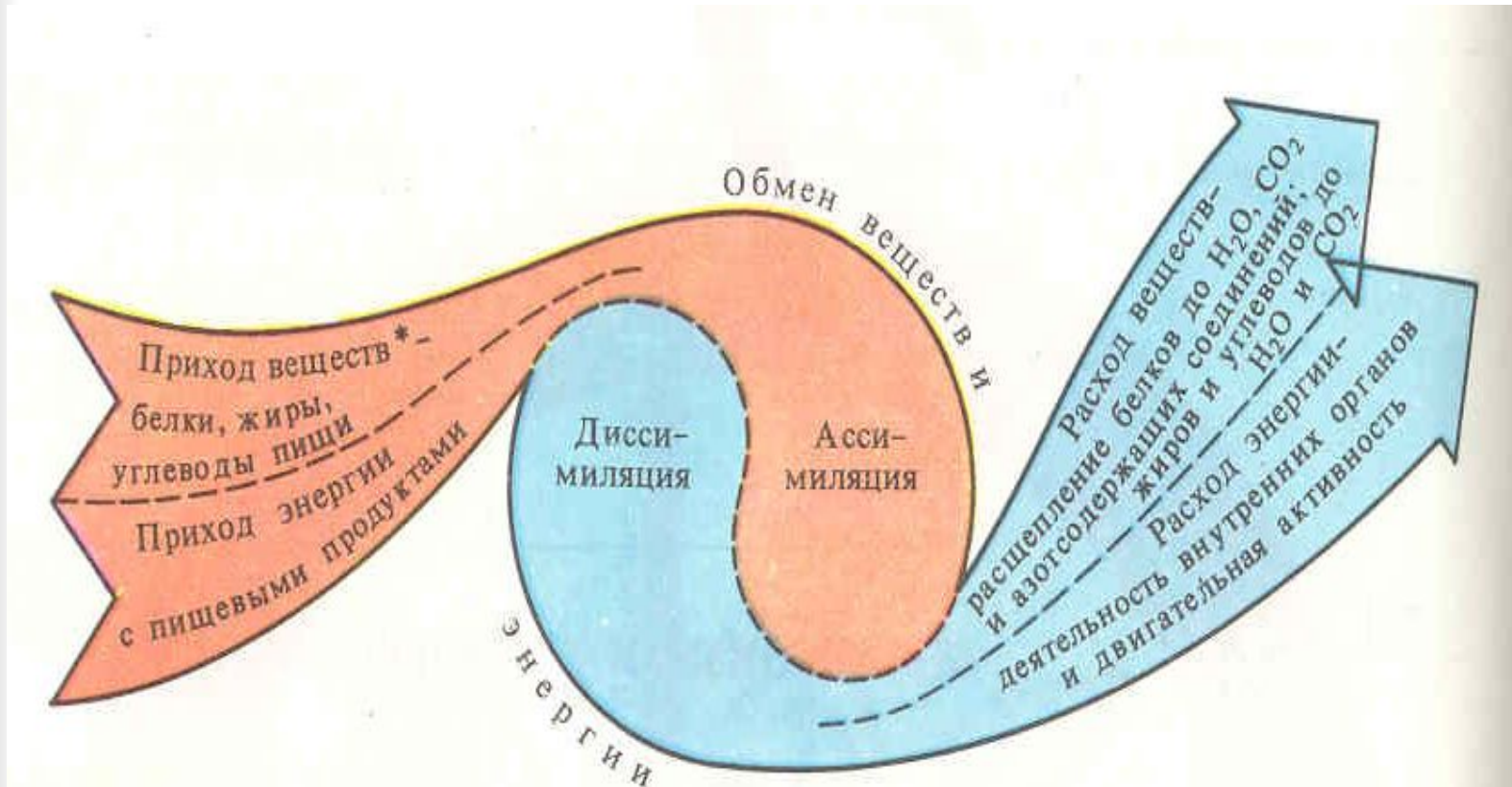


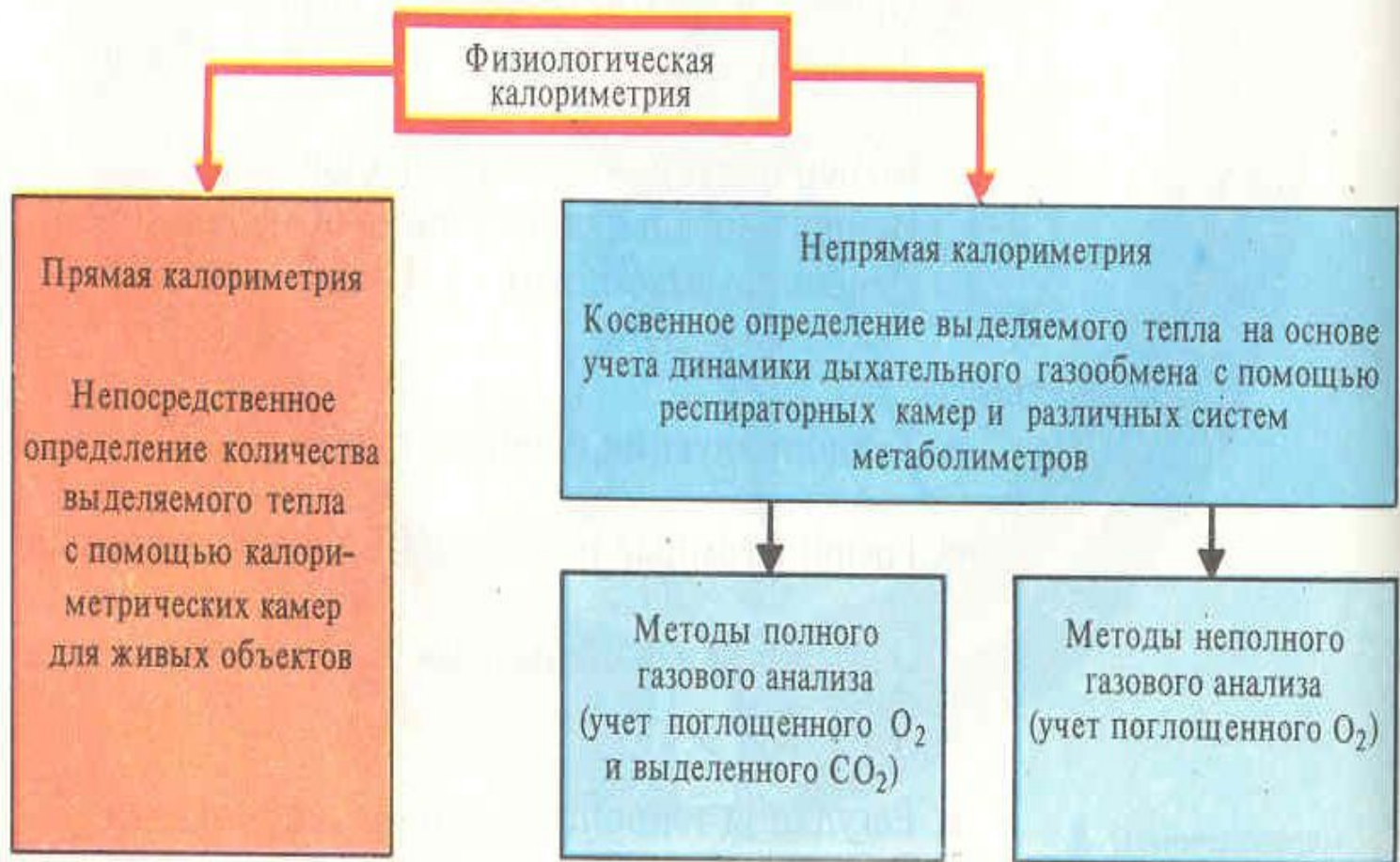
# **Кафедра нормальной физиологии КрасГМА**

