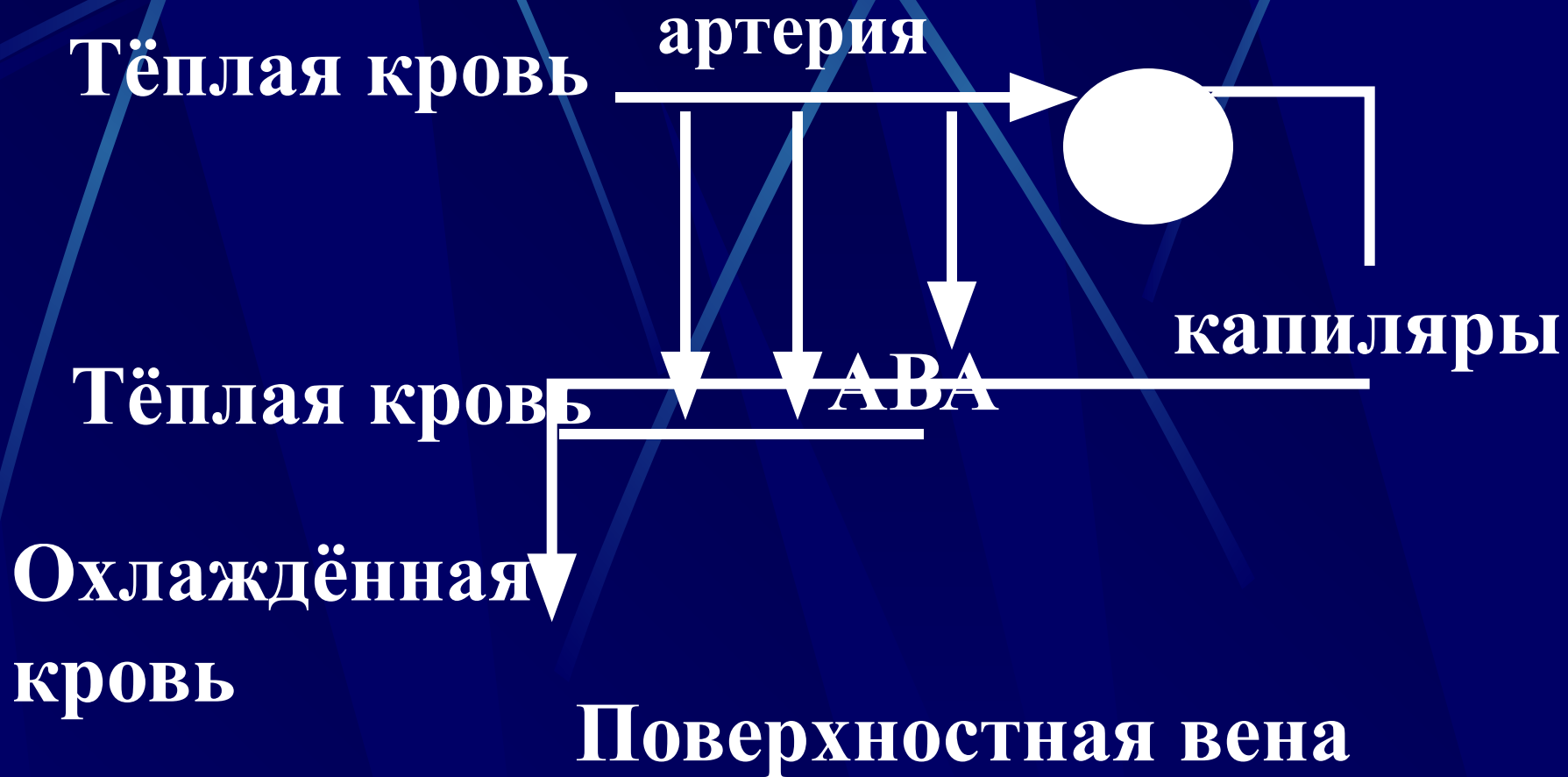
The diagram consists of a central yellow text 'Температура оболочки' (Skin temperature) with two white arrows pointing towards it. One arrow originates from the text 'окружающая среда' (environment) and 'Температура, влажность, ветер' (Temperature, humidity, wind) above it. The other arrow originates from the text 'Интенсивность переноса тепла кровью из глубоких частей тела' (Intensity of heat transfer by blood from deep parts of the body) below it. The background is dark blue with a pattern of intersecting light blue lines.

