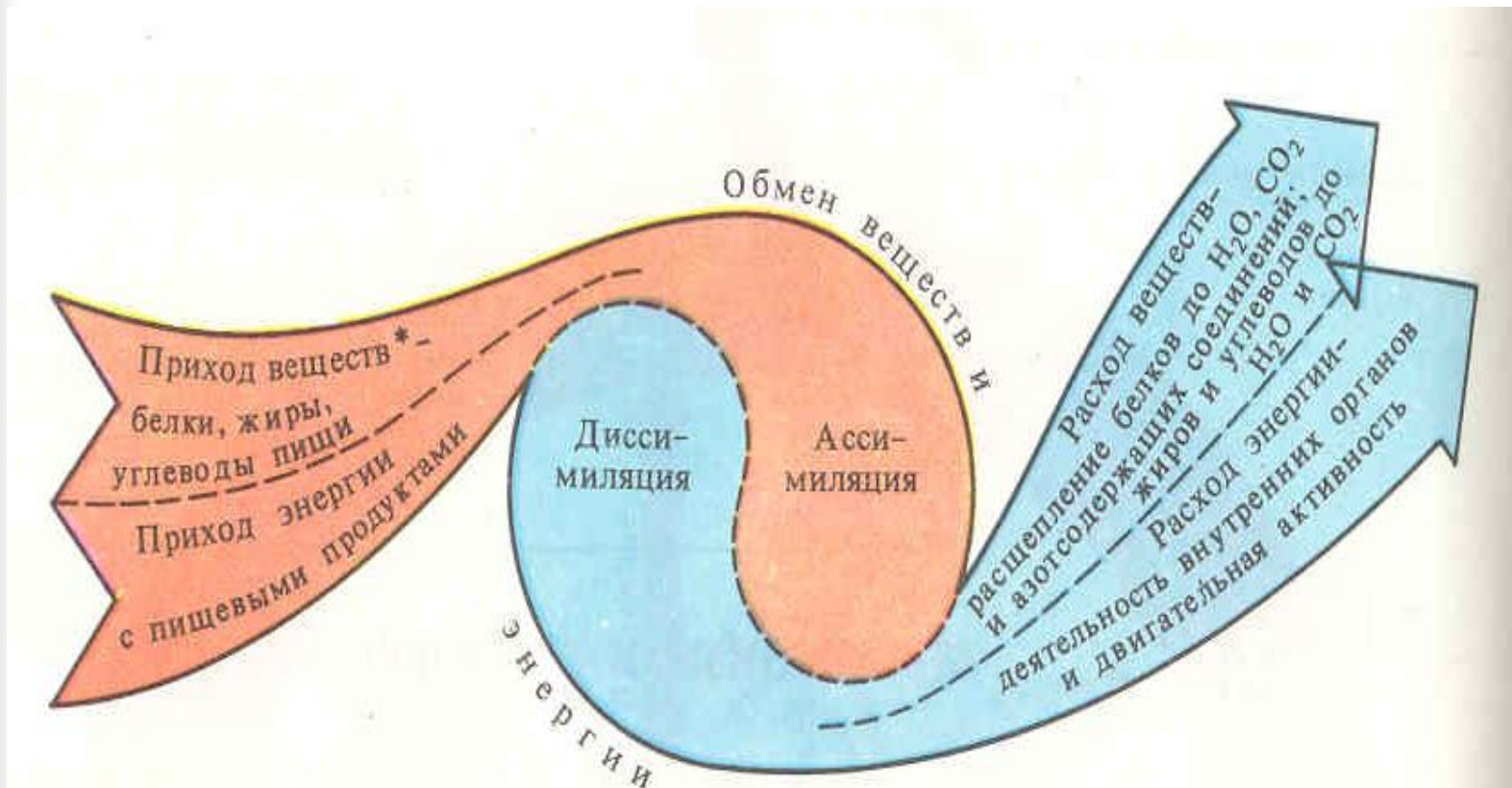


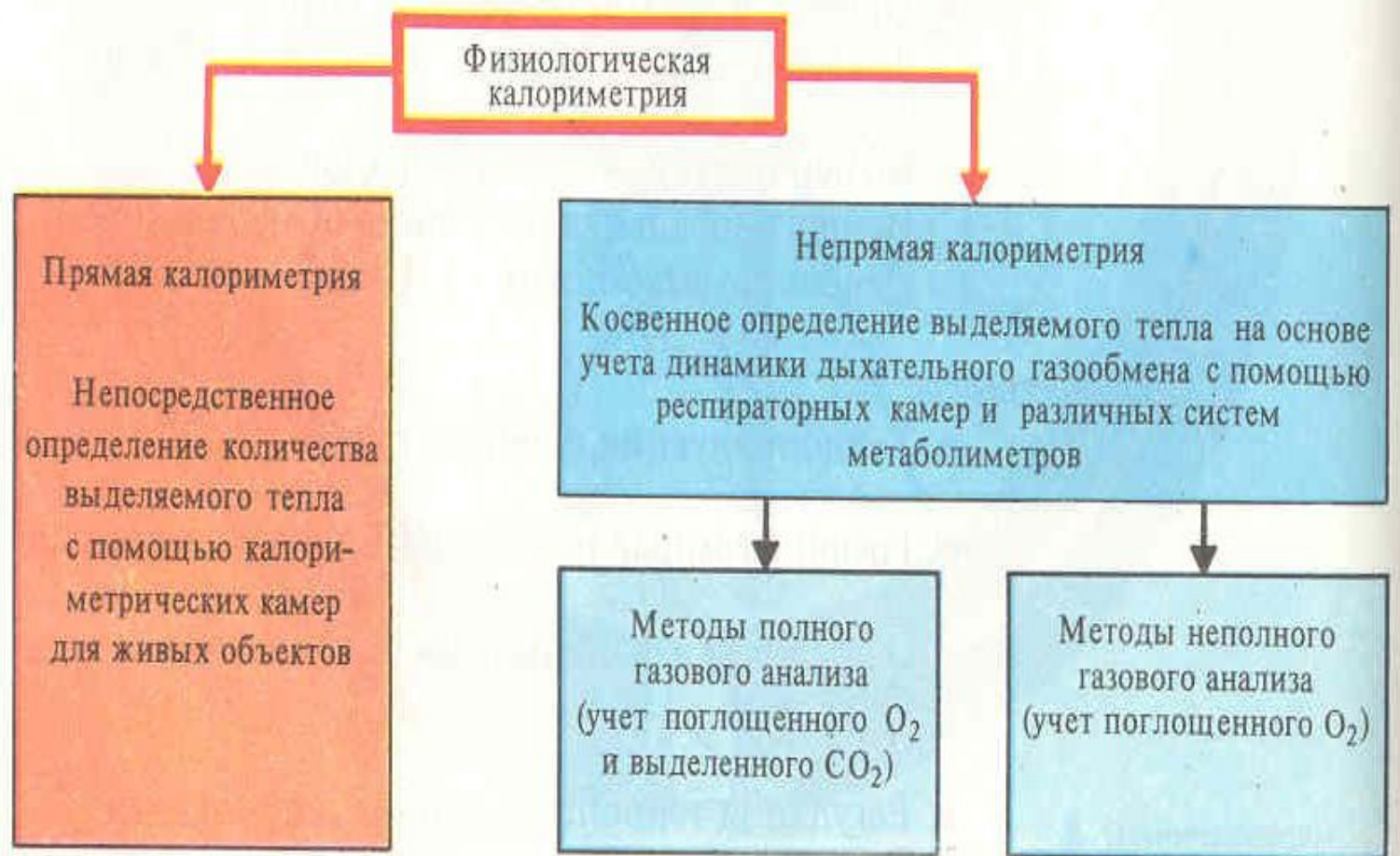
Кафедра нормальной физиологии КрасГМА

ФИЗИОЛОГИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ОБМЕНА И ТЕМПЕРАТУРНОГО ГОМЕОСТАЗИСА

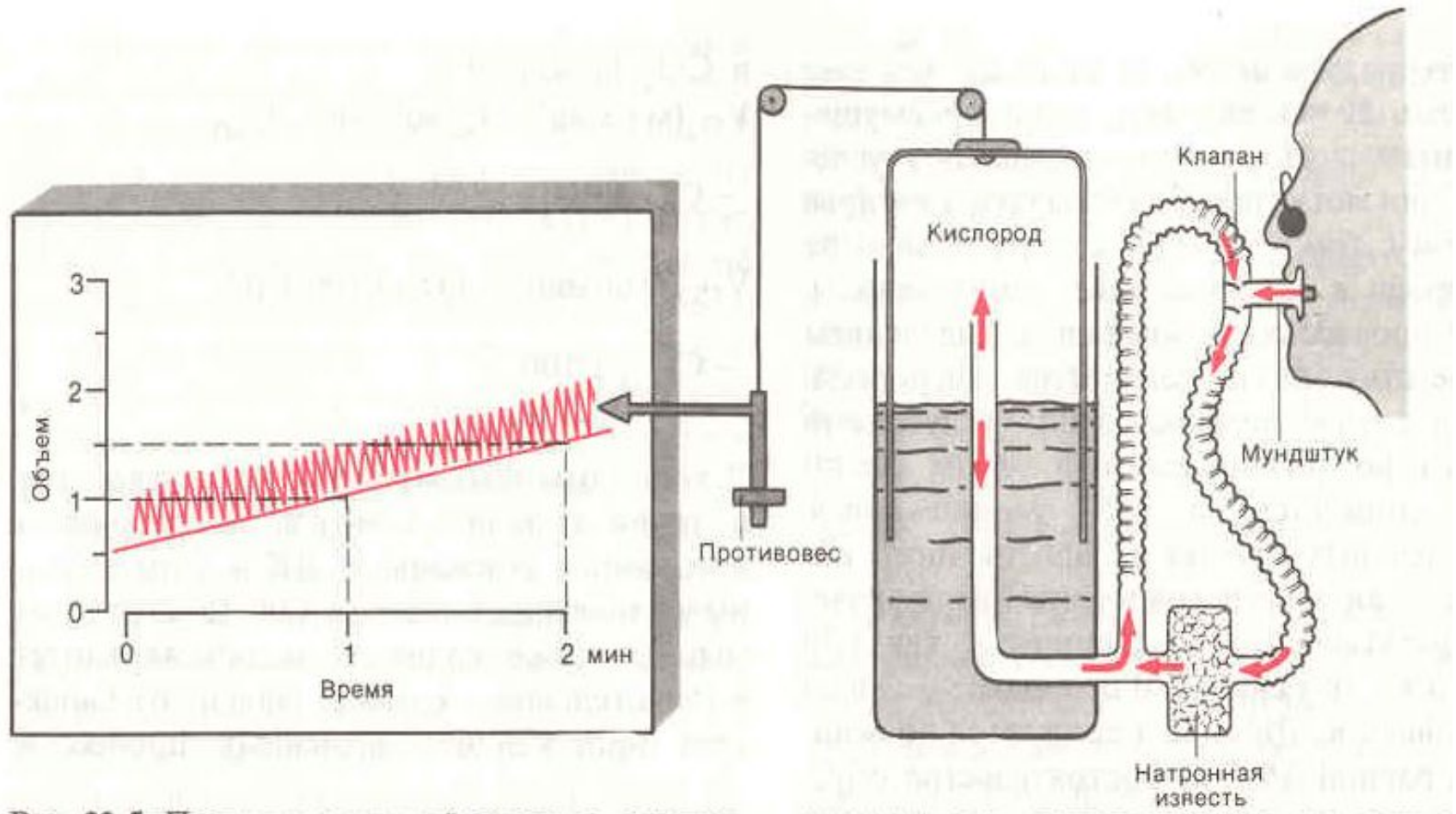
Общее представление об обмене веществ и энергии



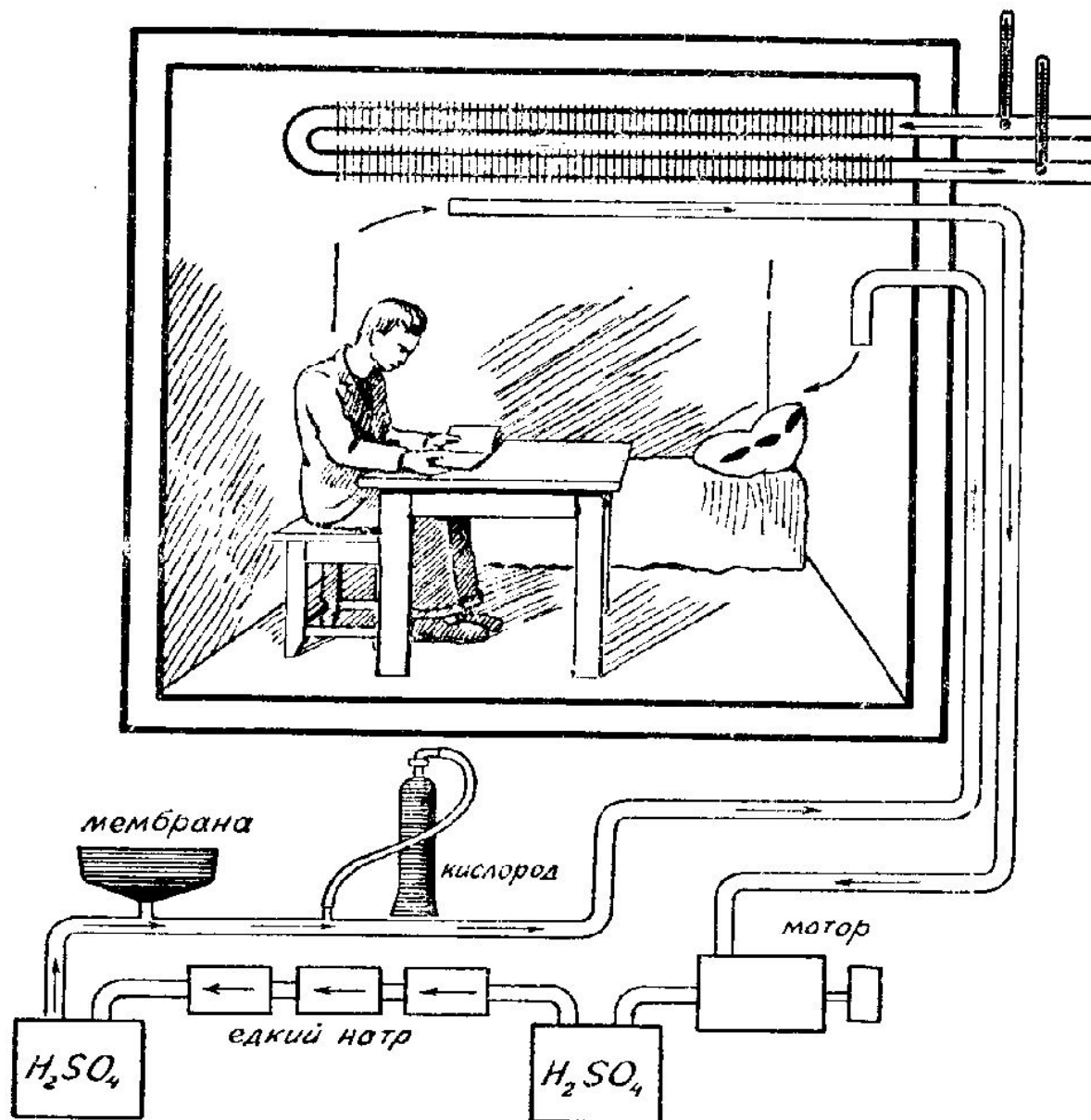
Методы исследования обмена энергии



Принцип работы метаболического аппарата



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

- $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6\text{O}_2 \rightarrow 6\text{H}_2\text{O} + 6\text{CO}_2 + 675 \text{ ккал}$
- **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° .
- **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