## **ФИЗИОЛОГИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ОБМЕНА И ТЕМПЕРАТУРНОГО ГОМЕОСТАЗИСА**

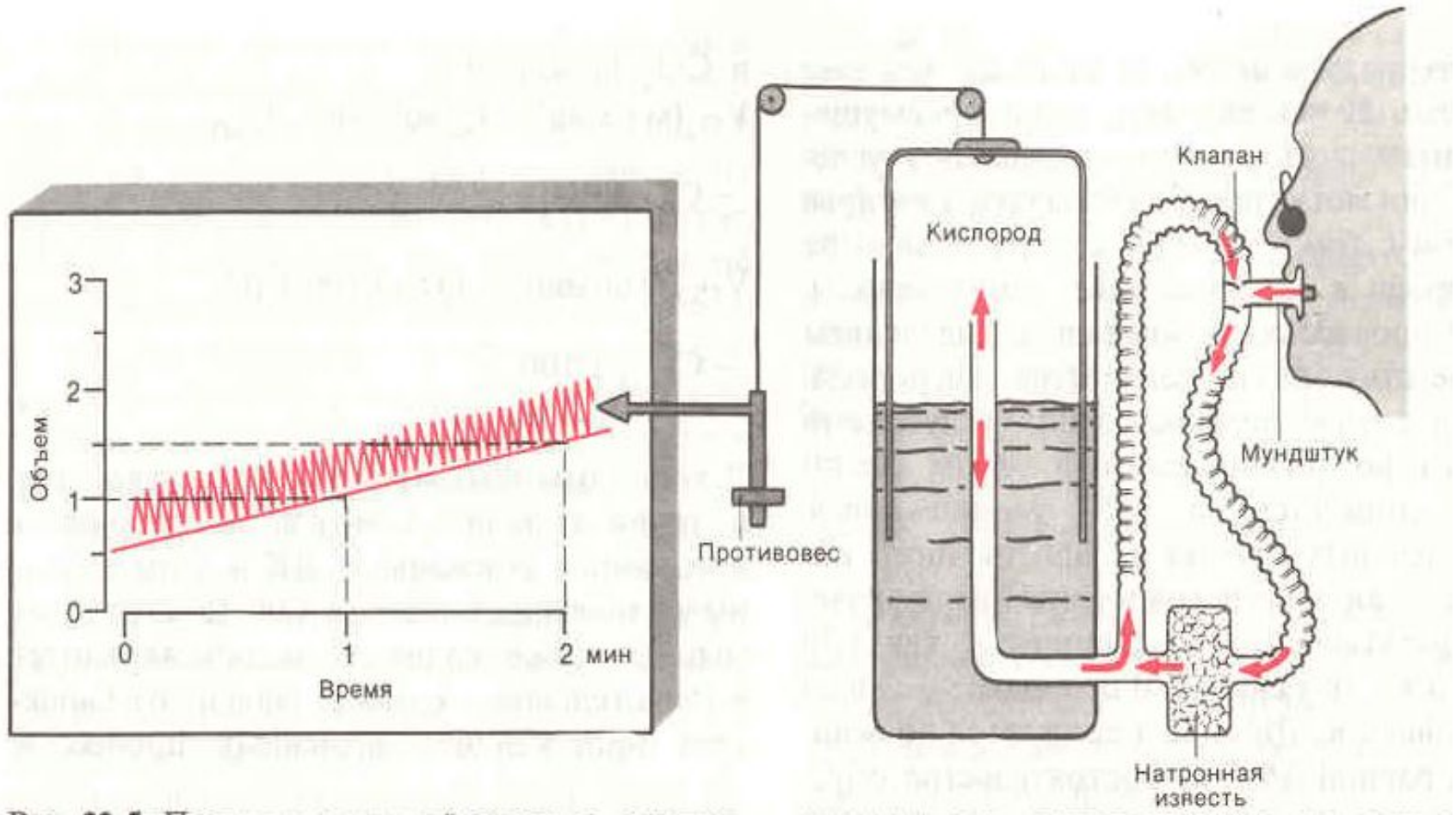
# Общее представление об обмене веществ и энергии



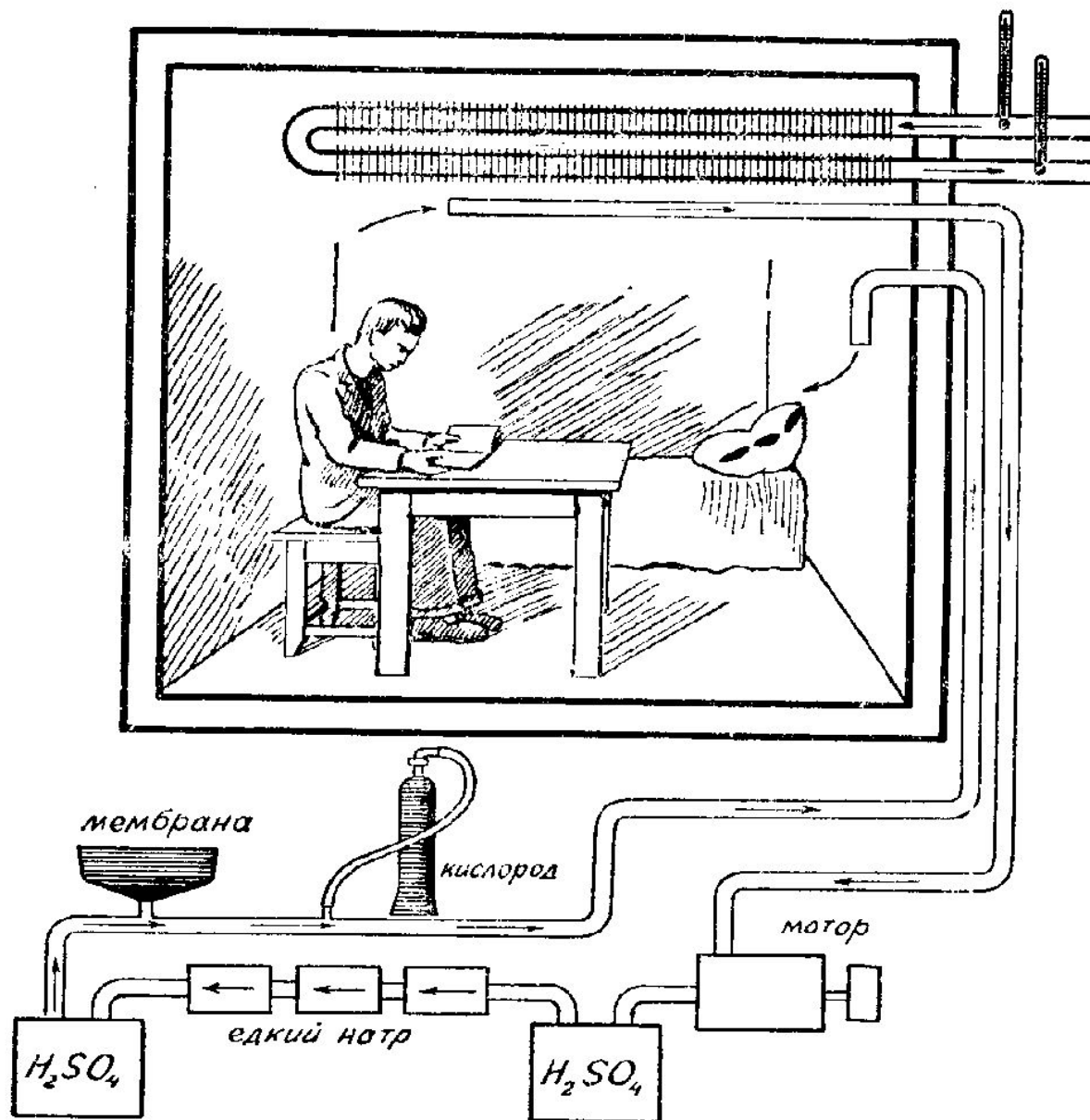
# Методы исследования обмена энергии



# Принцип работы метаболиметра



# Камера Шатерникова для человека



# ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ОБМЕН -1

- **ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ БАЛАНС:**

- **Образование Э. = Э. работы + Э.теплопотерь + Э.запас.**

- **УРОВНИ ИНТЕНСИВНОСТИ ЭНЕРГООБМЕНА КЛЕТКИ:**

- **1) Уровень поддержания целостности клетки - 15%**

- **2) Уровень функциональной готовности клетки - 50%**

- **3) Уровень функциональной активности клетки - 100%**

# ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ОБМЕН -2

- **1-й закон термодинамики Гельмгольца, Томсона и Клазиуса:** «Если теплота превращается в работу, то количество работы, произведенной системой, эквивалентно количеству поглощенного тепла »
- **Закон Гесса:** «Тепловой эффект процесса, развивающегося через ряд последовательных стадий, зависит от теплосодержания начальных и конечных продуктов химической реакции, но не зависит от путей их химических превращений»

# ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ОБМЕН - 3

- $C_6H_{12}O_6 + 6O_2 \rightarrow 6H_2O + 6CO_2 + 675 \text{ ккал}$
- **Аэробный распад: использует 65% энергии**
- **Гликолиз: использует 5% энергии**
- **Аэробные организмы или процессы расходуют в 13 раз меньше глюкозы, чем анаэробные, т.е. Жизнь в 13 раз дешевле**



