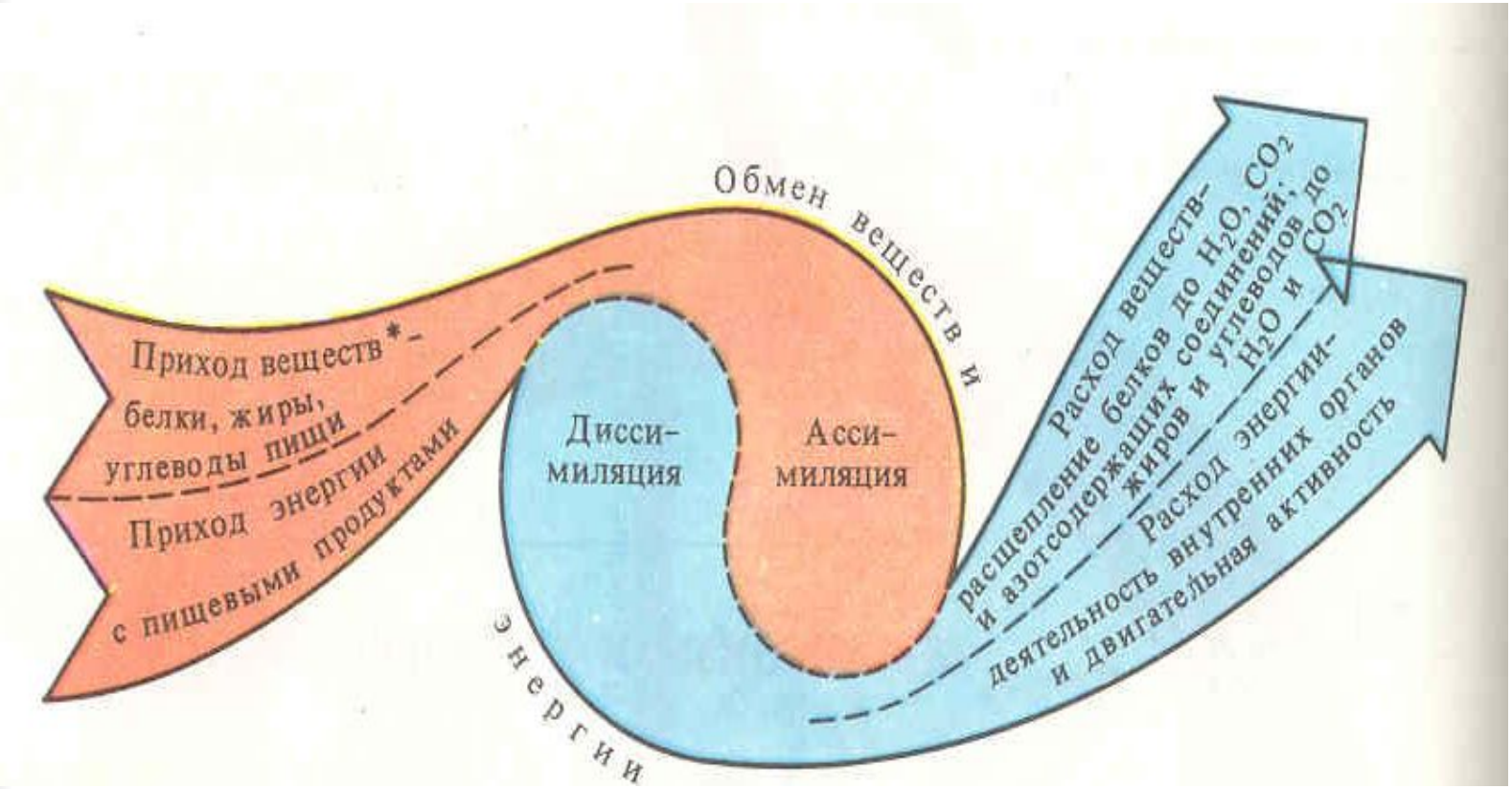
Кафедра нормальной физиологии КрасГМА

ФИЗИОЛОГИЯ

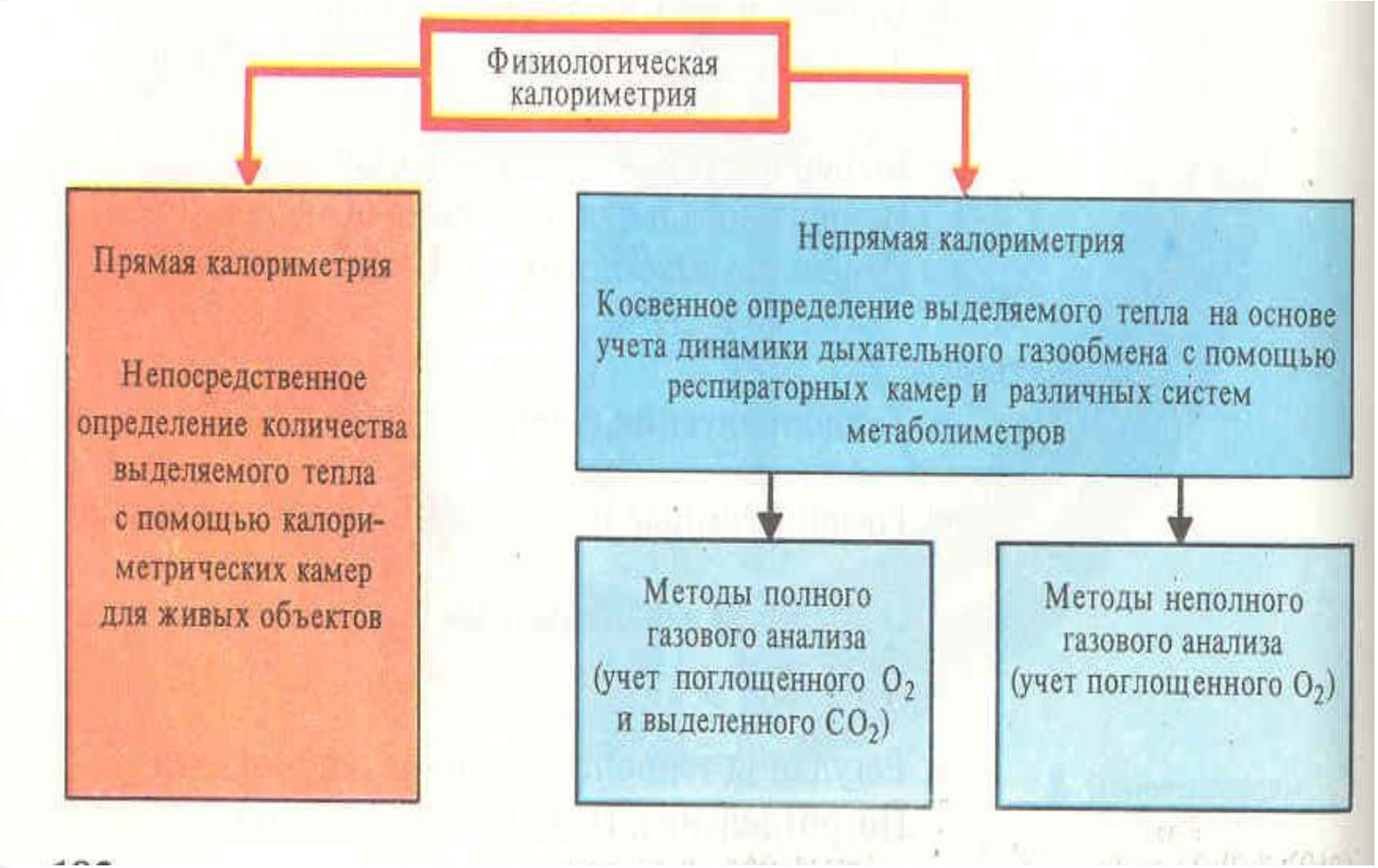
ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ОБМЕНА