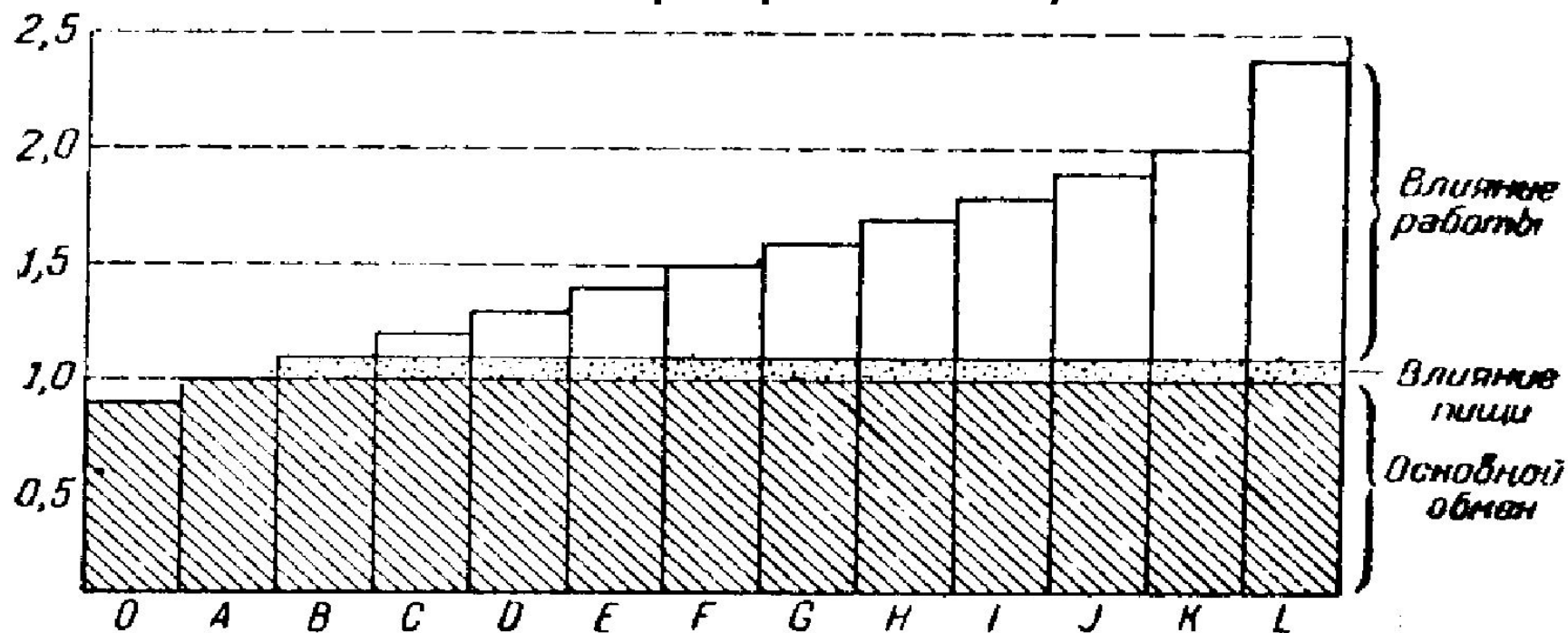
ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ОБМЕН - 6

- **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

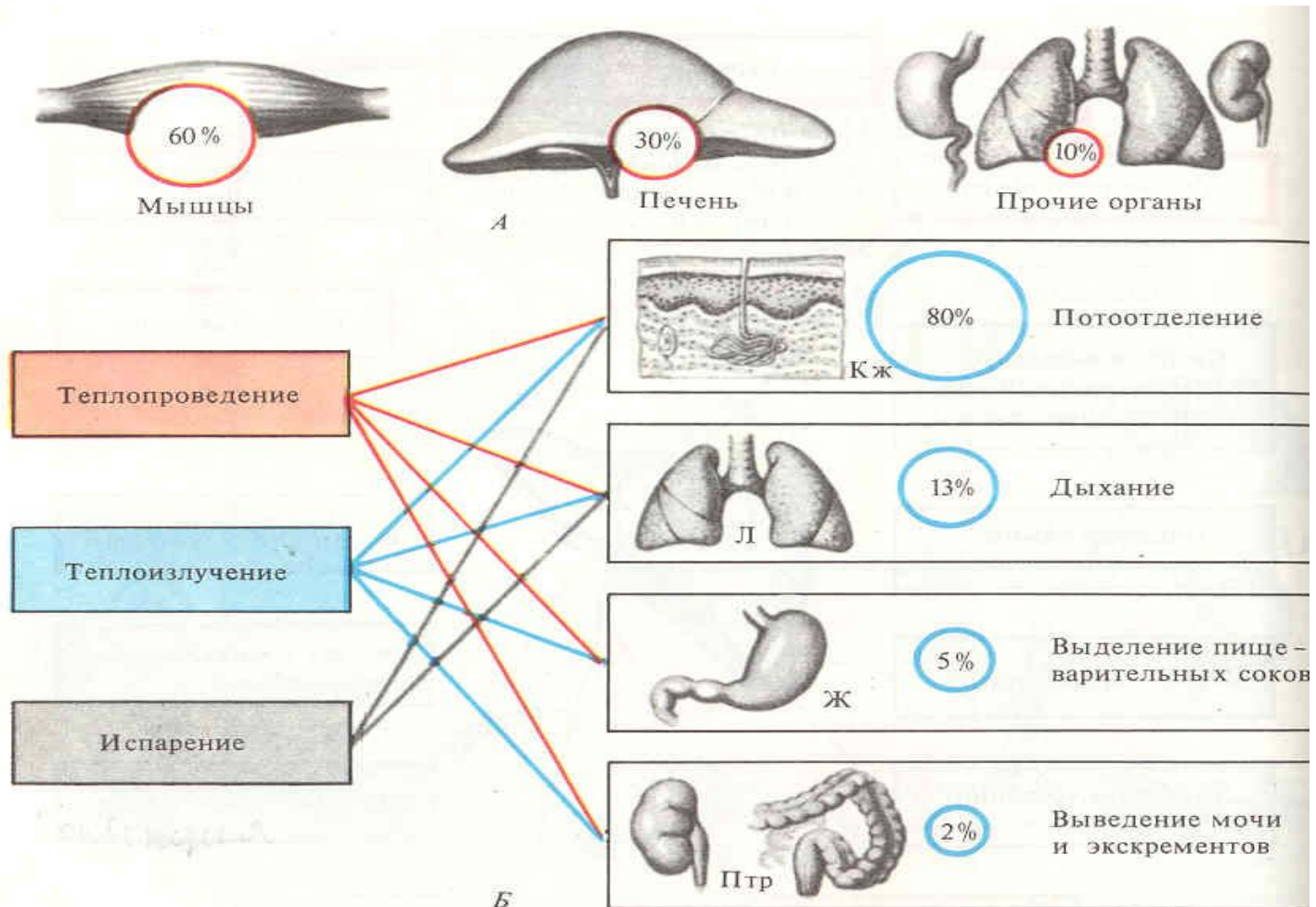
- **1. Работники, преимущественно умственного труда:** инженерный состав, врачи(кроме хирургов), работники науки и искусства, литературы, руководители и т.п. - **2500-2800 ккал/сут**
- **2. Работники легкого физического труда:** инженерно-технический состав, работники связи, радиоэлектронной промышленности, 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



О — сон; А — абсолютно спокойное лежание натошак; В — то же с приемом пищи; С — спокойное сидение; Д — спокойное лежание в постели; Е — свободное сидение; Ф — свободное стояние; Г — стояние навтыжку («смирно»); Н — пение; И — одевание; Ј — глажение пятифунтовым утюгом; К — медленная прогулка; Л — легкая работа (например, типографа или портного).