# ЗАПАСАЕМАЯ ЭНЕРГИЯ

- **1 молекула глюкозы дает 38 молекул АТФ:**
  - при гликолизе до ПВК - **8 молекул АТФ**
  - при окислении - **30 молекул АТФ**
- **1 моль пальмитиновой кислоты дает 140 молекул АТФ**
- **В сутки в организме взрослого человека образуется и распадается около 70 кг АТФ**

# ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ОБМЕН - 4

- **Энергетическая ценность или калорический коэффициент вещества - количество тепла, образуемого при сгорании 1 г вещества в атмосфере чистого кислорода:**
  - **ЖИРЫ - 9,3 ккал; БЕЛКИ и УГЛЕВОДЫ - 4,1 ккал**
- **Калорический эквивалент кислорода - количество тепла, освобождающегося в организме от сгорания 1 г вещества при потреблении 1 литра кислорода:**
  - **ЖИРЫ - 4,69; БЕЛКИ - 4,46; УГЛЕВОДЫ - 5,05 ккал/л**

# ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ОБМЕН - 5

- ДЫХАТЕЛЬНЫЙ КОЭФФИЦИЕНТ (ДК) -  
отношение объема выделенного углекислого  
газа к объему потребленного кислорода
- **ДК для углеводов = 1,0**
- **ДК для белков = 0,8**
- **ДК для жиров = 0,7**

# ОСНОВНОЙ ОБМЕН

- **Основной обмен** - минимальный (базисный) уровень энерготрат, необходимый для поддержания жизнедеятельности организма в условиях физического и эмоционального покоя
- **Условия основного обмена:** утро, положение лежа, состояние бодрствования, мышцы расслаблены, натощак. температура среды около  $22^{\circ}$  .
- **Условные нормы основного обмена:**
  - у мужчин среднего возраста - 1 ккал/кг/час
  - у женщин среднего возраста - 0,9 ккал/кг/час
  - у детей 7 лет - 1,8 ккал/кг/час; 12 лет - 1,3 ккал/кг/ч
  - у стариков - 0,7 ккал/кг/час

# ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ОБМЕН - 6

- **РАБОЧИЙ ОБМЕН** - величина энергетического обмена, характерная для определенного вида трудовой деятельности

- **Рабочая прибавка** - разница между рабочим и основным обменом

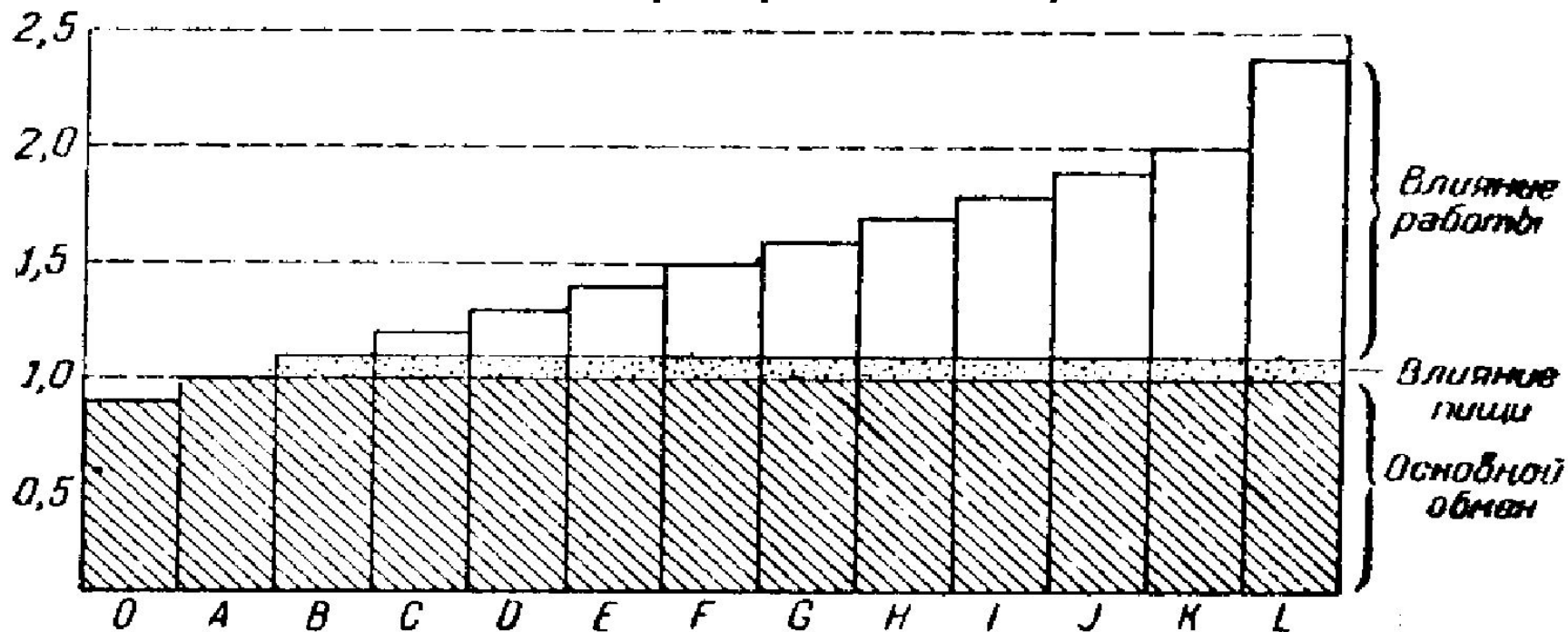
- **Специфически-динамическое действие пищи** - увеличение уровней энерготрат спустя 1-3 часа после приема пищи:

- для белков - на 30%; для углеводов и жиров - на 15%

# ГРУППЫ РАБОТНИКОВ ПО ЭНЕРГОТРАТАМ

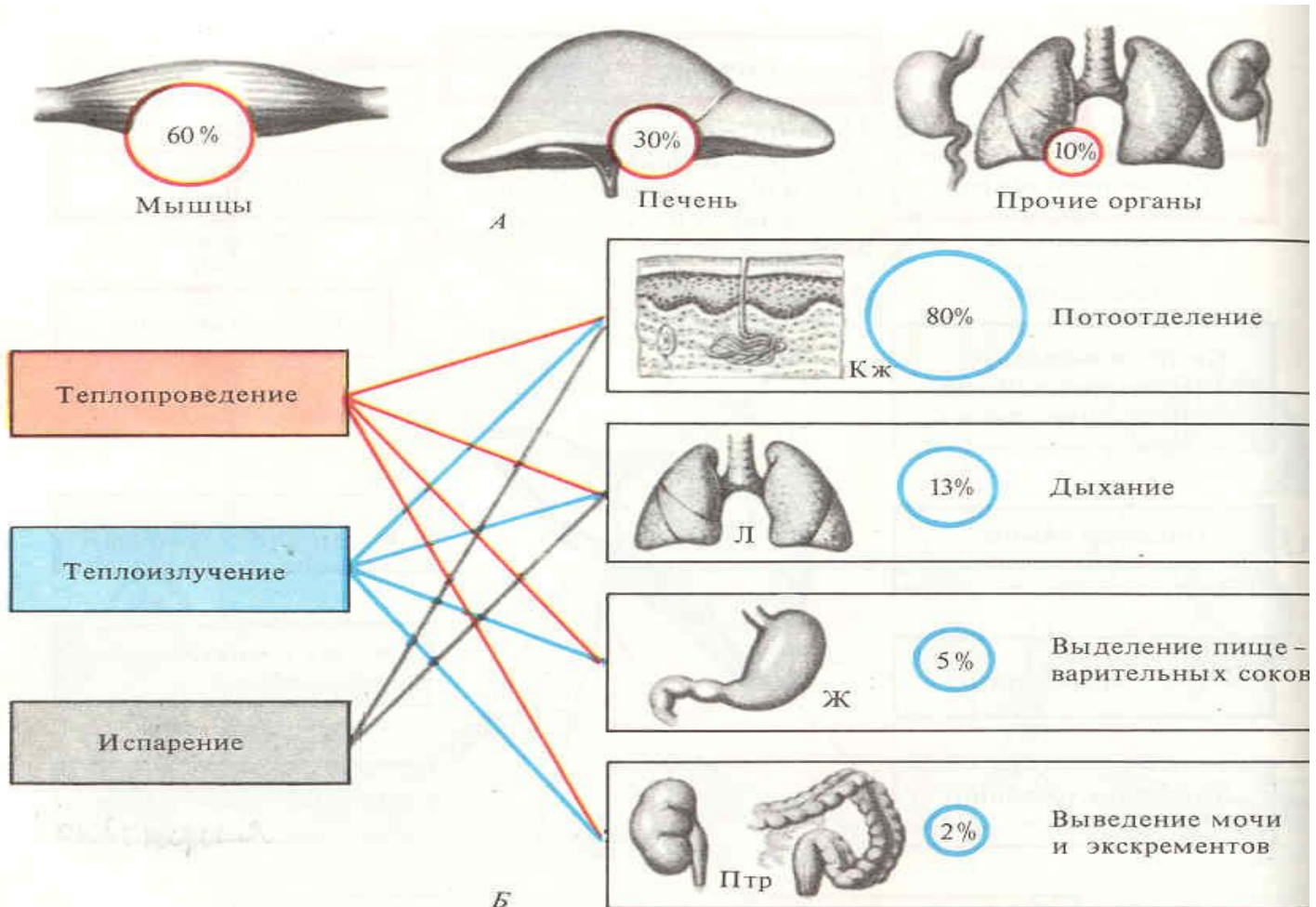
- **1. Работники, преимущественно умственного труда:** инженерный состав, врачи(кроме хирургов), работники науки и искусства, литературы, руководители и т.п. - **2500-2800 ккал/сут**
- **2. Работники легкого физического труда:** инженерно-технический состав, работники связи, радиоэлектронной промышленности, медсестры, санитарки и т.п. - **2800-3000 ккал/сут**
- **3. Работники труда средней тяжести:** токари, слесари, железнодорожники, врачи-хирурги, водители автотранспорта, продавцы продуктов, водники - **3000 - 3200 ккал/сут**
- **4. Работники тяжелого физического труда:** строительные рабочие, металлурги и литейщики, механизаторы, плотники, нефтяники и газовики, сельхозработчие - **3400 - 3700 ккал/сут**
- **5. Работники особого тяжелого труда:** шахтеры, сталевары, вальщики леса, землекопы, грузчики - **3900 - 4500 ккал/сут**