И ТЕМПЕРАТУРНОГО ГОМЕОСТАЗИСА

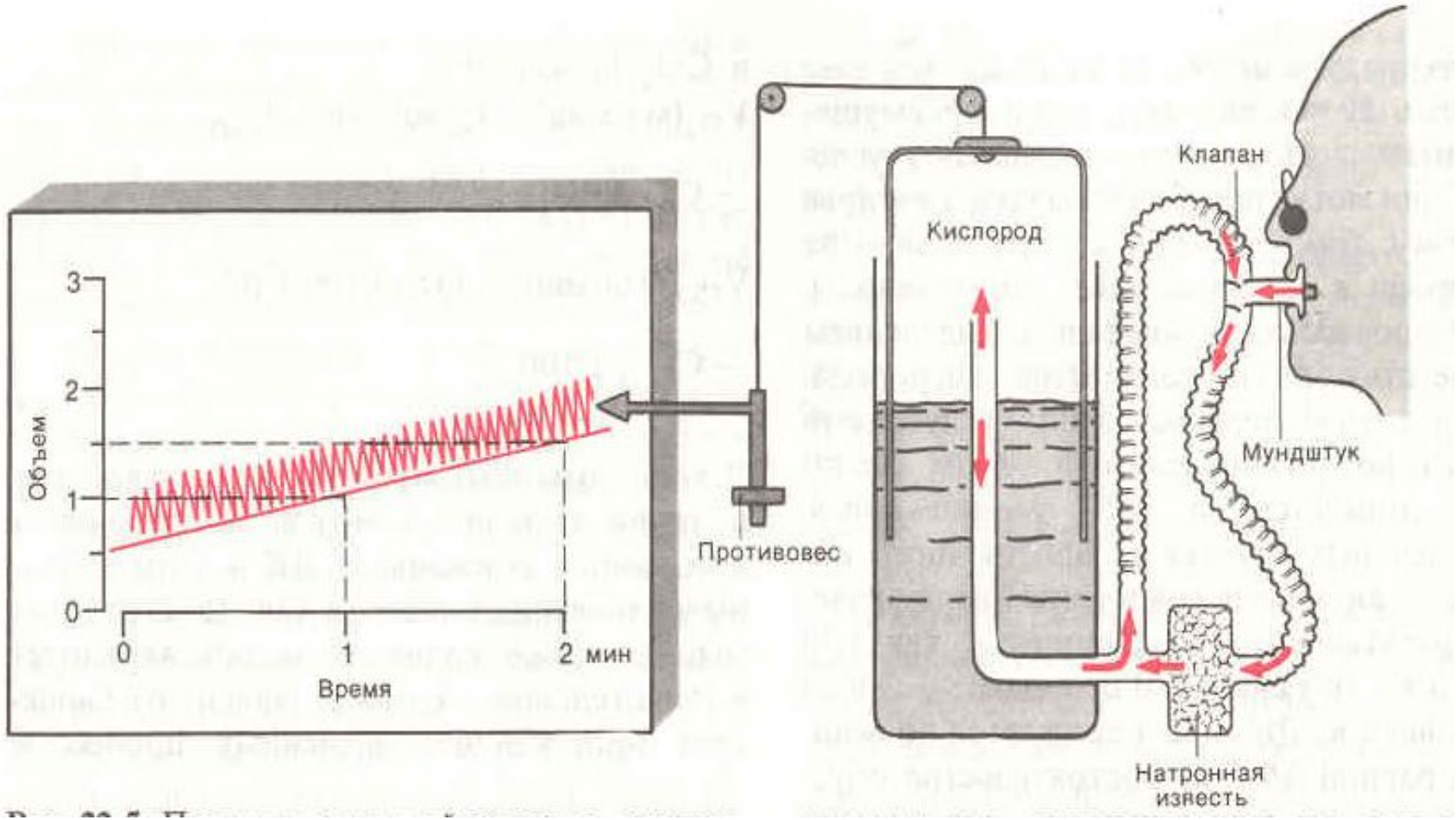
Общее представление об обмене веществ и энергии