**Интенсивность переноса**

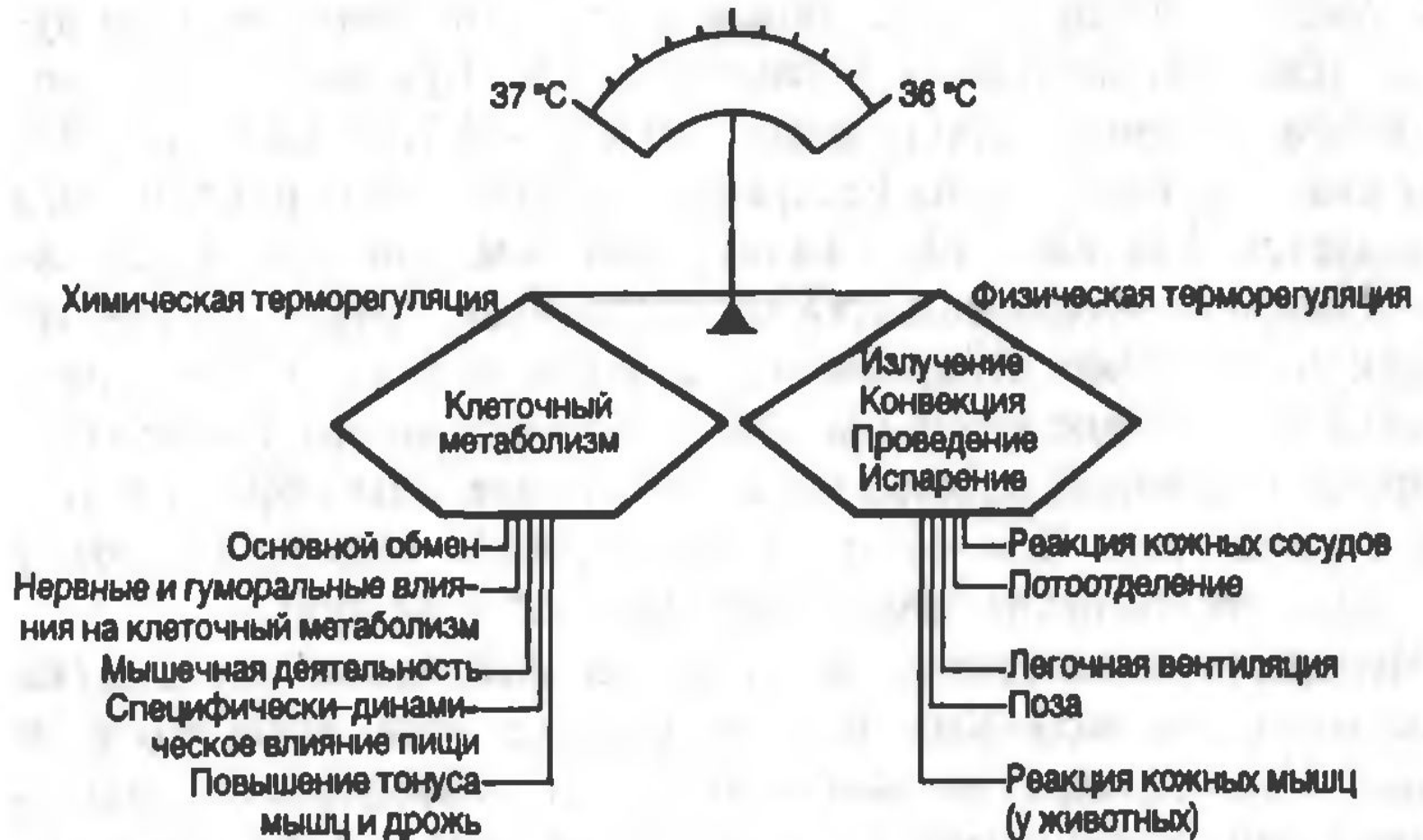
**тепла кровью из**

**глубоких частей тела**

# Роль сосудов кожи в теплоотдаче



# Соотношение механизмов физи-ческой и химической терморегу-ляции



37<sup>0</sup>C

36<sup>0</sup>C

Химическая

Физическая

терморегуля-

терморегуля-

ция

ция

Клеточн

Излучение

ый

Конвекци

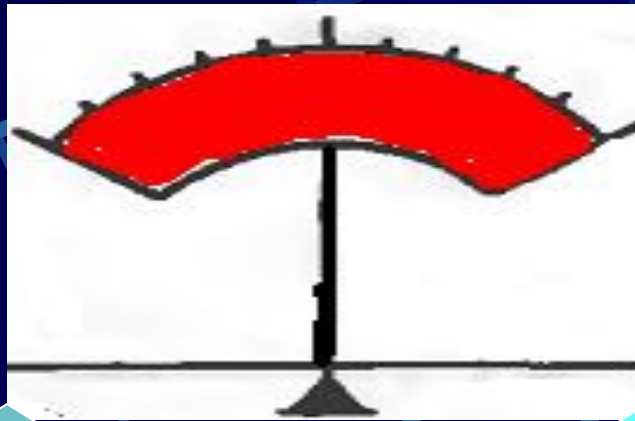
я

метаболи

Проведен

ие

изотермия







# Физическая терморегуляция

# Пути теплоотдачи

- 1) теплоизлучение (радиация) – способ отдачи тепла человека предметам, находящимся на расстоянии, при помощи электромагнитных волн инфракрасного диапазона. (66%)
- 2) конвекция – перенос тепла в процессе движения воздуха или воды, окружающих тело. (15%)