Пути теплопродукции и теплоотдачи



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

ТЕМПЕРАТУРНЫЙ ГОМЕОСТАЗИС

- **ПОЙКИЛОТЕРМИЯ**

- **ГОМОЙОТЕРМИЯ**

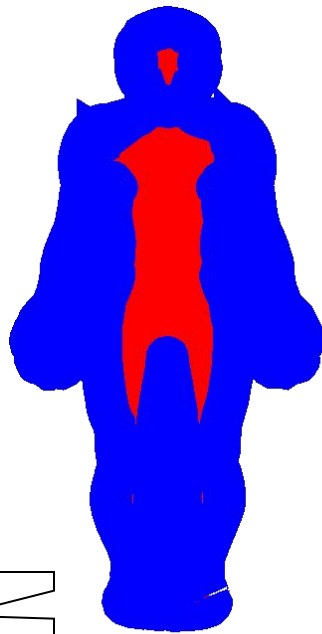
- **ТЕРМОРЕГУЛЯЦИЯ**

- **ХИМИЧЕСКАЯ
(ТЕПЛОПРОДУКЦИЯ)**

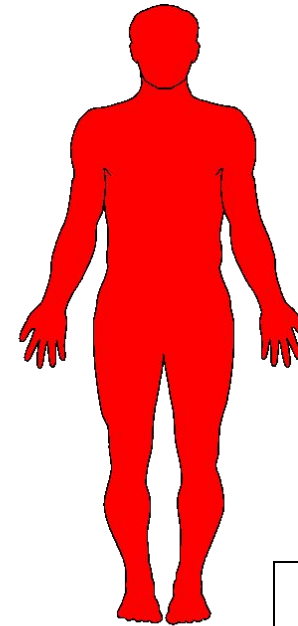
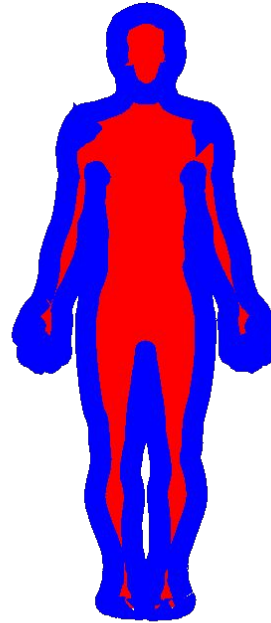
- **ФИЗИЧЕСКАЯ
(ТЕПЛООТДАЧА)**