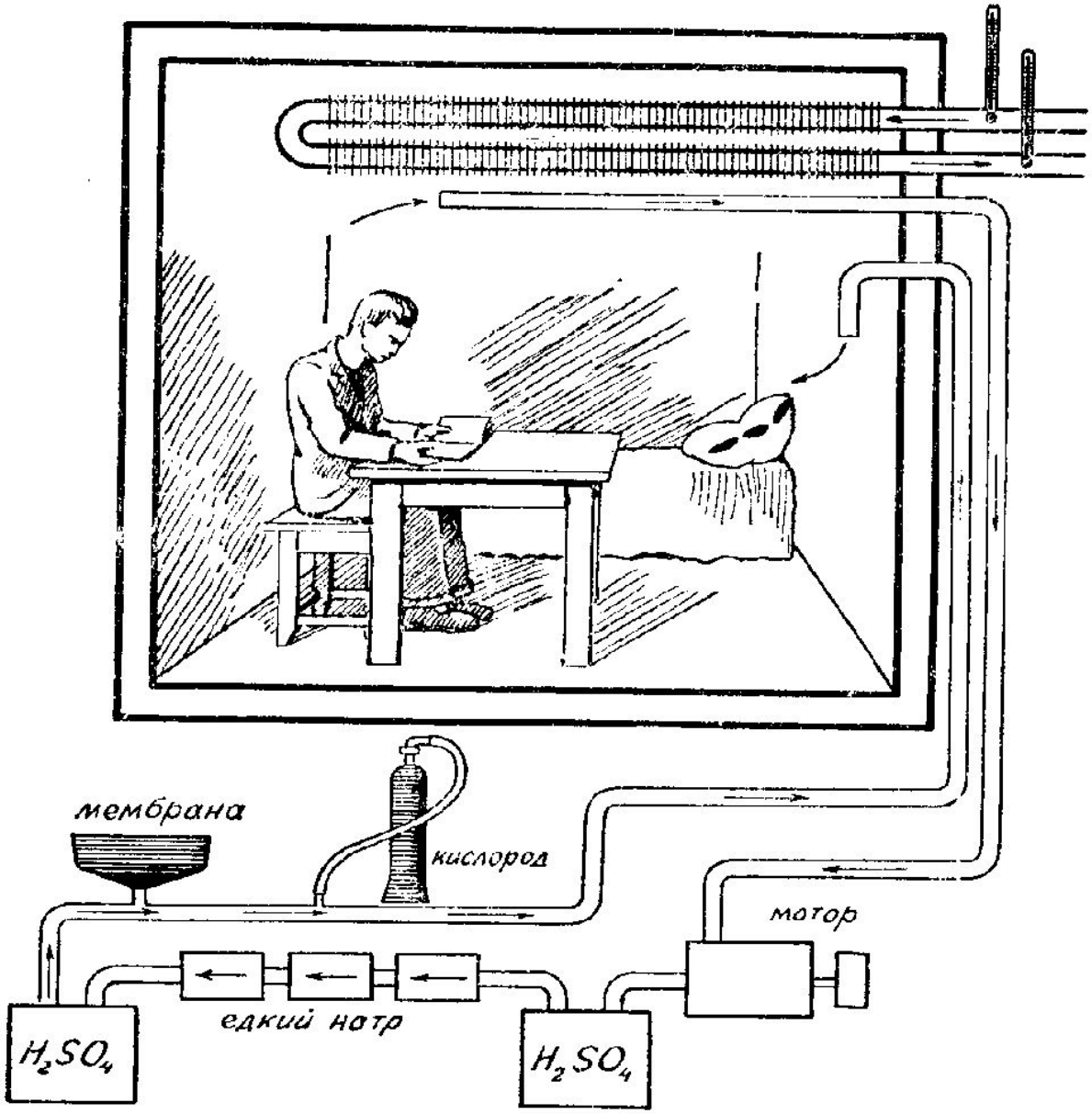
Методы исследования обмена энергии



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

- $C_6H_{12}O_6 + 6O_2 \rightarrow 6H_2O + 6CO_2 + 675$ 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 коэф-фициент 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 жизнедеятелньости организма в условиях физического и эмоционального покоя
- **Условия основного обмена:** утро, положение лежа, состояние бодрствования, мышцы расслаблены, натощак. температура среды около 22^0 .
- **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

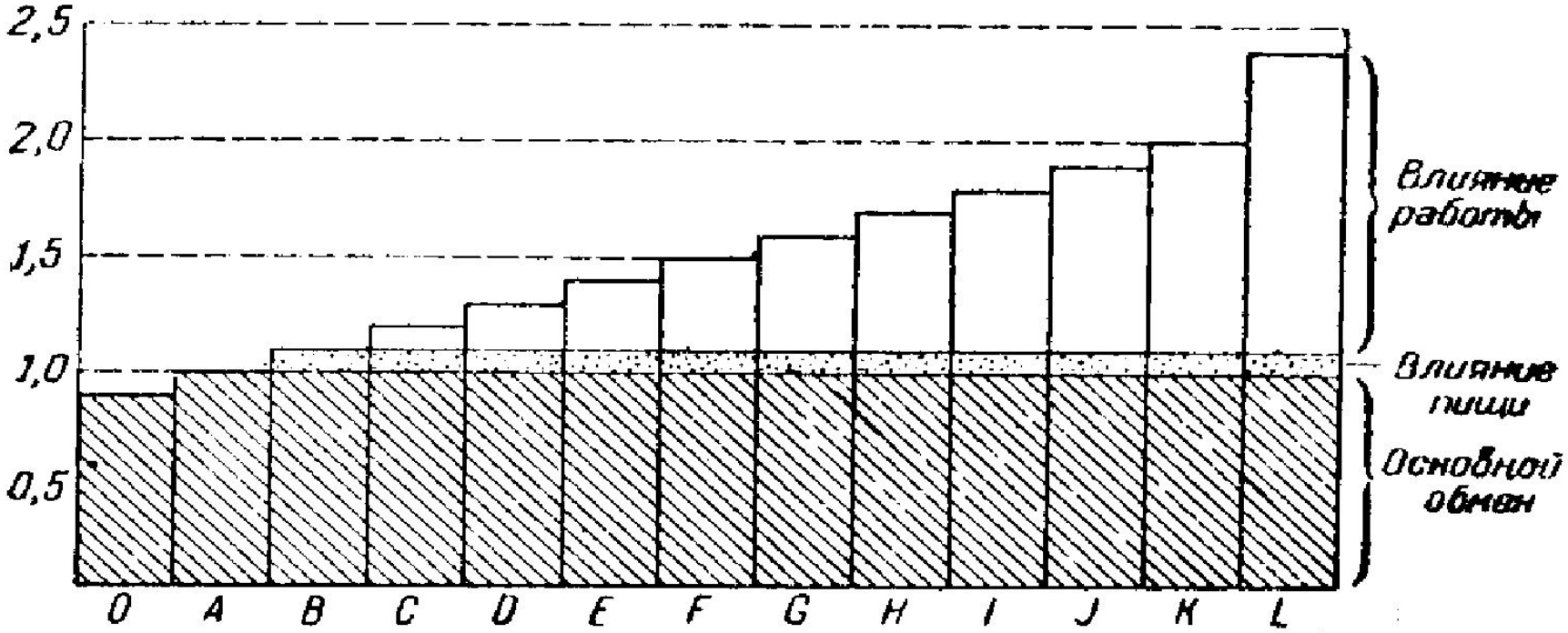
ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ОБМЕН - 6

- **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

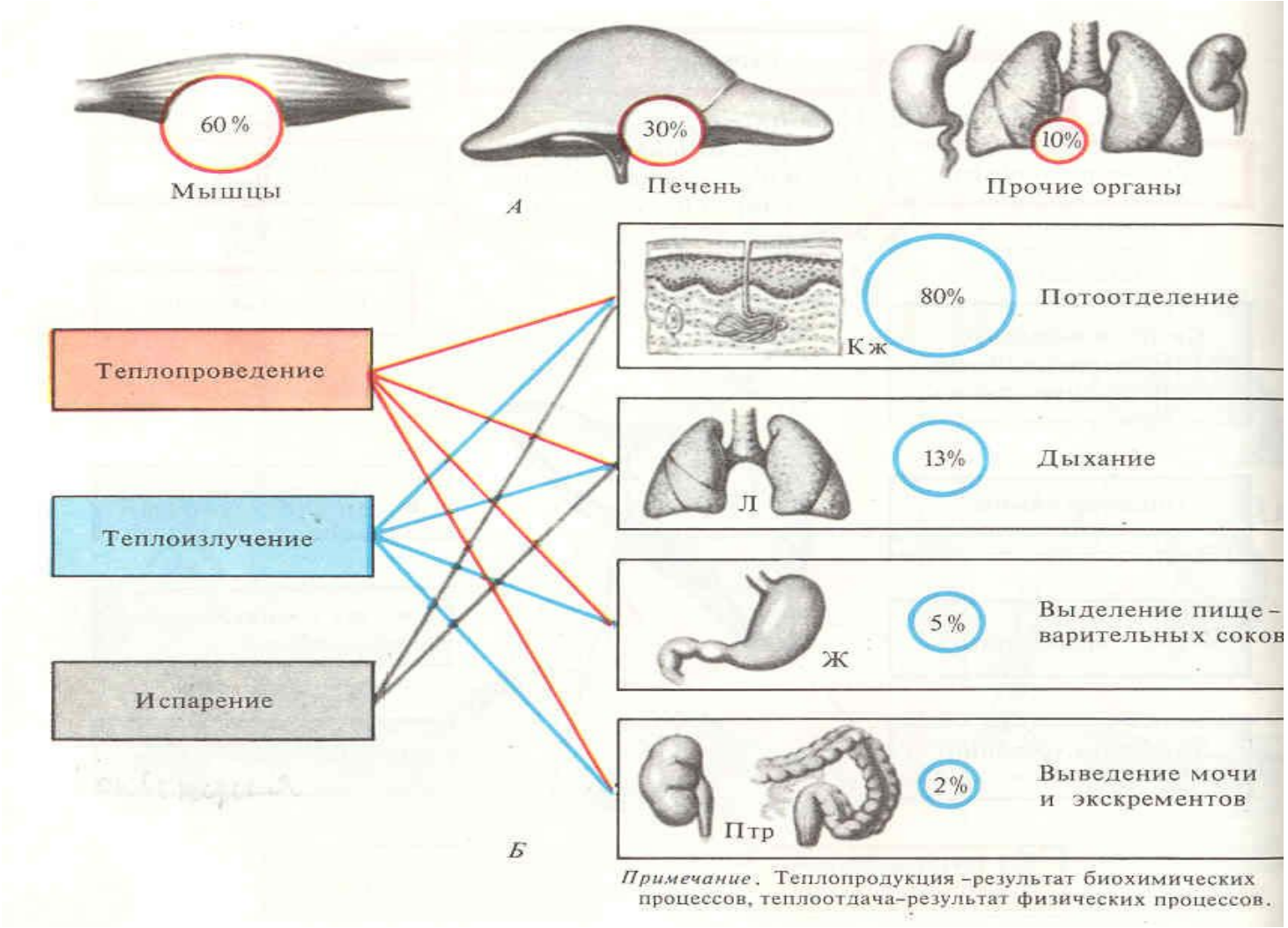
- **1. Работники, преимущественно умственного труда:** инженерный состав, врачи(кроме хирургов), работники науки и искусства, литературы, руководители и т.п. - **2500-2800 ккал/сут**
- **2. Работники легкого физического труда:** инженерно-технический состав, работники связи, радиоэлектронной промышленности, 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, сельхозрабочие - **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 натощак; *B* — то же с приемом пищи; *C* — спокойное сидение; *D* — спокойное лежание в постели; *E* — свободное сидение; *F* — свободное стояние; *G* — стояние навытяжку («смирно»); *H* — пение; *I* — одевание; *J* — глажение пятифунтовым утюгом; *K* — медленная прогулка; *L* — легкая работа (например, типографа или портного).