# Изменения интенсивности обмена в ккал/кг/час при разных условиях



O — сон; A — абсолютно спокойное лежание натошак; B — то же с приемом пищи; C — спокойное сидение; D — спокойное лежание в постели; E — свободное сидение; F — свободное стояние; G — стояние навтыжку («смирно»); H — пение; I — одевание; J — глажение пятифунтовым утюгом; K — медленная прогулка; L — легкая работа (например, типографа или портного).

# Пути теплопродукции и теплоотдачи



Примечание: Теплопродукция – результат биохимических процессов, теплоотдача – результат физических процессов.



# ТЕМПЕРАТУРНЫЙ ГОМЕОСТАЗИС

- **ПОЙКИЛОТЕРМИЯ**

- **ГОМОЙОТЕРМИЯ**

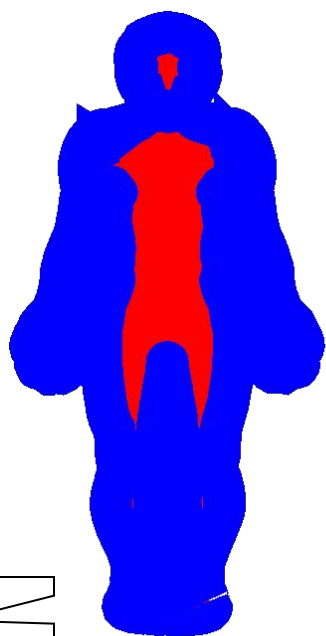
- **ТЕРМОРЕГУЛЯЦИЯ**

- **ХИМИЧЕСКАЯ  
(ТЕПЛОПРОДУКЦИЯ)**

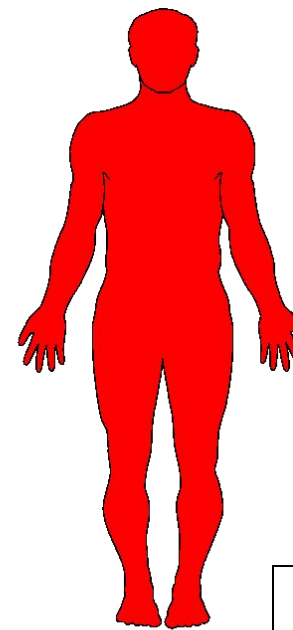
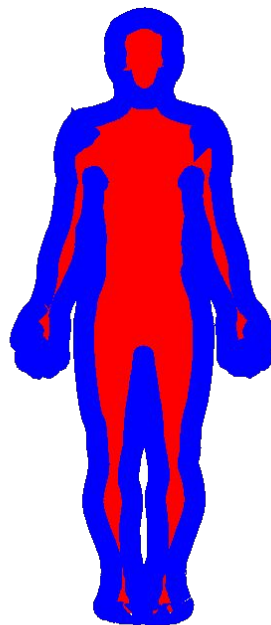
- **ФИЗИЧЕСКАЯ  
(ТЕПЛООТДАЧА)**