## Пути теплоотдачи

- 3) теплопроводение – этим путём тепло отдаётся при контакте тела с каким-либо субстратом (одежда, постель, сидение стула, на котором человек сидит и т.д.)
- 4) испарение за счёт потоотделения. (19%)

# Факторы внешней среды, влияющие на теплоотдачу

- **Температура воздуха**
- **Влажность**
- **Перемещение воздушных масс  
(ветер)**

# Регуляция теплоотдачи

## Симпатическая н.с. (адренергические волокна)

норадреналин

адренорецепторы

Прекапиллярные сфинктеры и АВА

Изменения кровотока в коже

Изменения температурного градиента

# Регуляция теплоотдачи

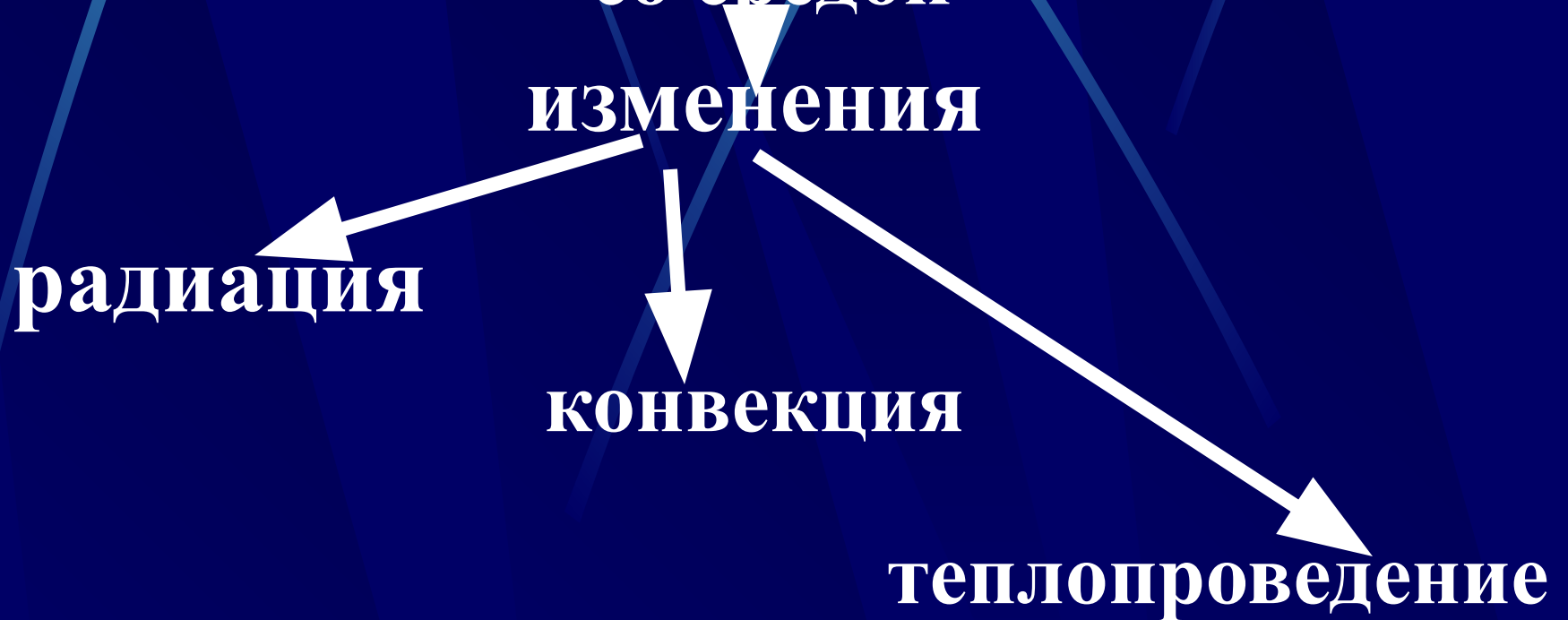
Изменения температурного градиента  
со средой