Пути теплопродукции и темплоотдачи



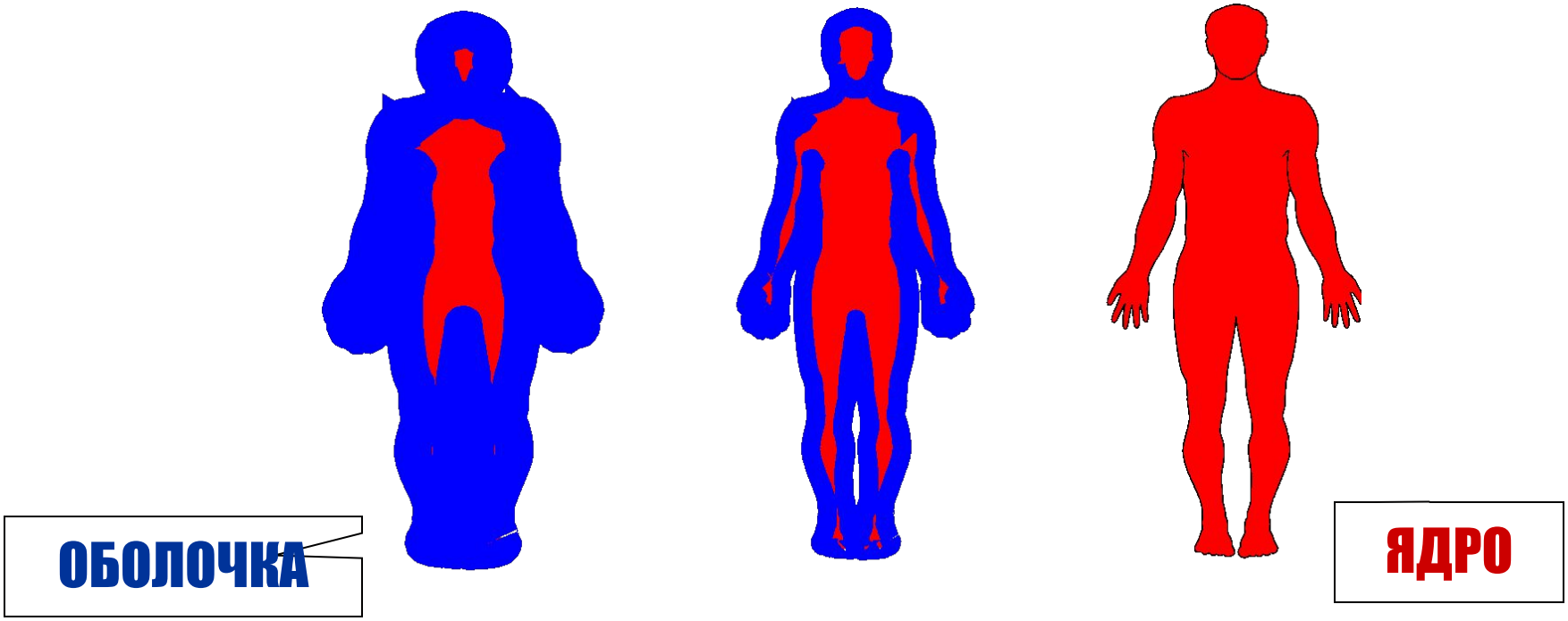
Примечание. Теплопродукция –результат биохимических процессов, теплоотдача–результат физических процессов.