- **ТЕРМОИЗОЛИРУЮЩИЕ СВОЙСТВА ТКАНЕЙ**

РОЛЬ ЯДРА И ОБОЛОЧКИ В ТЕРМОРЕГУЛЯЦИИ



ОБОЛОЧКА



ЯДРО

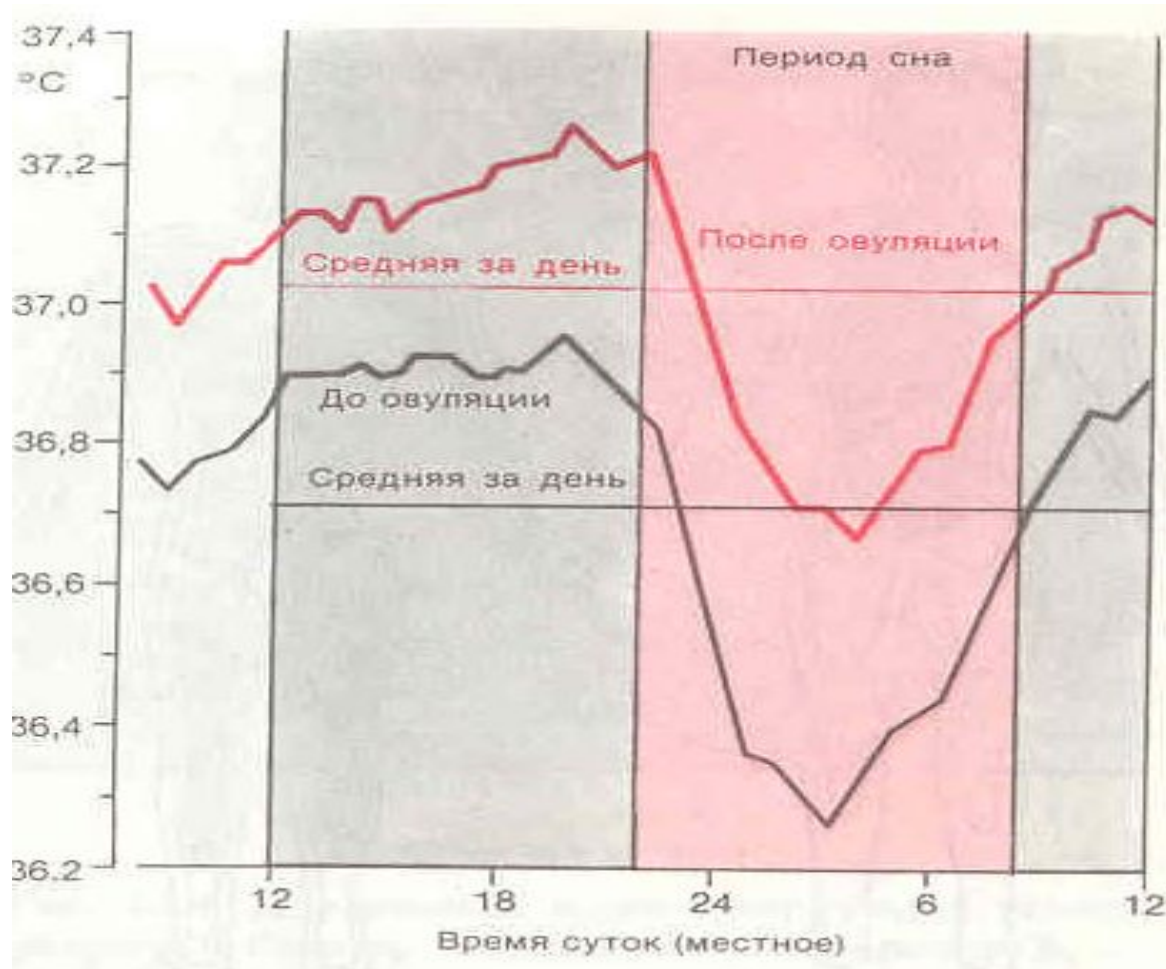
< 0

0

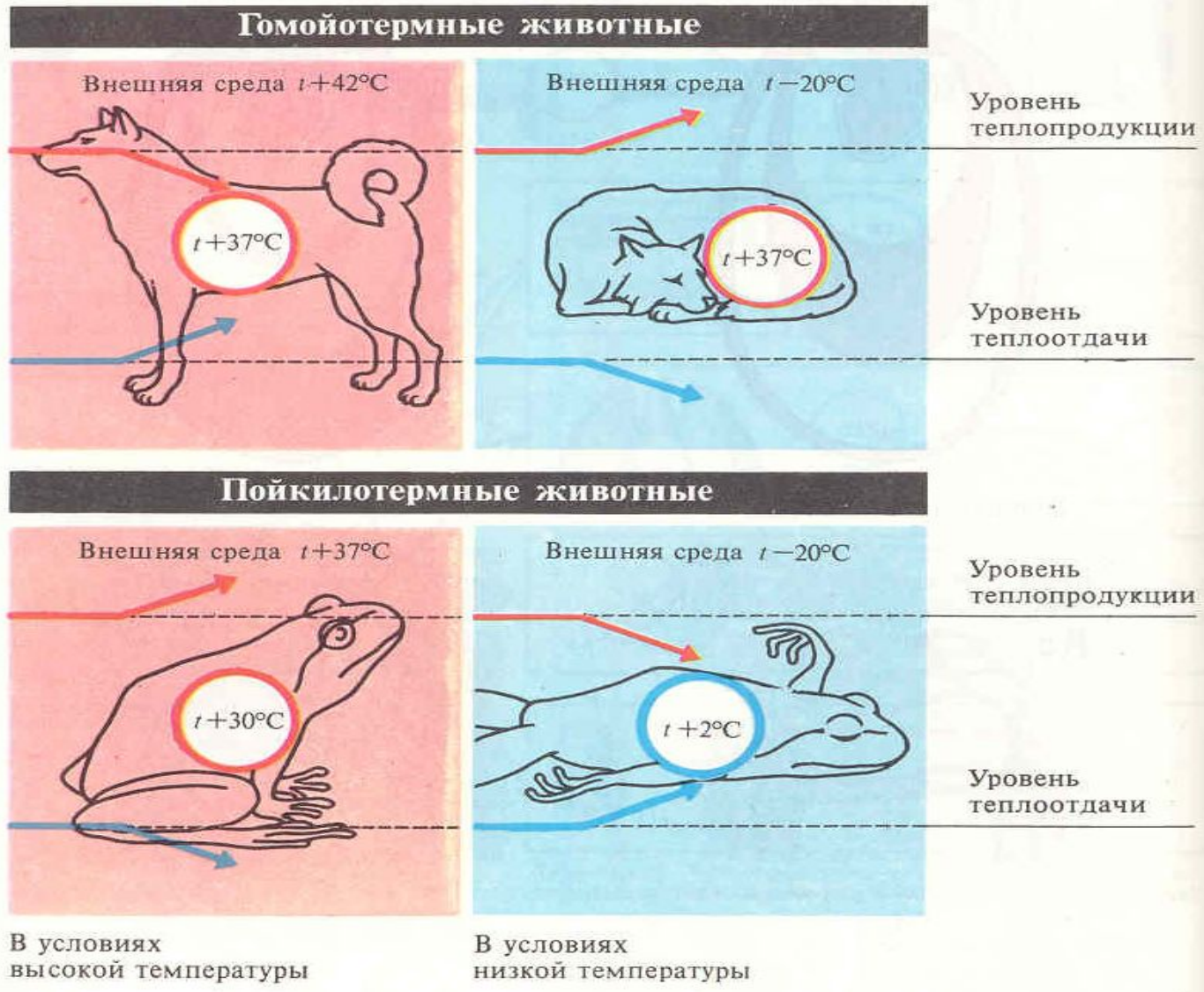
$+37$

Температура окружающей среды

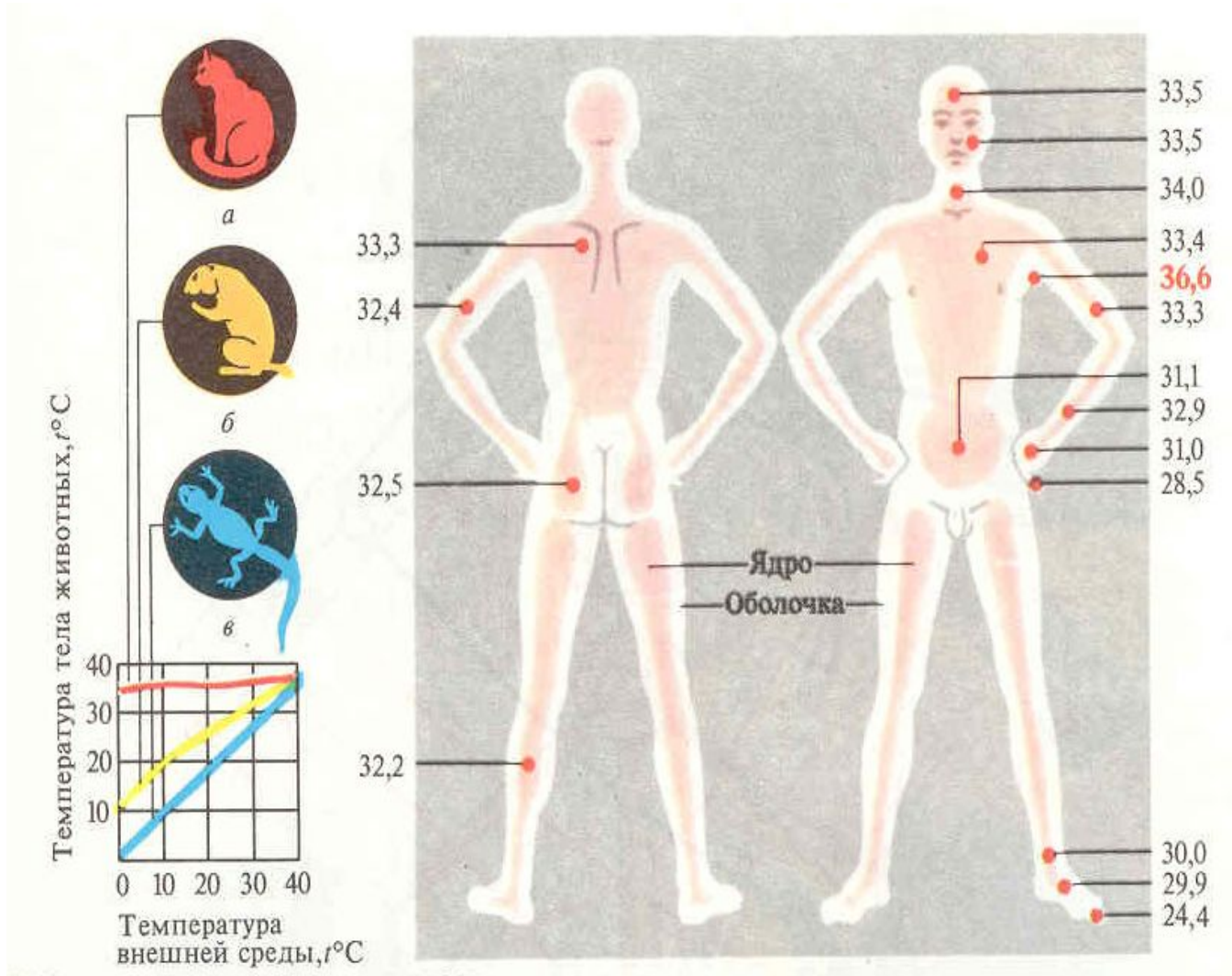