изменения

радиация

конвекция

теплопроводение



**Регуляция теплоотдачи**

**Симпатическая н.с.  
(холинергические волокна)**

**ацетилхолин**

**Потовые железы**

**Изменения потоотделения**

**испарение**



# Химическая терморегуляция



теплопродукция

# Сократительный термогенез

↓  
Скелетные мышцы

←  
Мышечный  
тонус

↓  
Мышечная  
дрожь

↘  
Произвольные  
движения

# теплопродукция

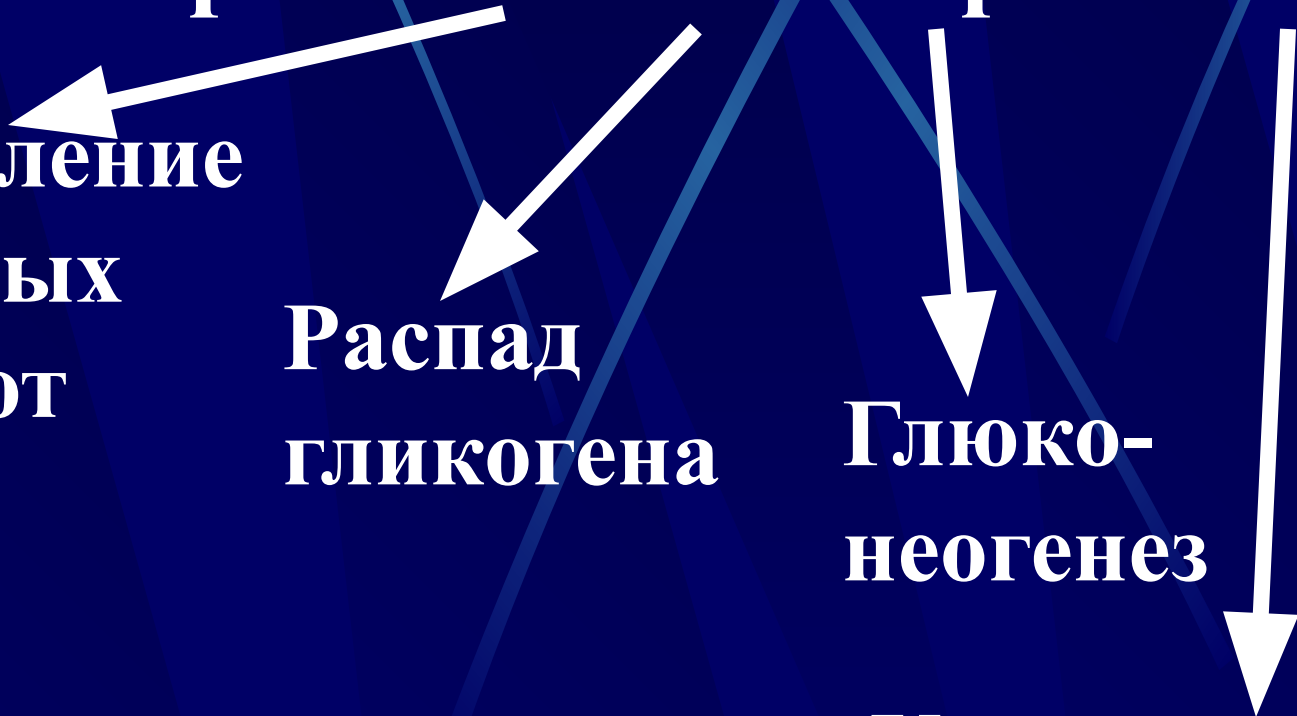
## Несократительный термогенез

Окисление  
жирных  
кислот

Распад  
гликогена

Глюко-  
неогенез

Усиление  
окислительных  
процессов



# Окисление жирных кислот у новорожденных

Симпатическая н.с.

Бурый жир – фермент мембраны *термогенин*

Цитохромные ферменты

Быстрое окисление жирных кислот

тепло

Отсутствие синтеза и гидролиза АТФ

# Особенности терморегуляции у новорожденных

- Теплопродукция на 1 кг массы новорожденных в 1,4 раза выше, чем у взрослых;
- Теплоотдача в 2 раза интенсивнее, чем у взрослых

# Особенности терморегуляции у новорожденных

- Большая поверхность тела новорожденных по отношению к массе;
- Интенсивное кровообращение в коже;
- Малая толщина кожи;
- Недостаточное потоотделение.