- **ТЕРМОИЗОЛИРУЮЩИЕ СВОЙСТВА ТКАНЕЙ**

# РОЛЬ ЯДРА И ОБОЛОЧКИ В ТЕРМОРЕГУЛЯЦИИ



**ОБОЛОЧКА**



**ЯДРО**

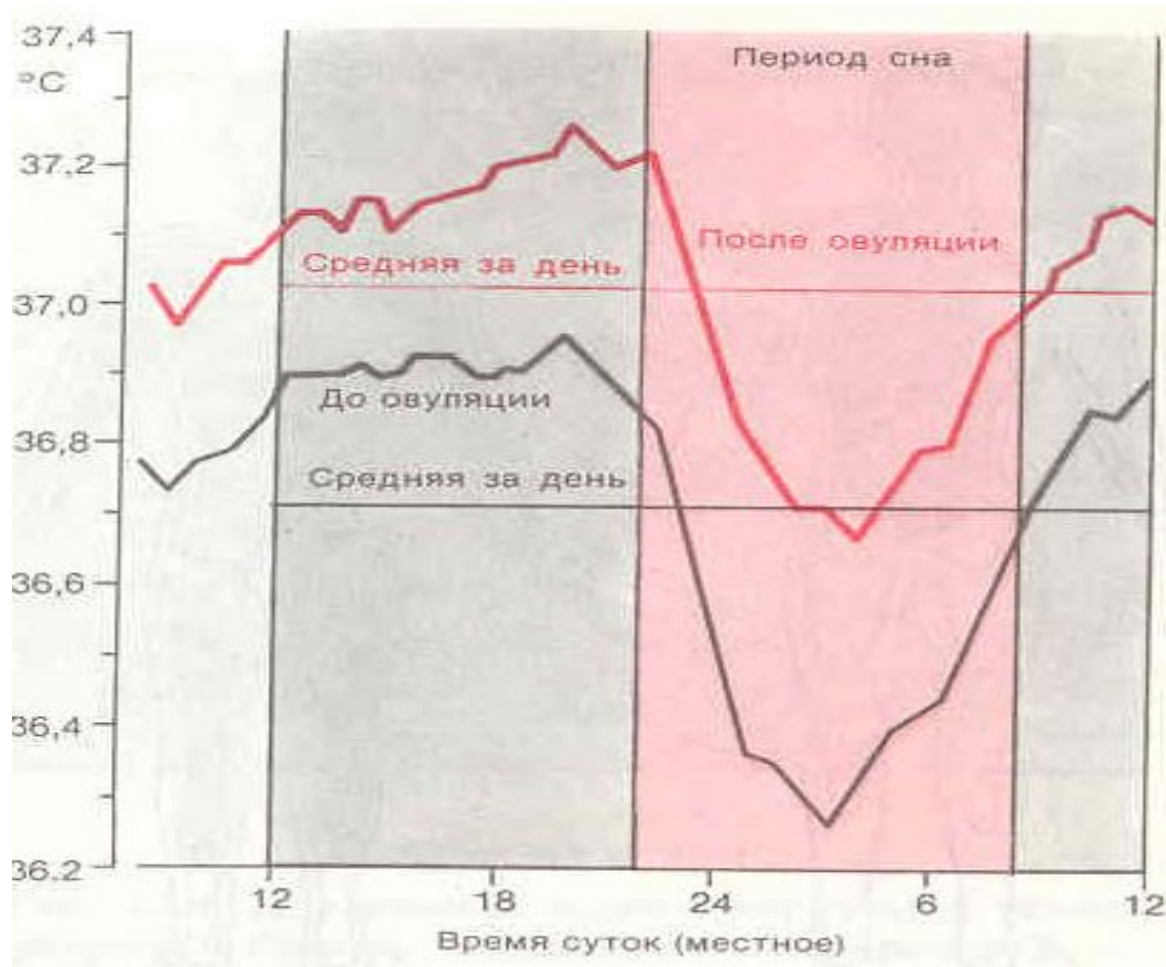
$< 0$

$0$

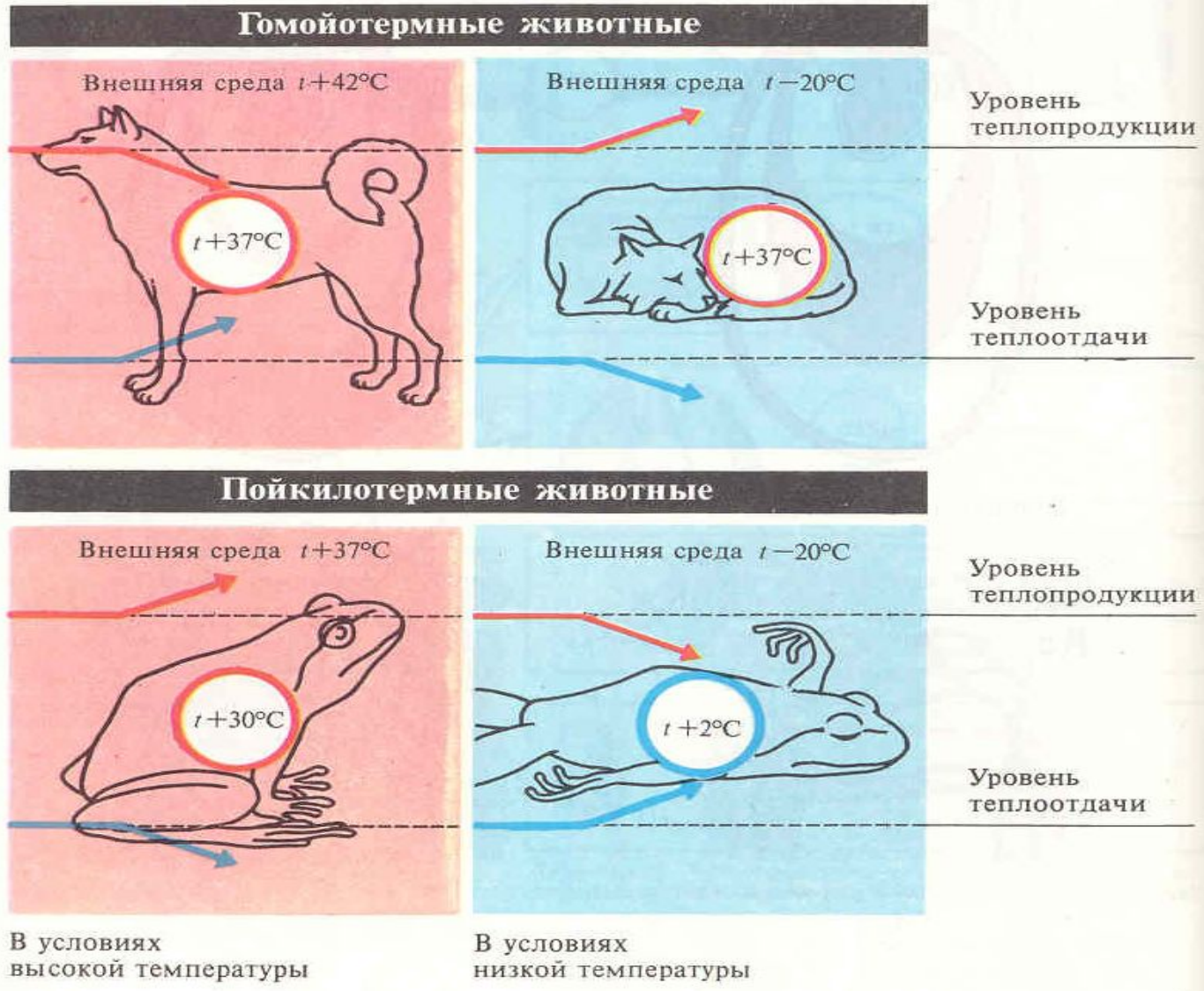
$+37$

Температура окружающей среды