Суточные колебания температуры тела



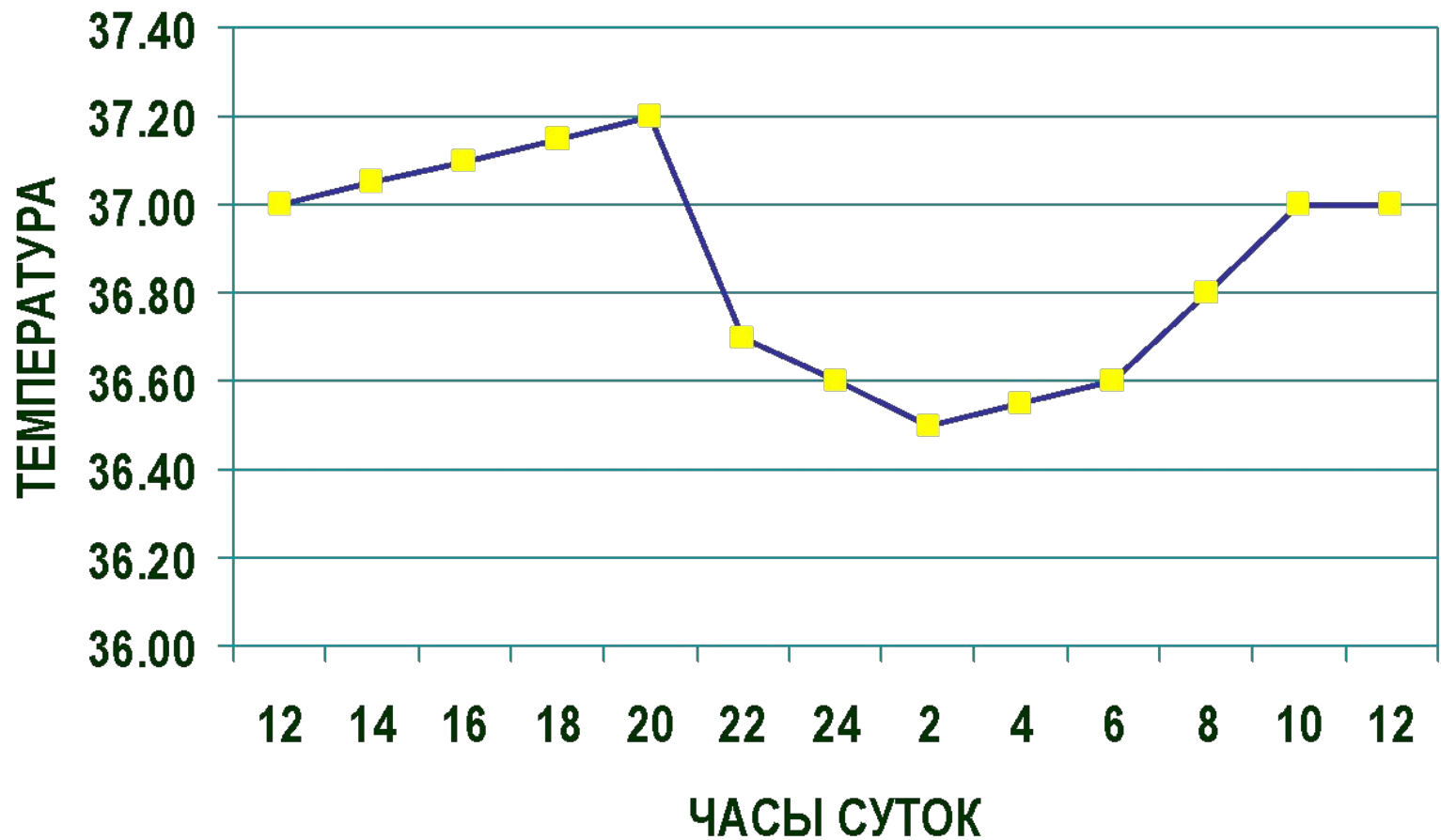
Зависимость температуры тела от температуры среды



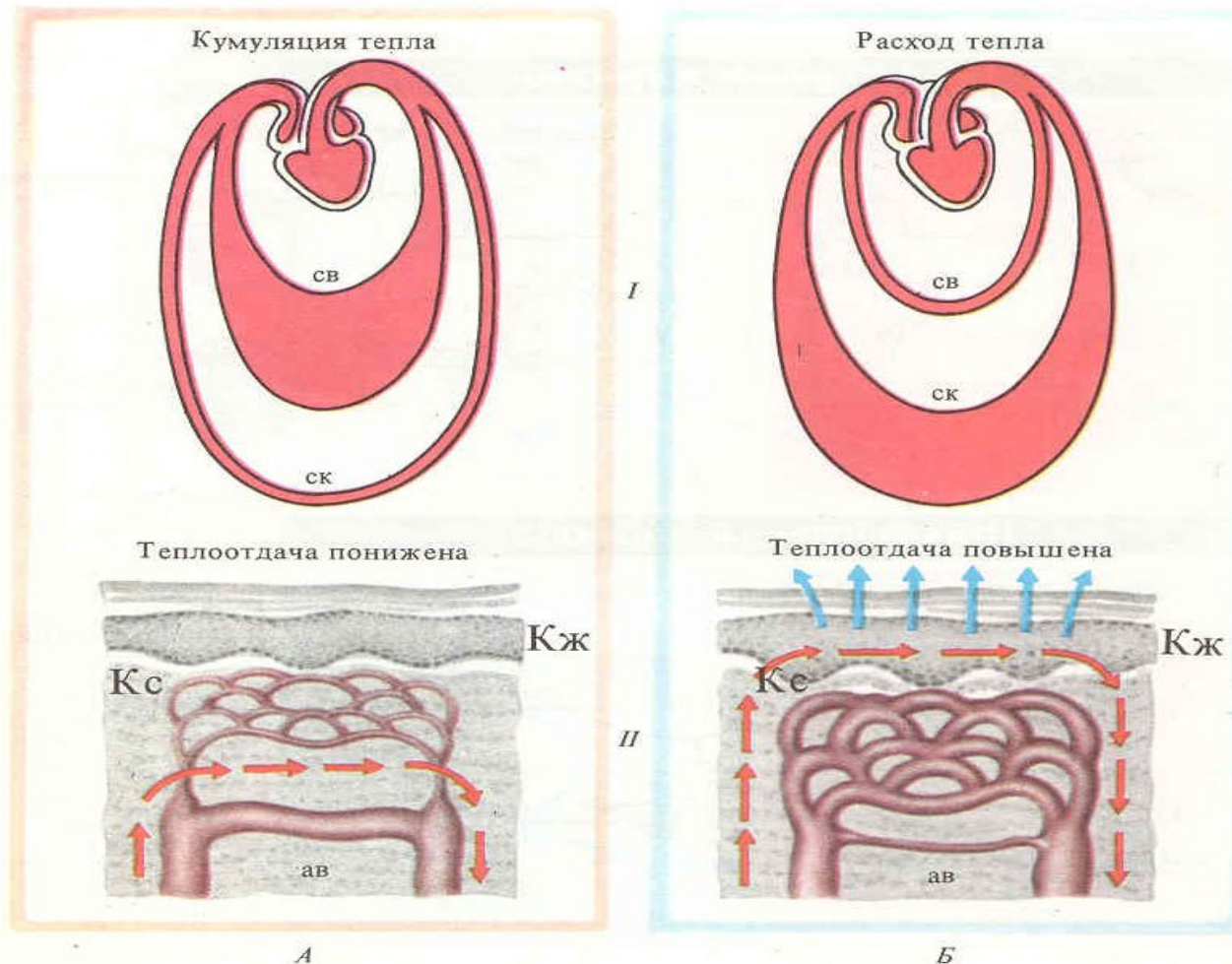
Зависимость температуры тела от температуры среды