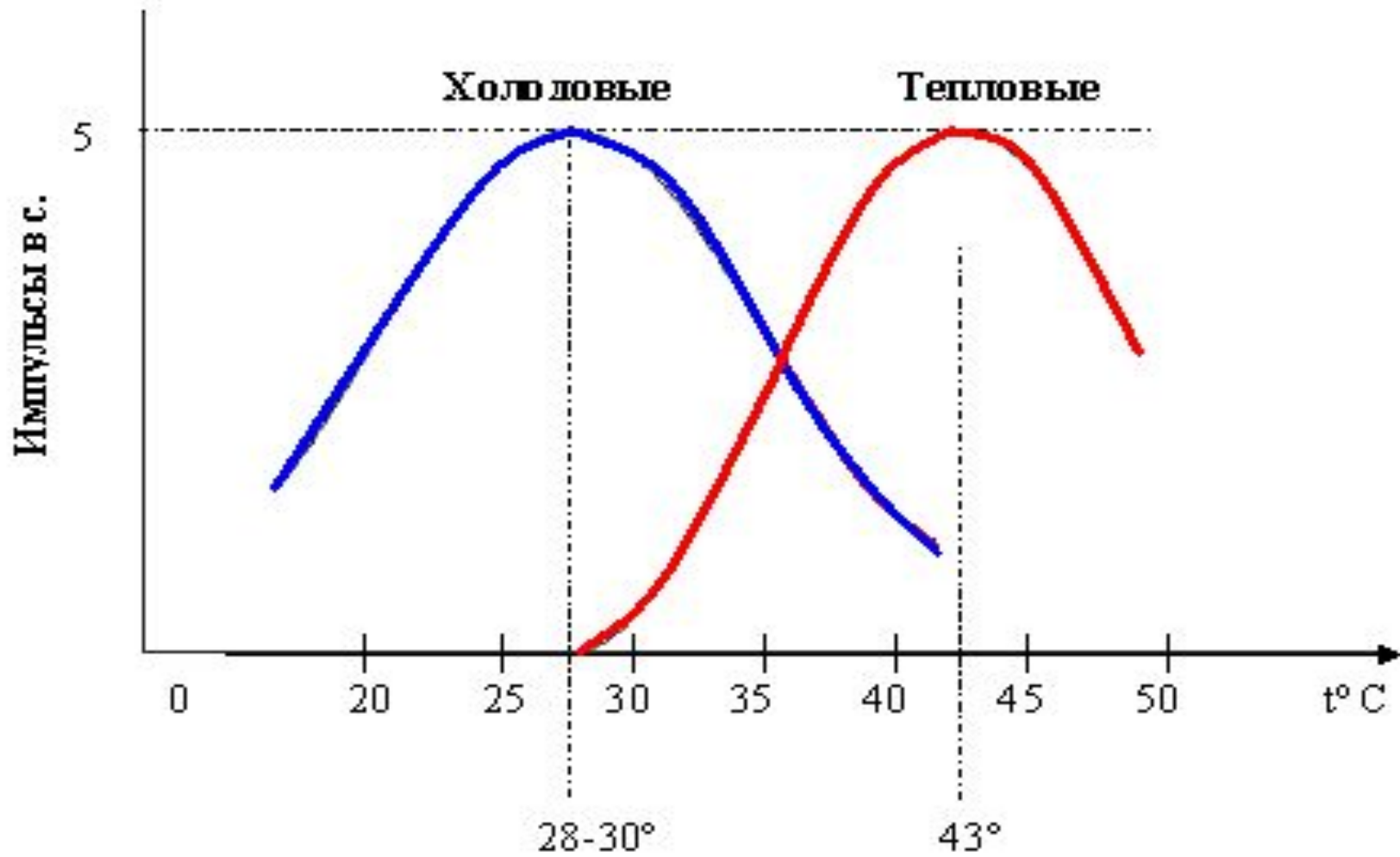
# Терморепрепторы кожи

- Холодовые репрепторы – **колбочки Краузе** - свободные нервные окончания в базальном (ростковом) слое эпидермиса.
- Игрют важную роль в защите организма от переохлаждения.

# Терморцепторы кожи

- Тепловые рецепторы – **тельца Руффини** – свободные нервные окончания в сосочковом слое дермы.
- Холодовых рецепторов больше, чем тепловых

# Терморцепторы кожи





# Терморепцепторы кожи

- Холодовой диапазон – от 20 до 40<sup>0</sup>С
- Тепловой диапазон – от 25 до 47<sup>0</sup>С

# Периферическая терморегуляция

- Защищает организм от переохлаждения
- Возбуждение холодовых рецепторов включает центральные механизмы, обеспечивающие:

УВЕЛИЧЕНИЕ ТЕПЛОПРОДУКЦИИ

УМЕНЬШЕНИЕ ТЕПЛООТДАЧИ

# ТЕРМОРЕЦЕПТОРЫ «СЕРДЦЕВИНЫ» ТЕЛА

(ЦЕНТРАЛЬНЫЕ И ВНУТРИСОСУДИСТЫЕ)

- Защищают организм от ПЕРЕГРЕВАНИЯ
- Возбуждение терморецепторов «сердцевины» включает центральные механизмы, обеспечивающие УВЕЛИЧЕНИЕ ТЕПЛООТДАЧИ

# ГИПОТАЛАМУС

- ПЕРЕДНИЙ ГИПОТАЛАМУС –  
*АФФЕРЕНТНЫЙ СИНТЕЗ  
ТЕМПЕРАТУРНОЙ ИНФОРМАЦИИ*
- ЗАДНИЙ ГИПОТАЛАМУС –  
*ФОРМИРОВАНИЕ АФФЕРЕНТНОЙ  
КОМАНДЫ*



**теплообразование**

```
graph TD; A[теплообразование] --> B[Температура «сердцевины тела» (гомеостатический параметр)]; C[теплоотдача] --> B;
```

The diagram features a dark blue background with a network of lighter blue lines forming a grid-like pattern. Three main text elements are arranged vertically: 'теплообразование' at the top, 'Температура «сердцевины тела» (гомеостатический параметр)' in the center, and 'теплоотдача' at the bottom. A white arrow points from the top text to the center text, and another white arrow points from the bottom text to the center text.

**Температура  
«сердцевины тела»  
(гомеостатический параметр)**

**теплоотдача**