ТЕМПЕРАТУРНЫЙ ГОМЕОСТАЗИС

- ПОЙКИЛОТЕРМИЯ
- ГОМОЙОТЕРМИЯ

- ТЕРМОРЕГУЛЯЦИЯ
  - ХИМИЧЕСКАЯ (ТЕПЛОПРОДУКЦИЯ)
  - ФИЗИЧЕСКАЯ (ТЕПЛООТДАЧА)
  - ТЕРМОИЗОЛИРУЮЩИЕ СВОЙСТВА ТКАНЕЙ

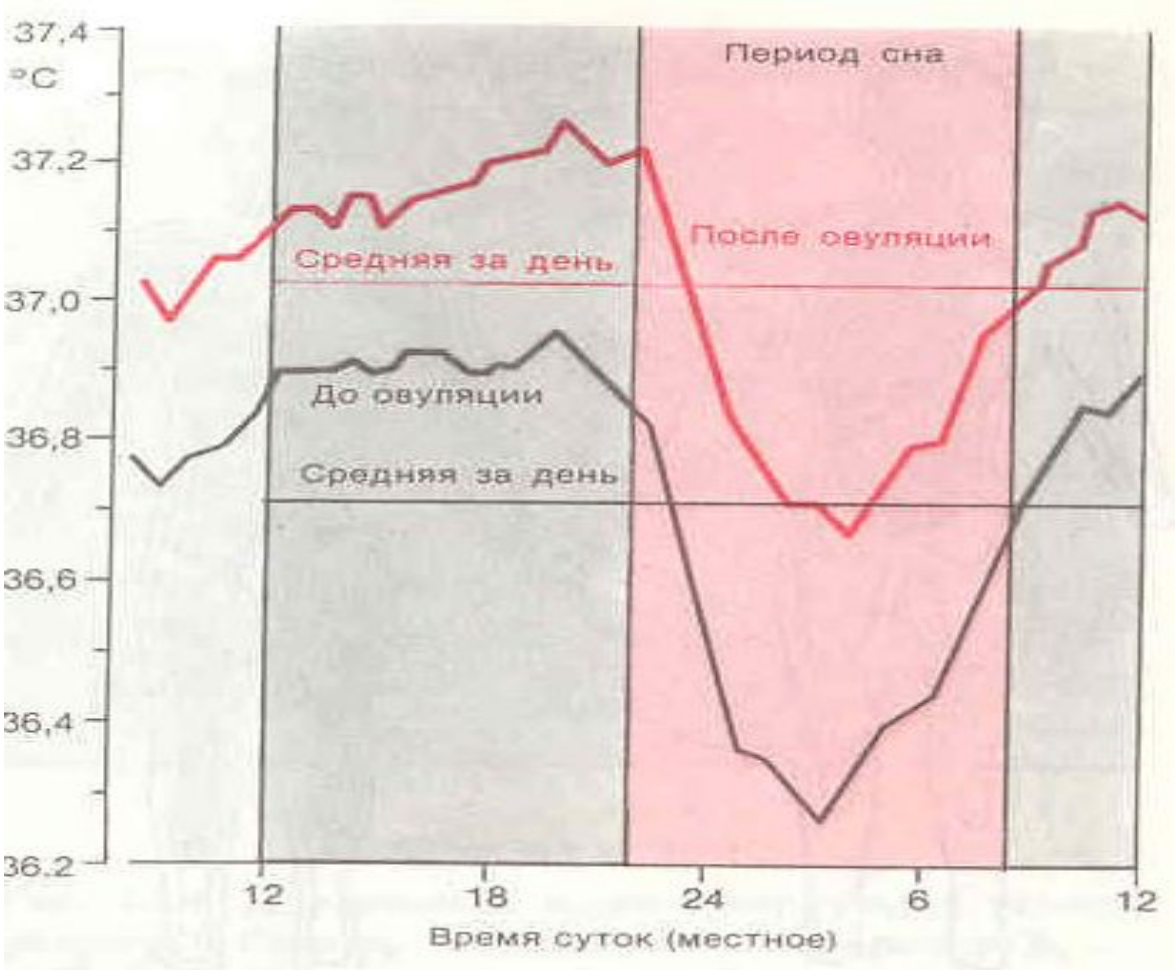
РОЛЬ ЯДРА И ОБОЛОЧКИ В ТЕРМОРЕГУЛЯЦИИ