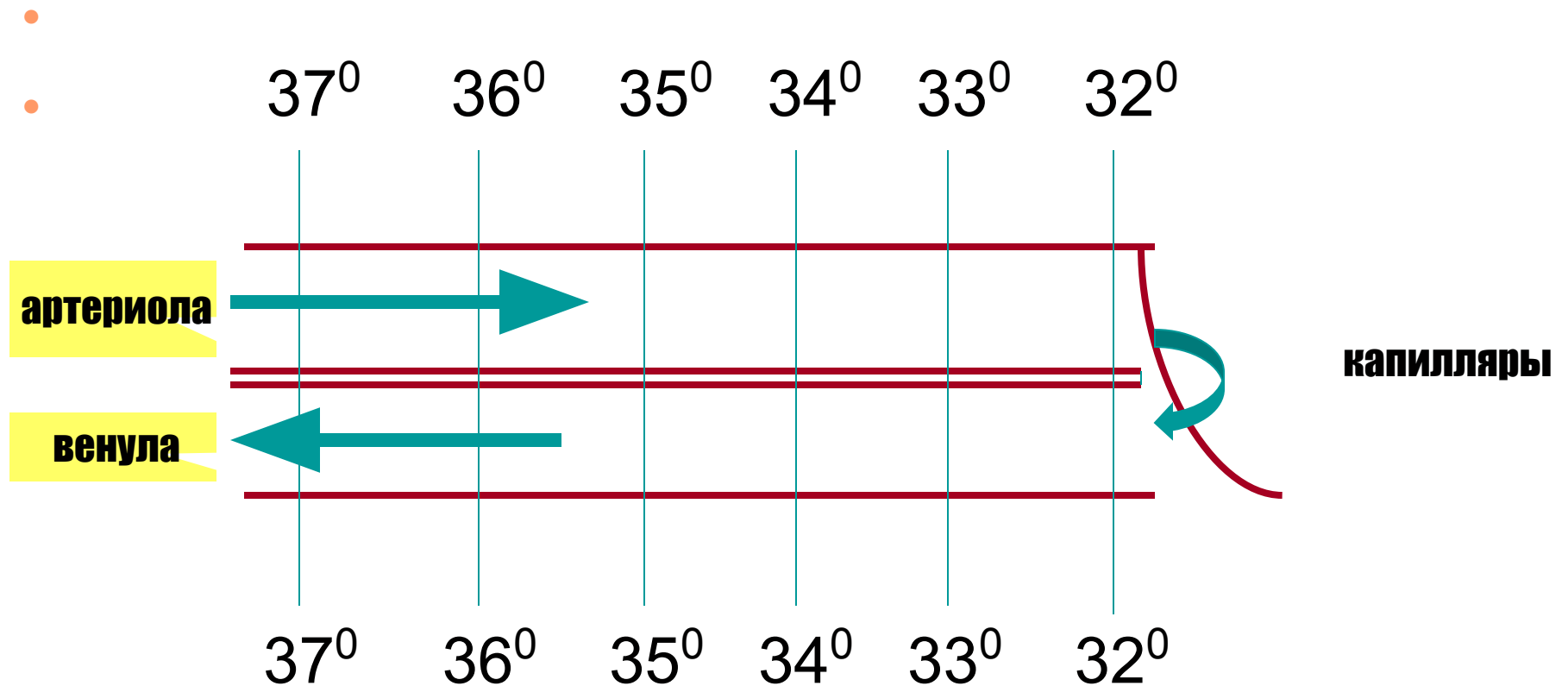
СУТОЧНЫЕ КОЛЕБАНИЯ РЕКТАЛЬНОЙ ТЕМПЕРАТУРЫ



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



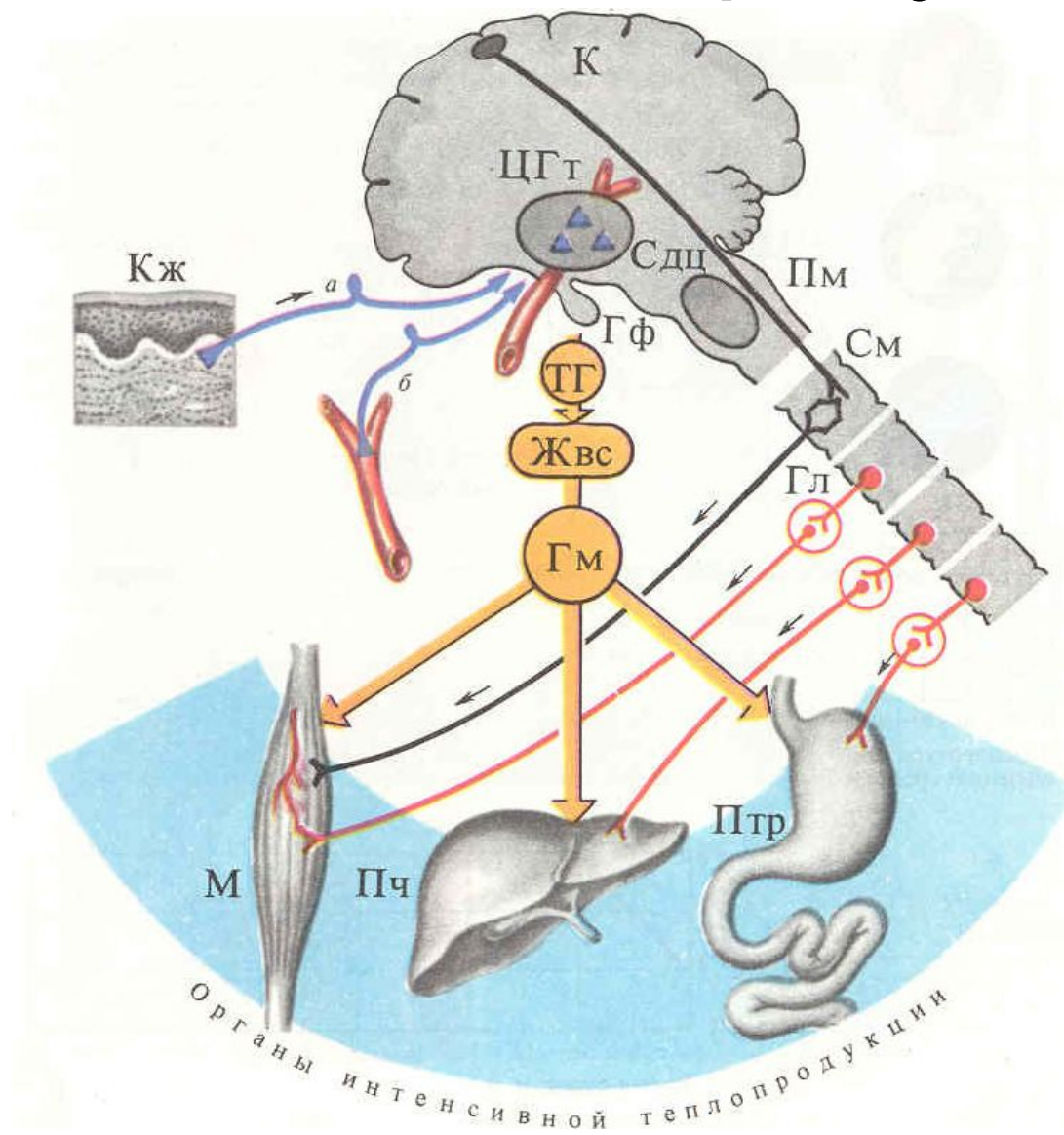
ТЕРМОРЕЦЕПТОРЫ

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

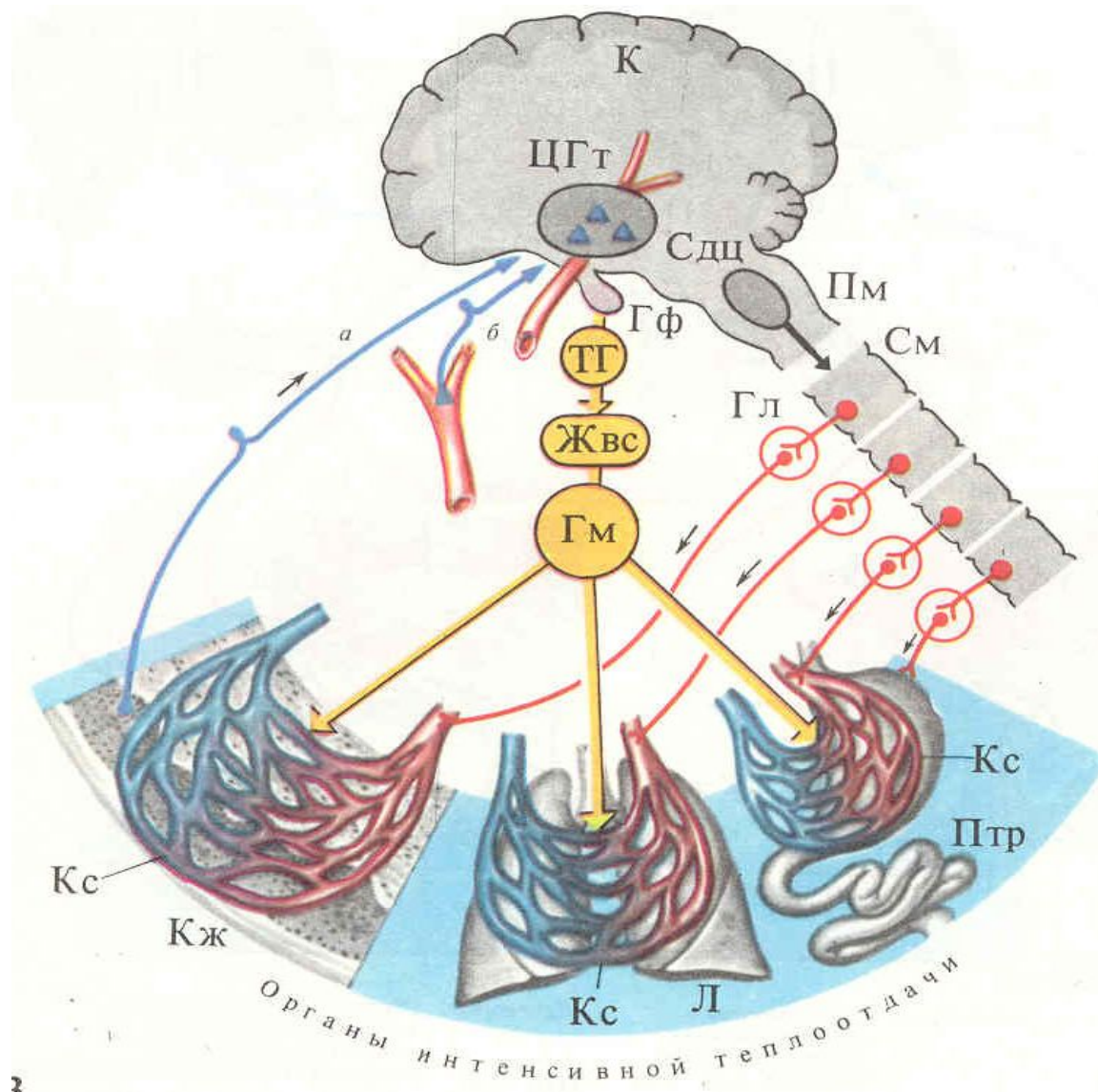
ТЕРМОРЕГУЛЯЦИЯ

- **Верхняя граница диапазона - граница гипертермии - тепловая смерть - $42-43^{\circ}\text{C}$**