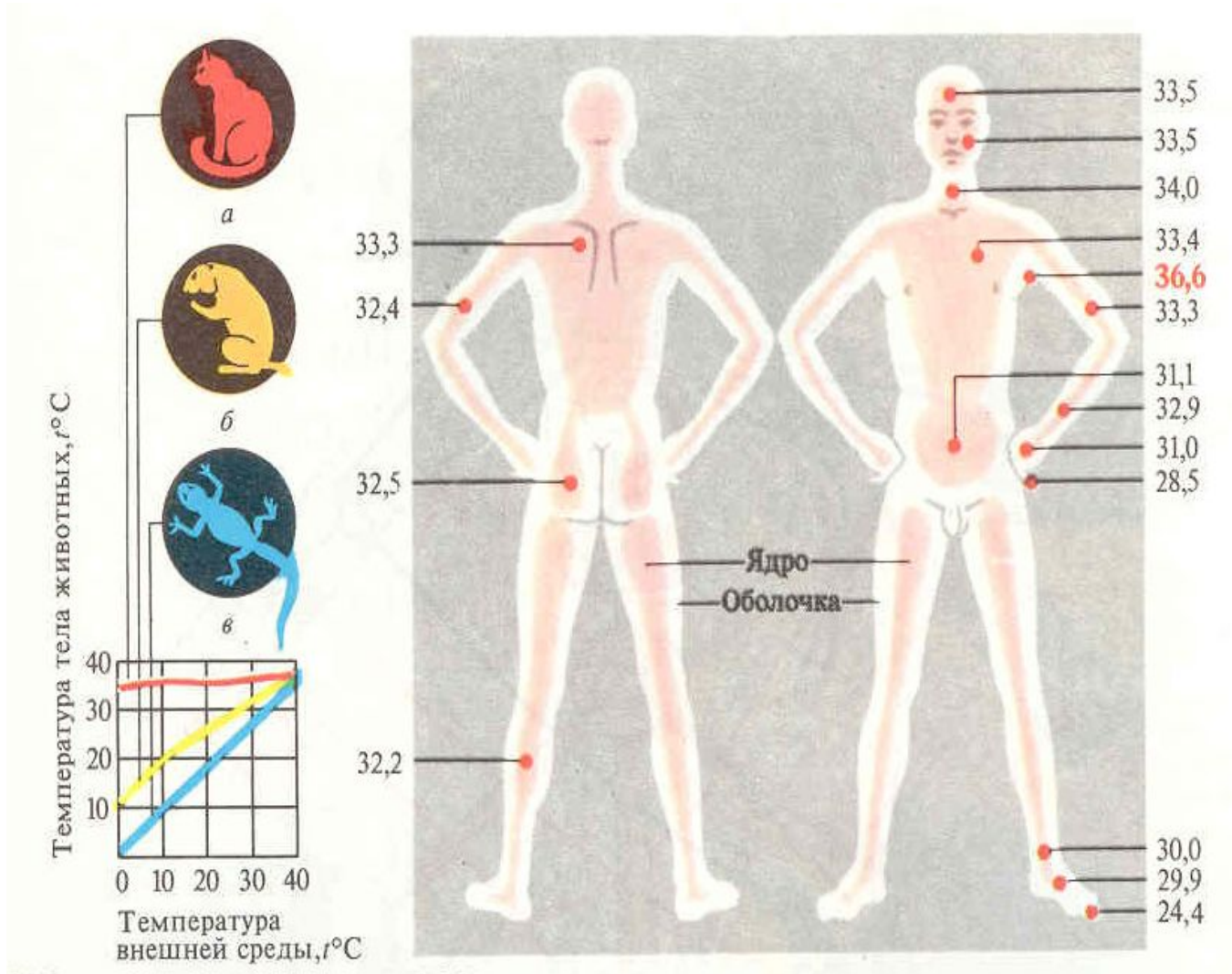
# Суточные колебания температуры тела



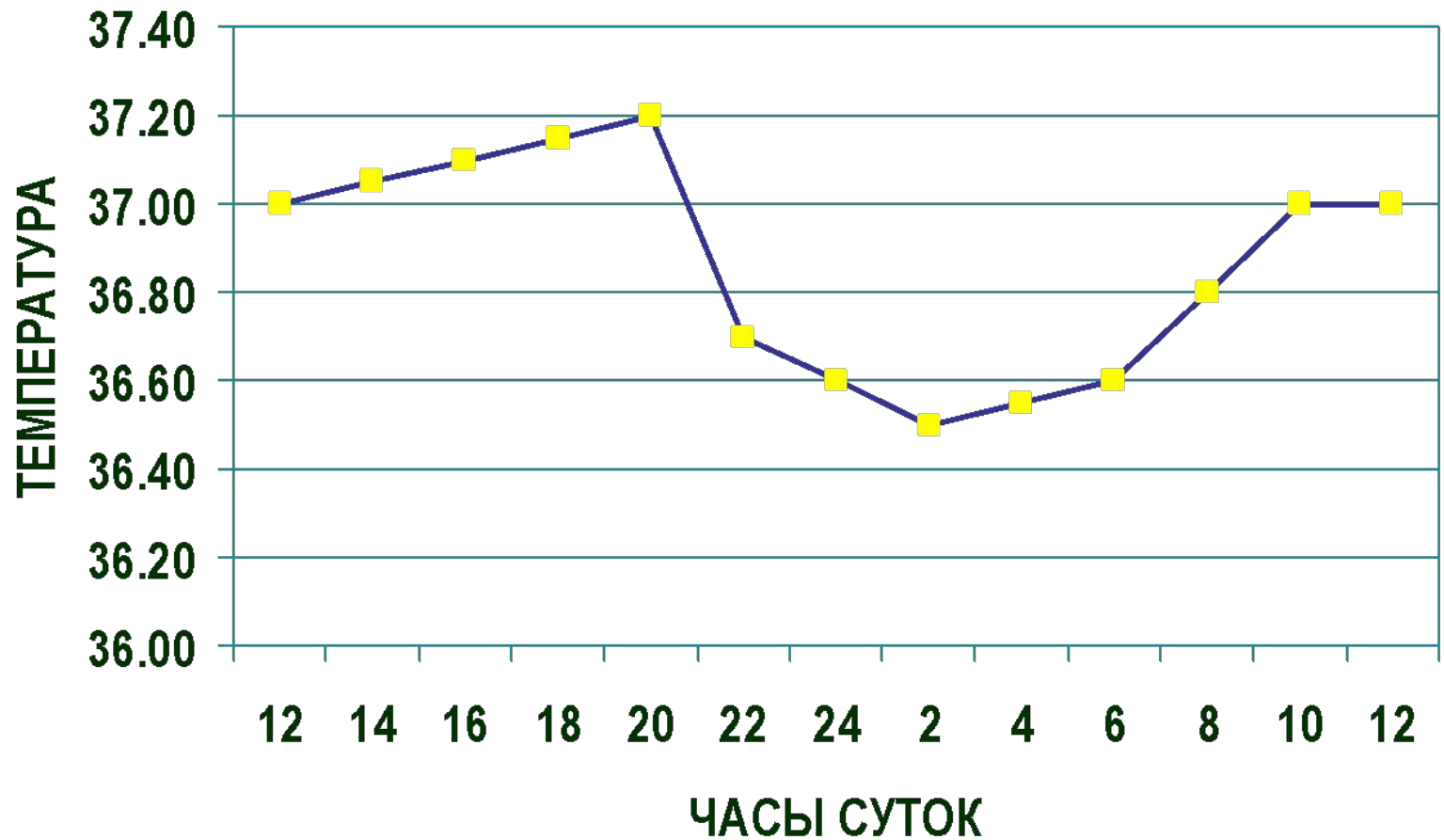
# Зависимость температуры тела от температуры среды



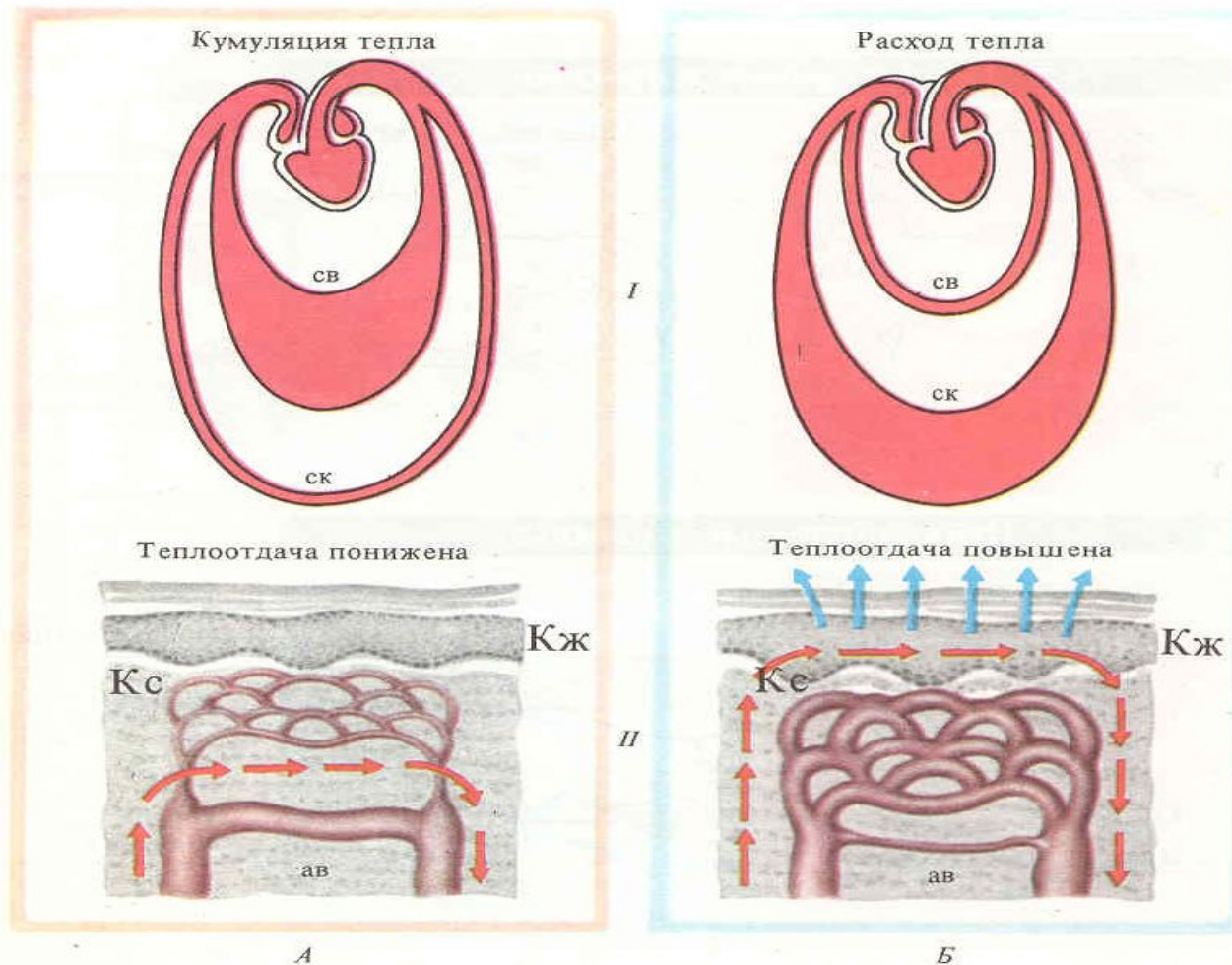
# Зависимость температуры тела от температуры среды