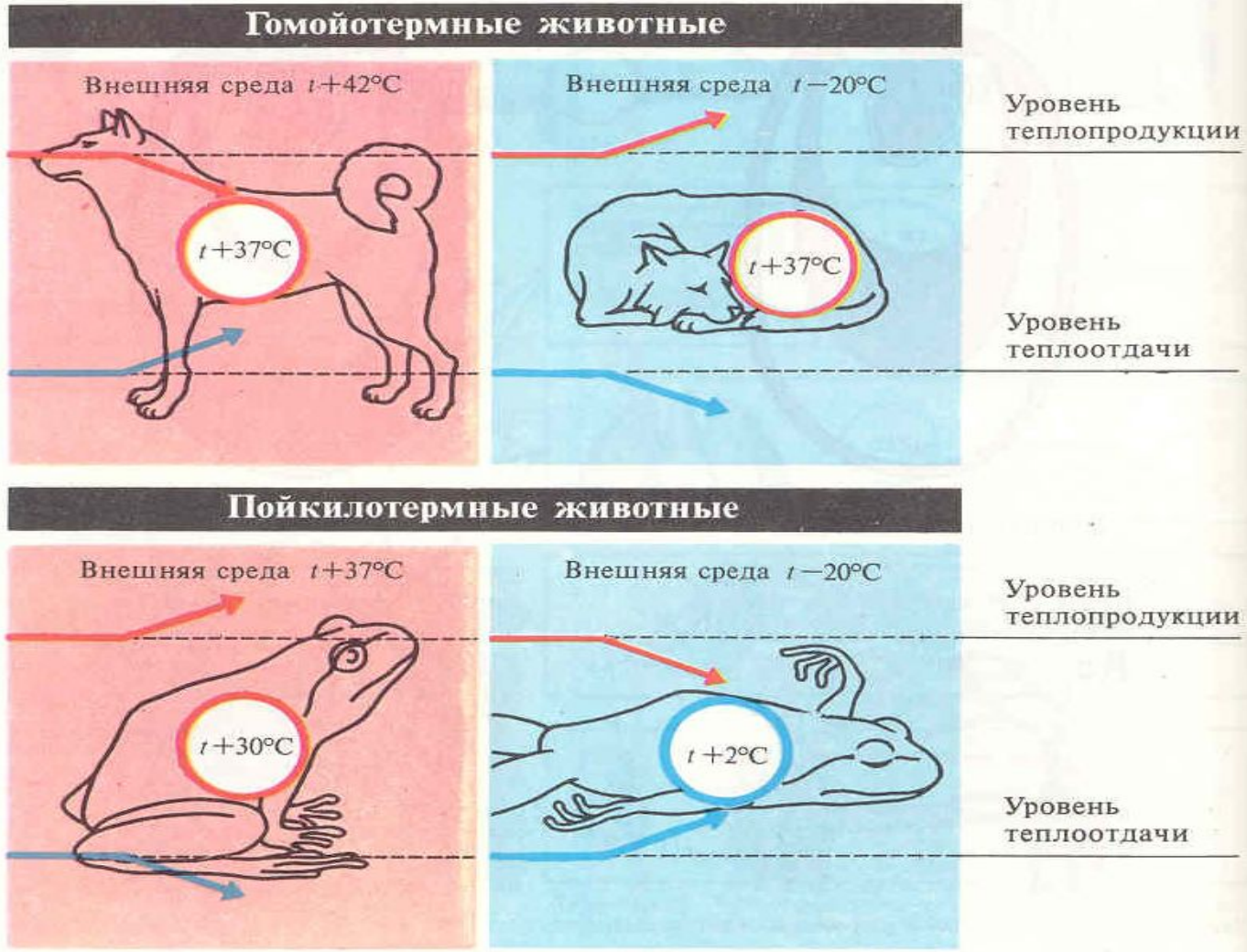
< 0 0 +37

Температура окружающей среды

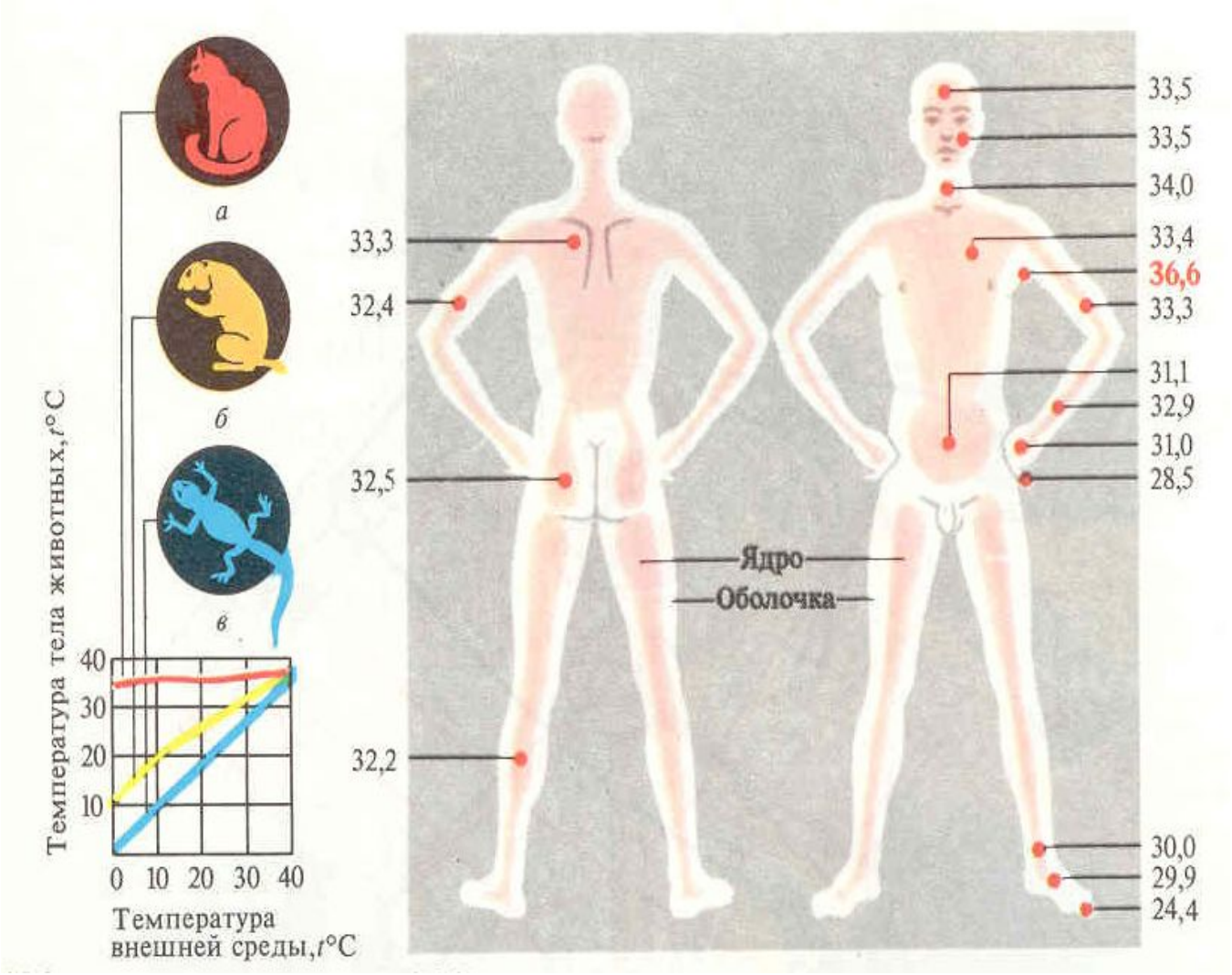
Суточные колебания температуры тела



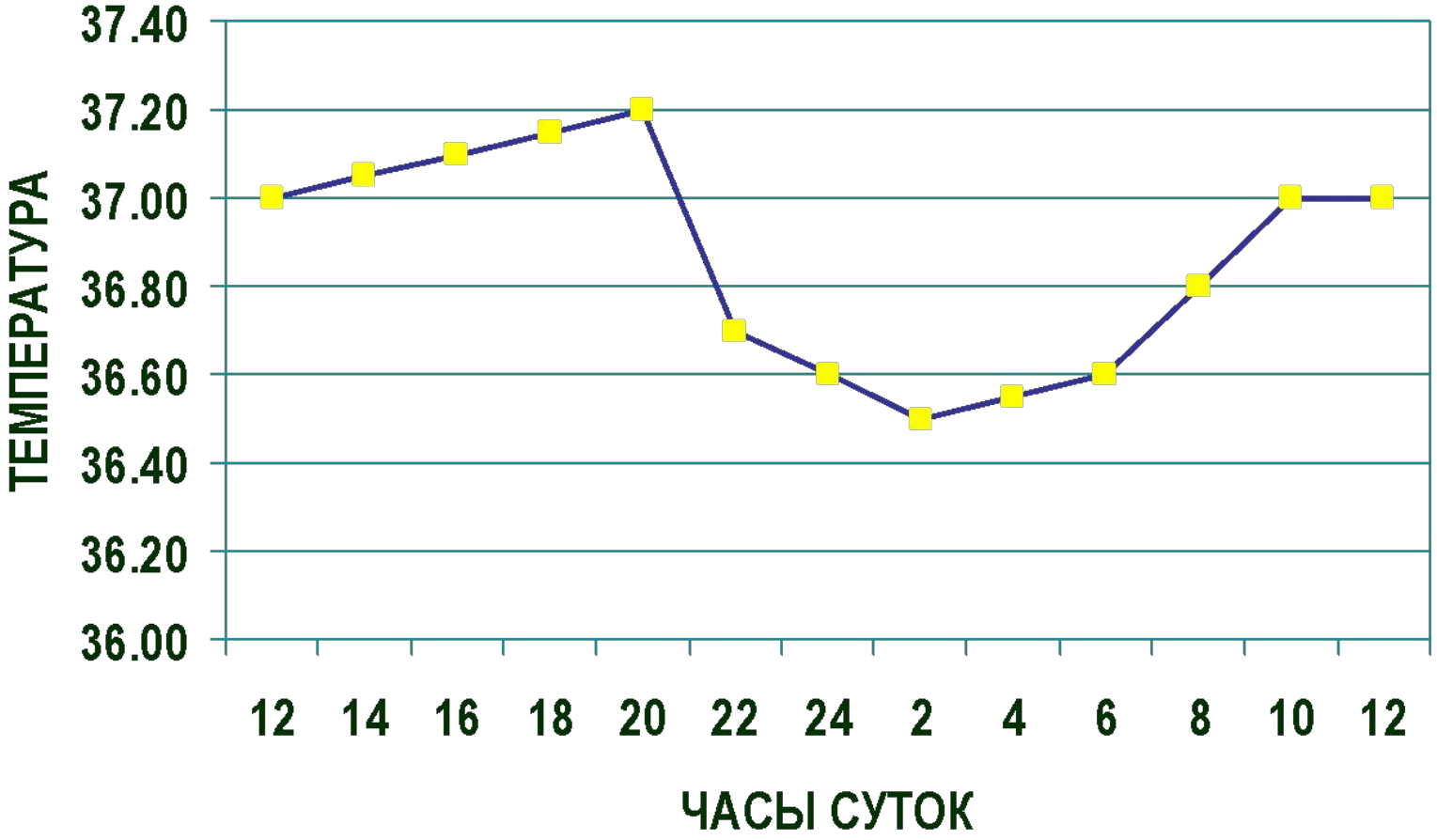
Зависимость температуры тела от температуры среды