- **Нижняя граница диапазона - граница гипотермии - холододовая смерть:**
 - **естественная - 26°C**
 - **искусственная - $24-23^{\circ}\text{C}$**
- **Термонеutralная зона - без ощутимого потоотделения и регуляторной теплопродукции - $24 - 27^{\circ}\text{C}$**

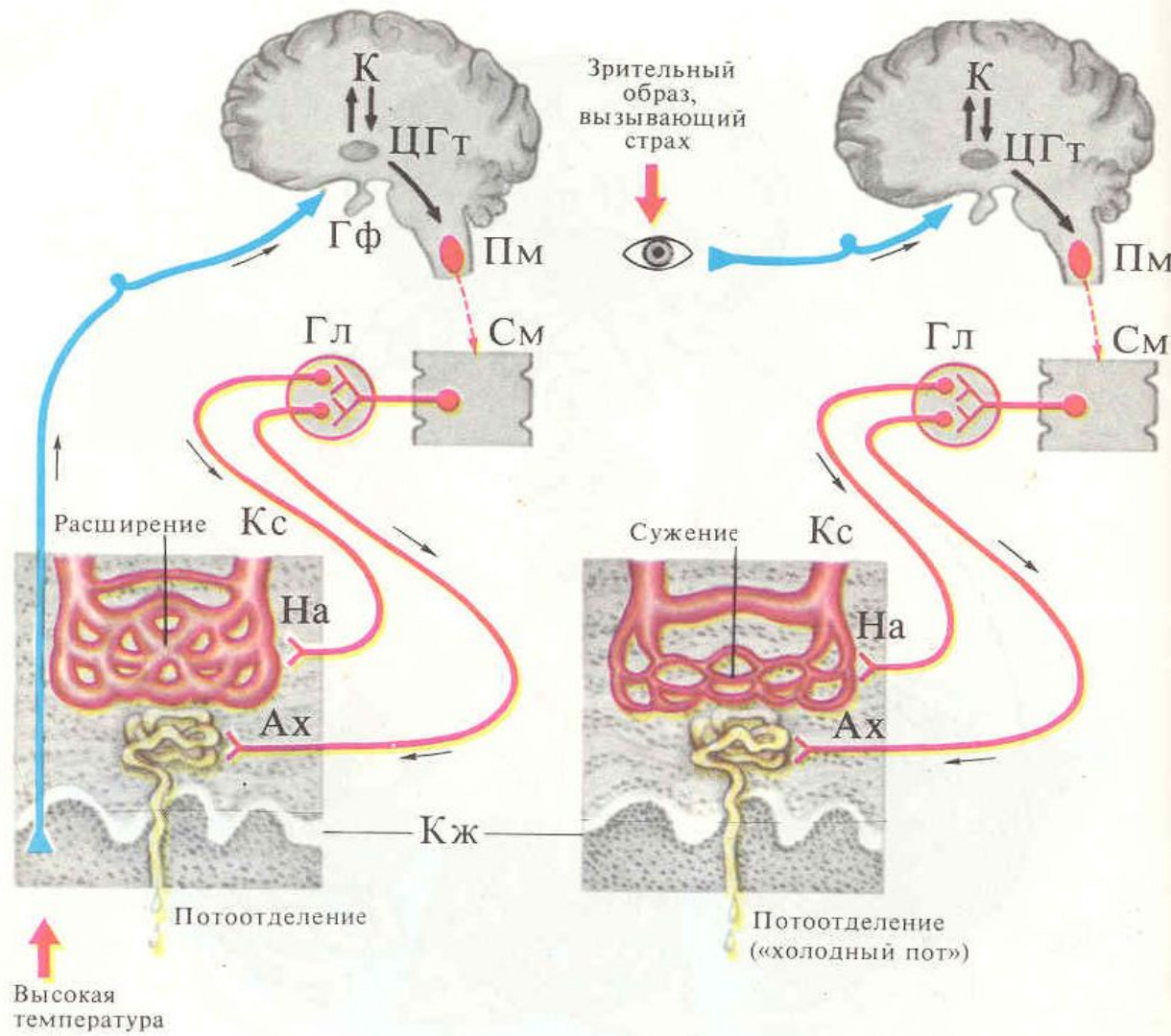
Регуляция теплопродукции



Регуляция теплоотдачи



Регуляция потоотделения при высокой температуре



Функциональная система поддержания температуры тела