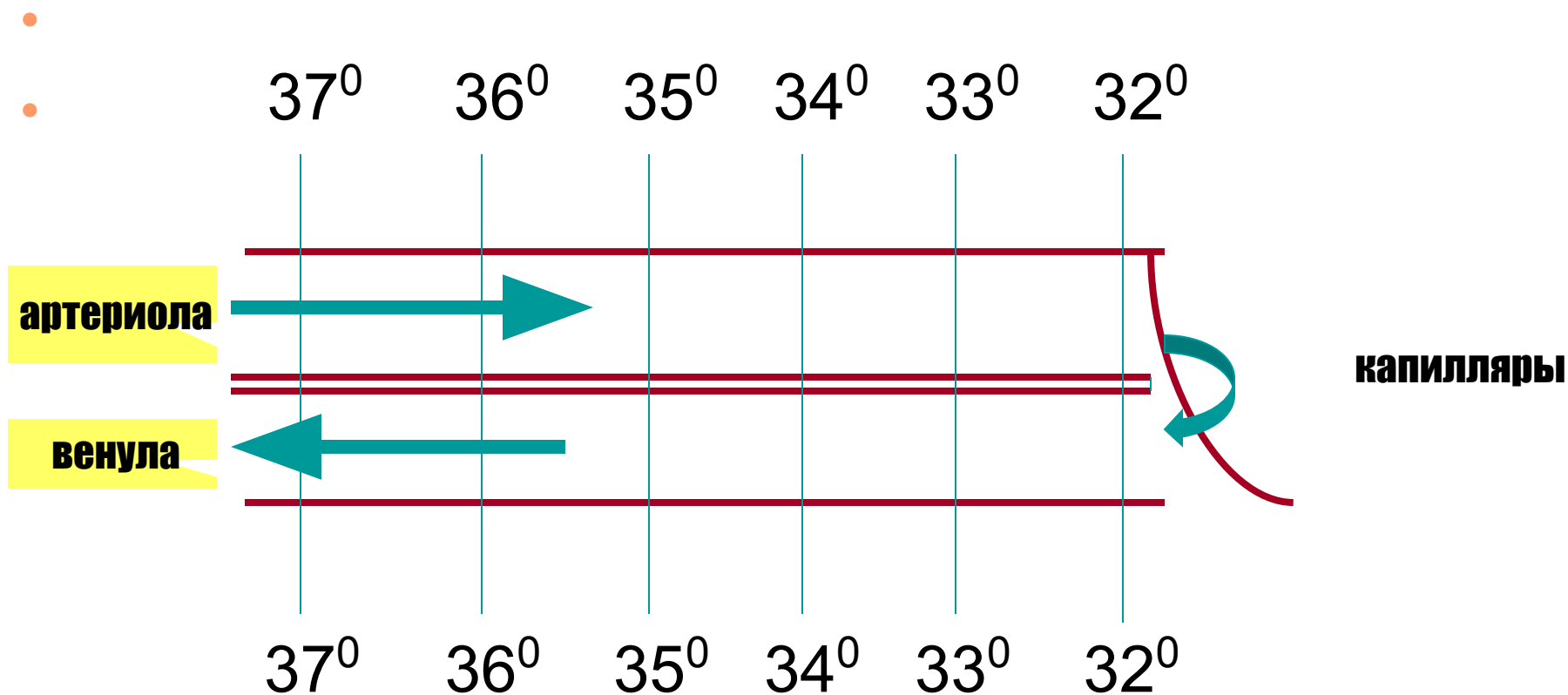
# СУТОЧНЫЕ КОЛЕБАНИЯ РЕКТАЛЬНОЙ ТЕМПЕРАТУРЫ



# Механизм теплоотдачи на холоде (А) и в тепле (Б)



# ПРОТИВОТОЧНЫЙ ТЕПЛООБМЕННИК





# ТЕРМОРЕГУЛЯЦИЯ

---

- **ТЕРМОГЕНЕЗ**  
**(ТЕПЛОПРОДУКЦИЯ)**

- 1) **БАЗИСНЫЙ**
- 2) **РЕГУЛЯТОРНЫЙ:**
- **СОКРАТИТЕЛЬНЫЙ**
  - **МЫШЕЧНАЯ ДРОЖЬ**
  - **МЫШЕЧНЫЙ ТОНУС**
  - **ПРОИЗВОЛЬНЫЕ СОКРАЩЕНИЯ**
- **НЕСОКРАТИТЕЛЬНЫЙ**
  - **АКТИВАЦИЯ ОКИСЛЕНИЯ**
  - **РАЗОБЩЕНИЕ ОКИСЛЕНИЯ И**
  - **ФОСФОРИЛИРОВАНИЯ**

- **ТЕПЛООТДАЧА**

- **-ВЛАЖНАЯ (ИСПАРЕНИЕ)**
  - **ОЩУТИМАЯ**
  - **НЕОЩУТИМАЯ**
- **-СУХАЯ**
  - **ТЕПЛОИЗЛУЧЕНИЕ**
  - **ТЕПЛОПРОВЕДЕНИЕ**
  - **КОНВЕКЦИЯ:**
    - а) **естественная,**
    - б) **форсированная**

# Схема нервного контроля терморегуляции



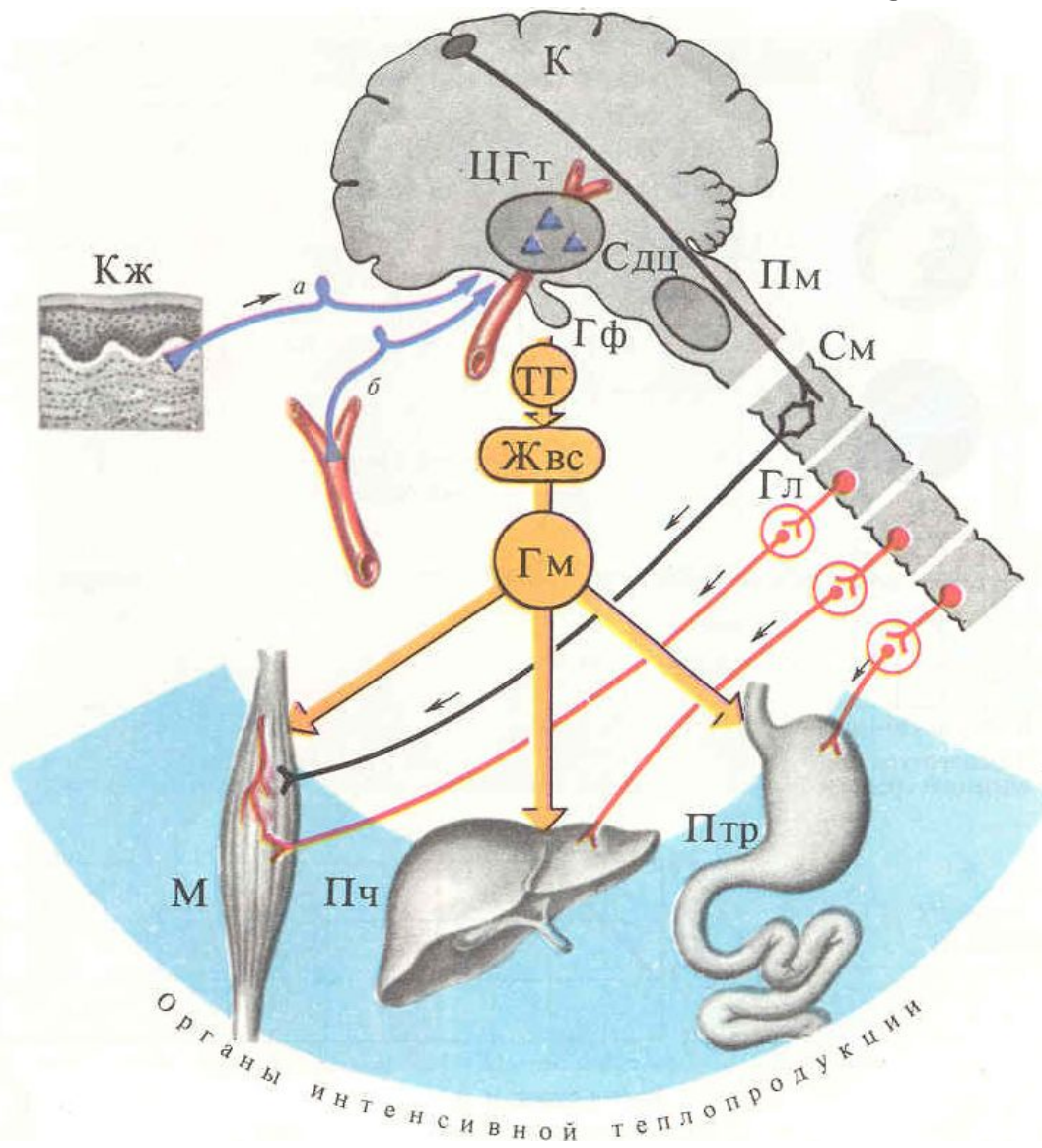
# ТЕРМОРЕЦЕПТОРЫ

- **ПЕРИФЕРИЧЕСКИЕ В ОБОЛОЧКЕ**  
*(ТЕПЛОВЫЕ И ХОЛОДОВЫЕ)*
- **ПЕРИФЕРИЧЕСКИЕ В ЯДРЕ**  
*(ТЕПЛОВЫЕ И ХОЛОДОВЫЕ)*
- **ЦЕНТРАЛЬНЫЕ** *(ТЕРМОЧУВСТВИТЕЛЬНЫЕ НЕЙРОНЫ)*