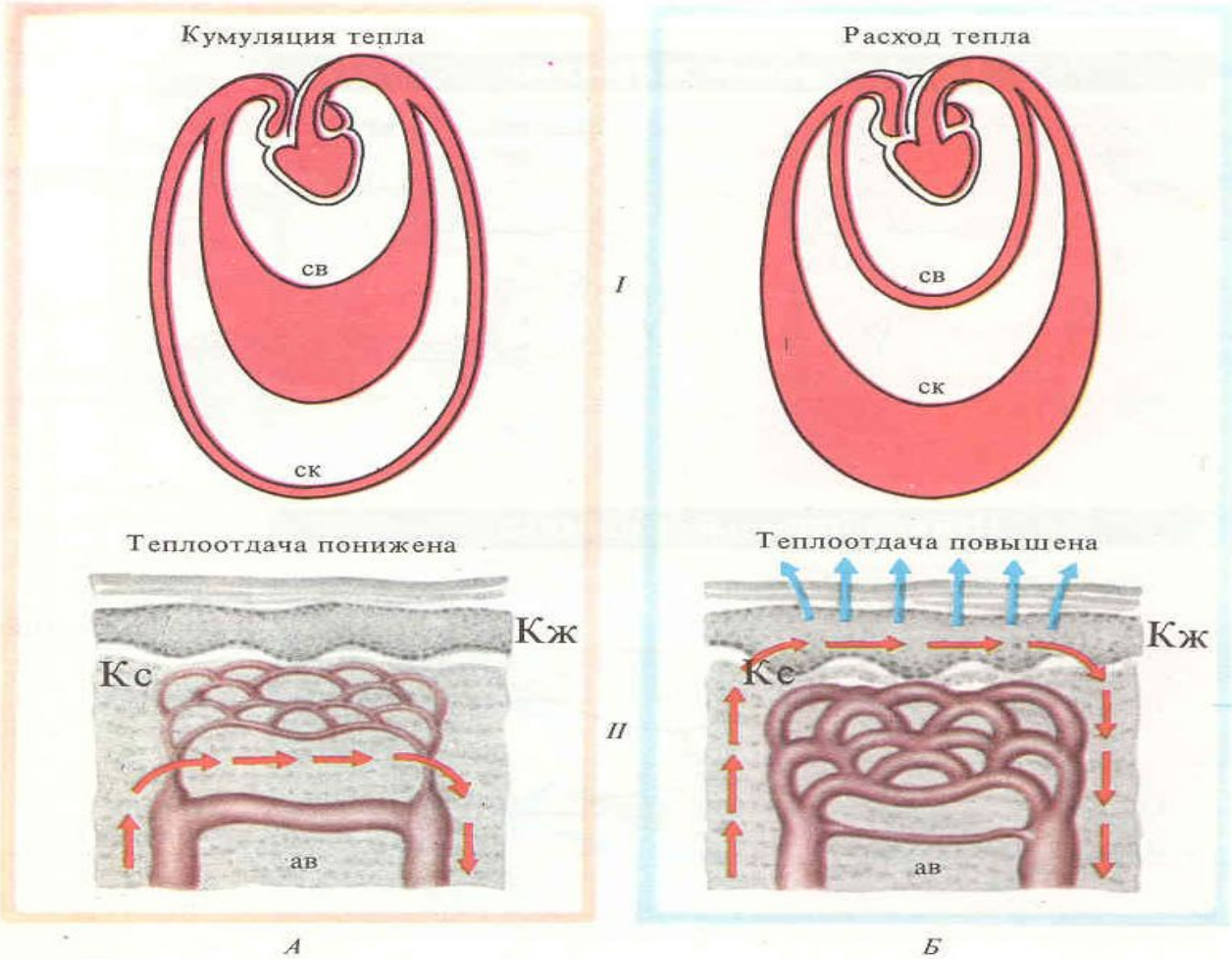
Зависимость температуры тела от температуры среды