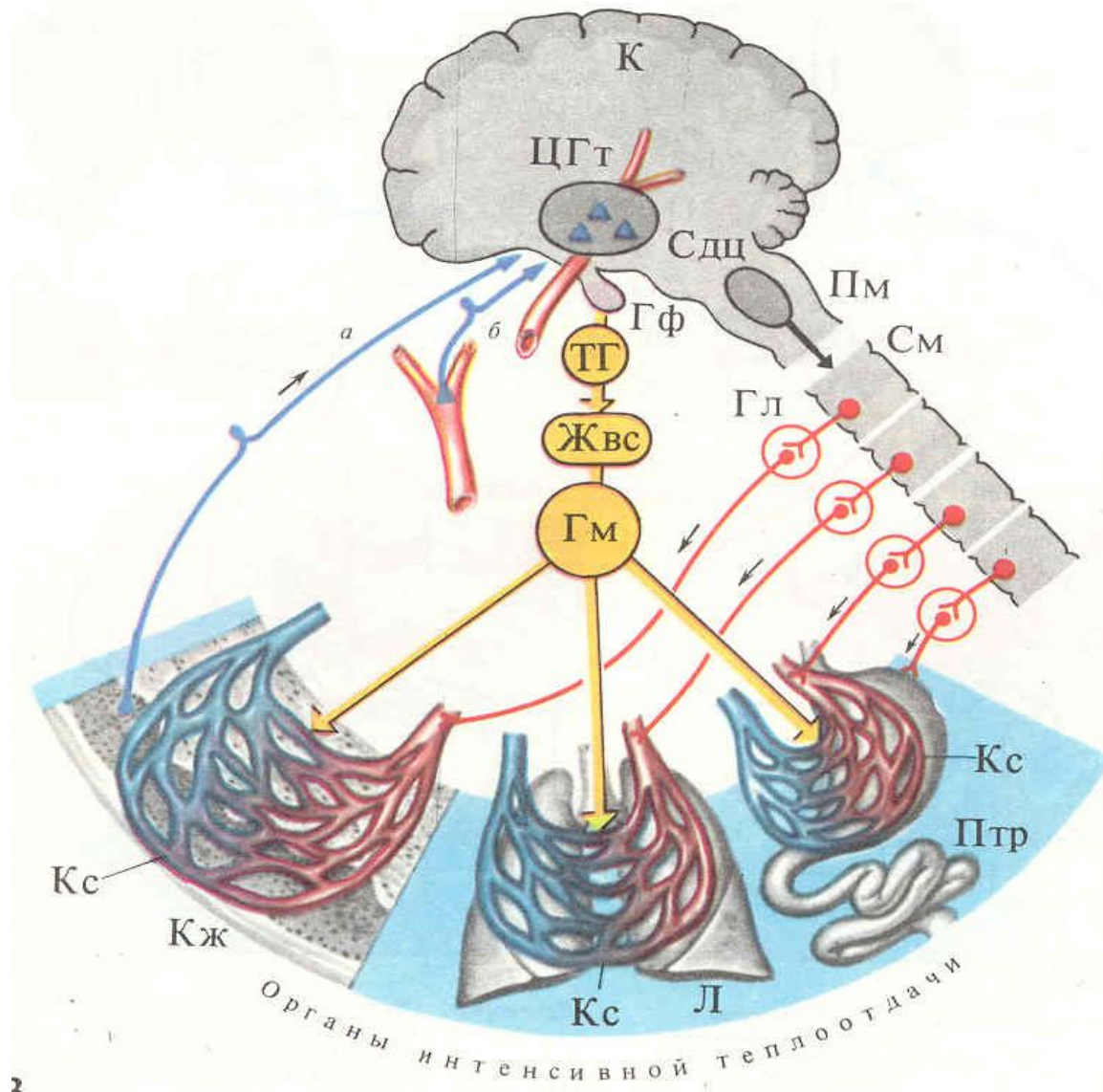
# ТЕРМОРЕГУЛЯЦИЯ

- **Верхняя граница диапазона - граница гипертермии-тепловая смерть - 42-43<sup>0</sup> С**
- **Нижняя граница диапазона - граница гипотермии - холододовая смерть:**
  - **естественная - 26<sup>0</sup> С**
  - **искусственная - 24-23<sup>0</sup> С**
- **Термонеutralная зона - без ощутимого потоотделения и регуляторной теплопродукции - 24 - 27<sup>0</sup> С**

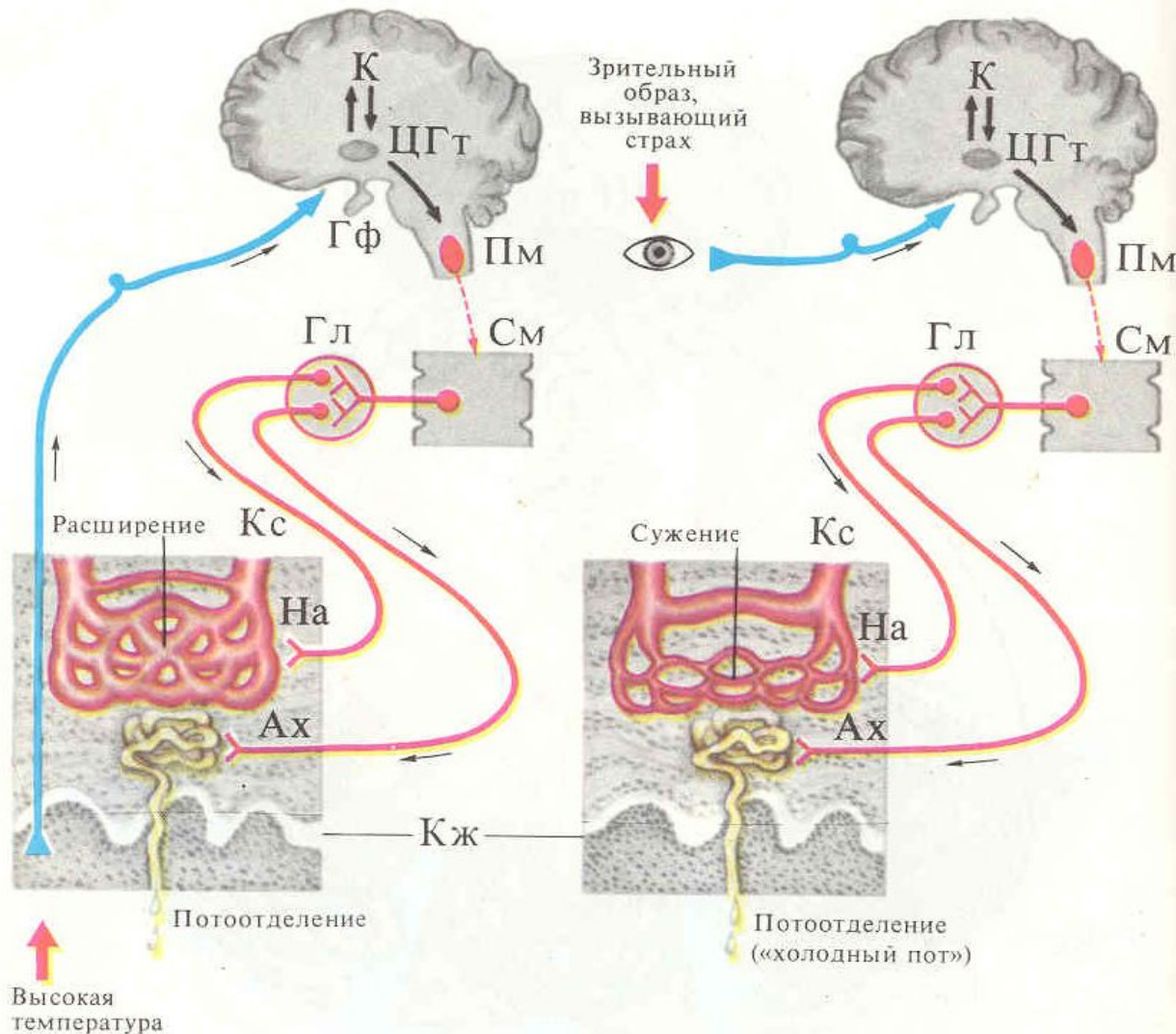
# Регуляция теплопродукции



# Регуляция теплоотдачи



# Регуляция потоотделения при высокой температуре



# Функциональная система поддержания температуры тела