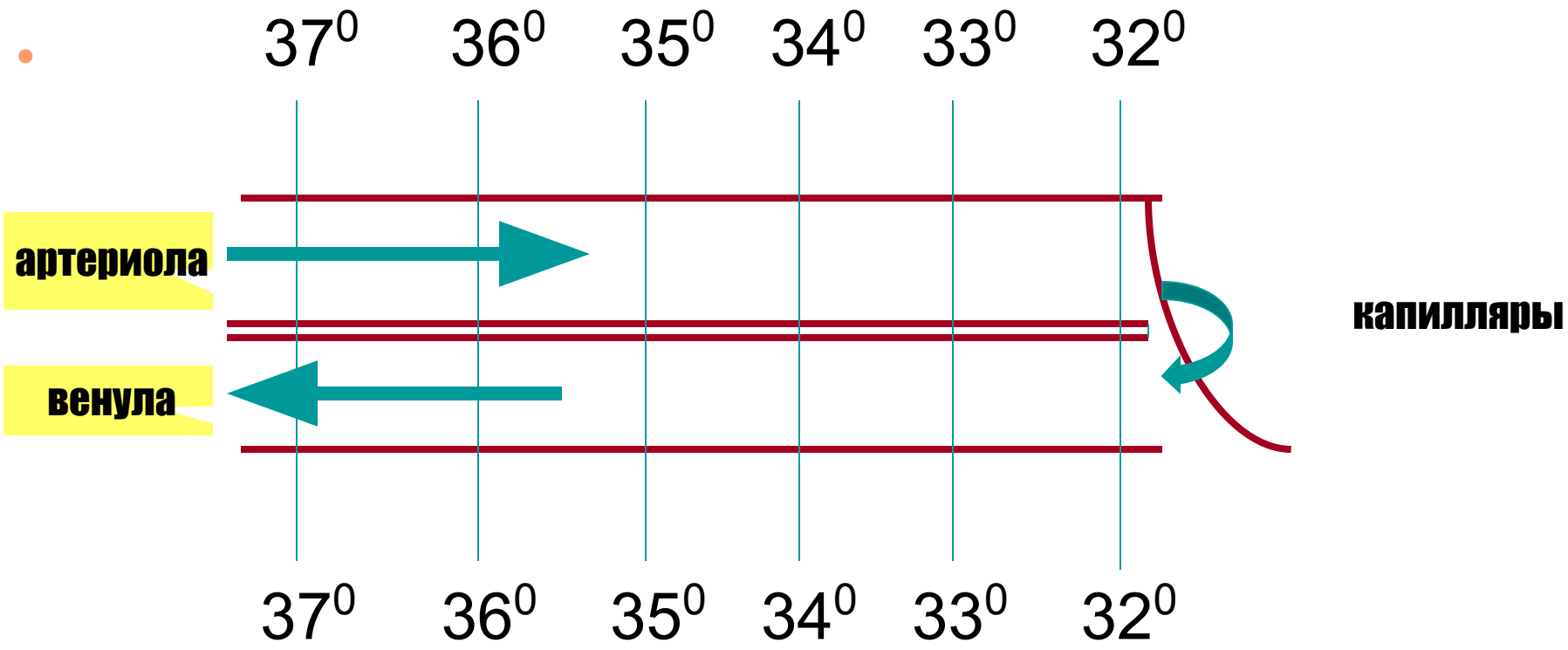
СУТОЧНЫЕ КОЛЕБАНИЯ РЕКТАЛЬНОЙ ТЕМПЕРАТУРЫ



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



ПРОТИВОТОЧНЫЙ ТЕПЛООБМЕННИК



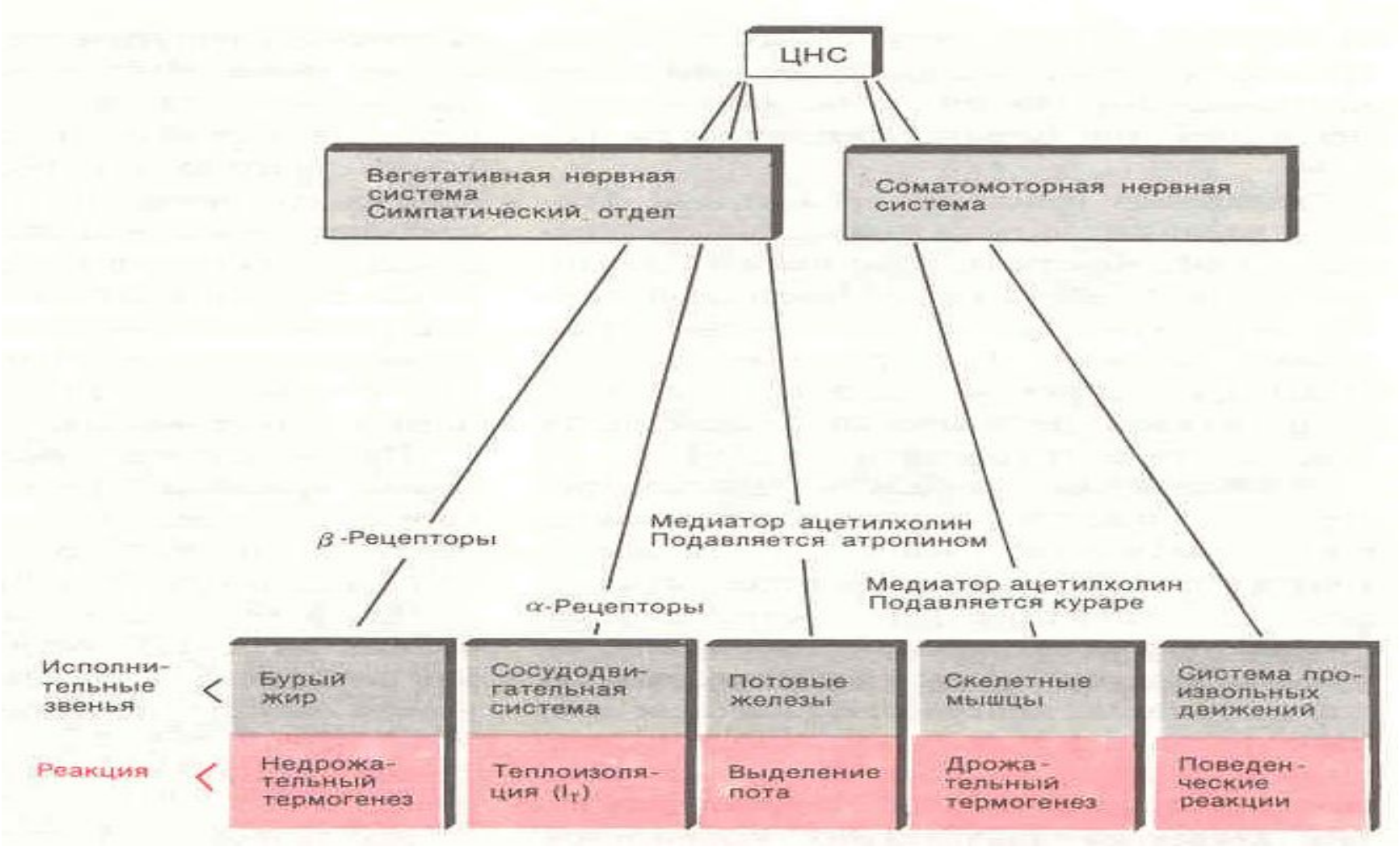
ТЕРМОРЕГУЛЯЦИЯ

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

- **ТЕПЛООТДАЧА**

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

Схема нервного контроля терморегуляции



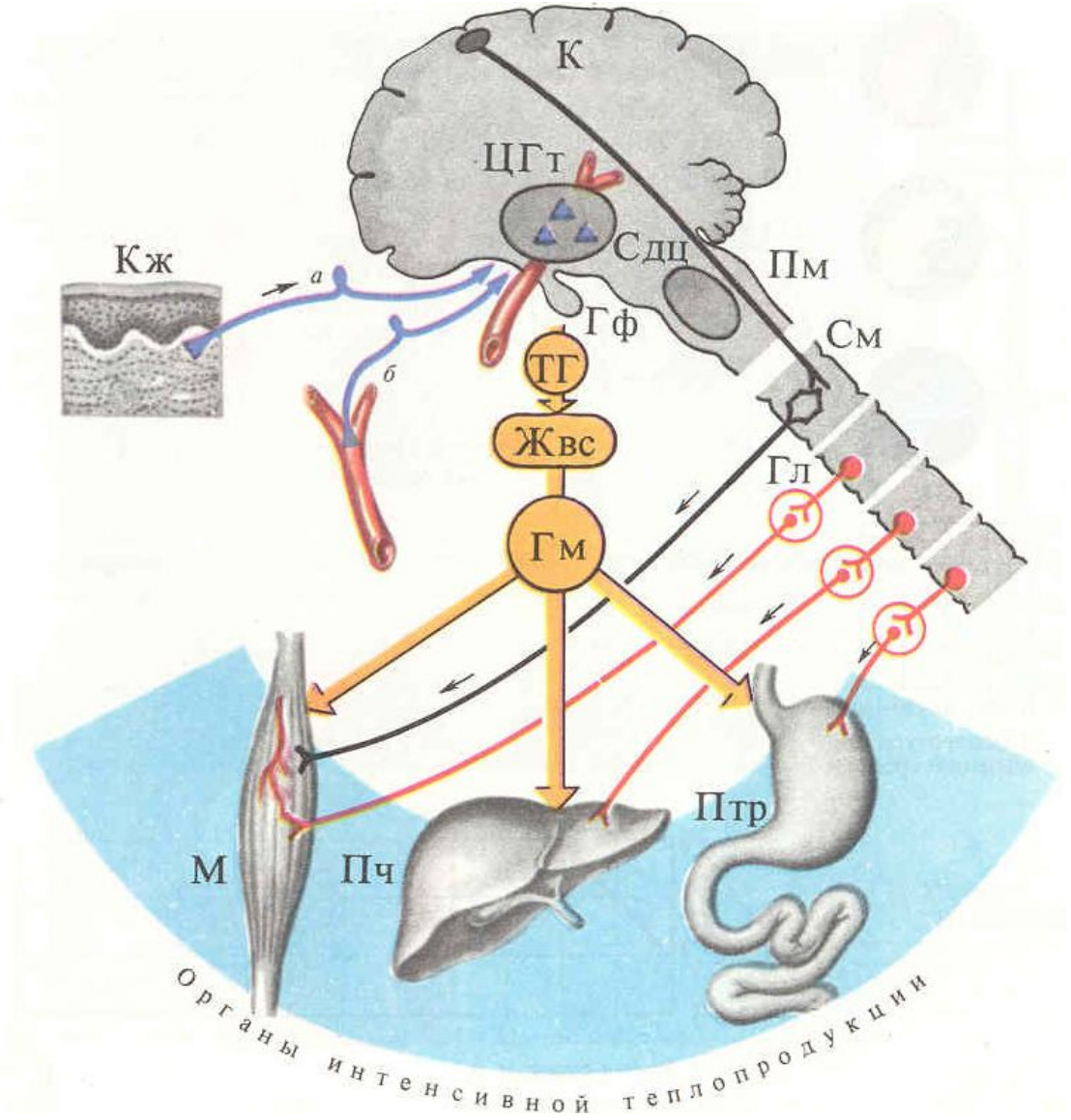
ТЕРМОРЕЦЕПТОРЫ

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

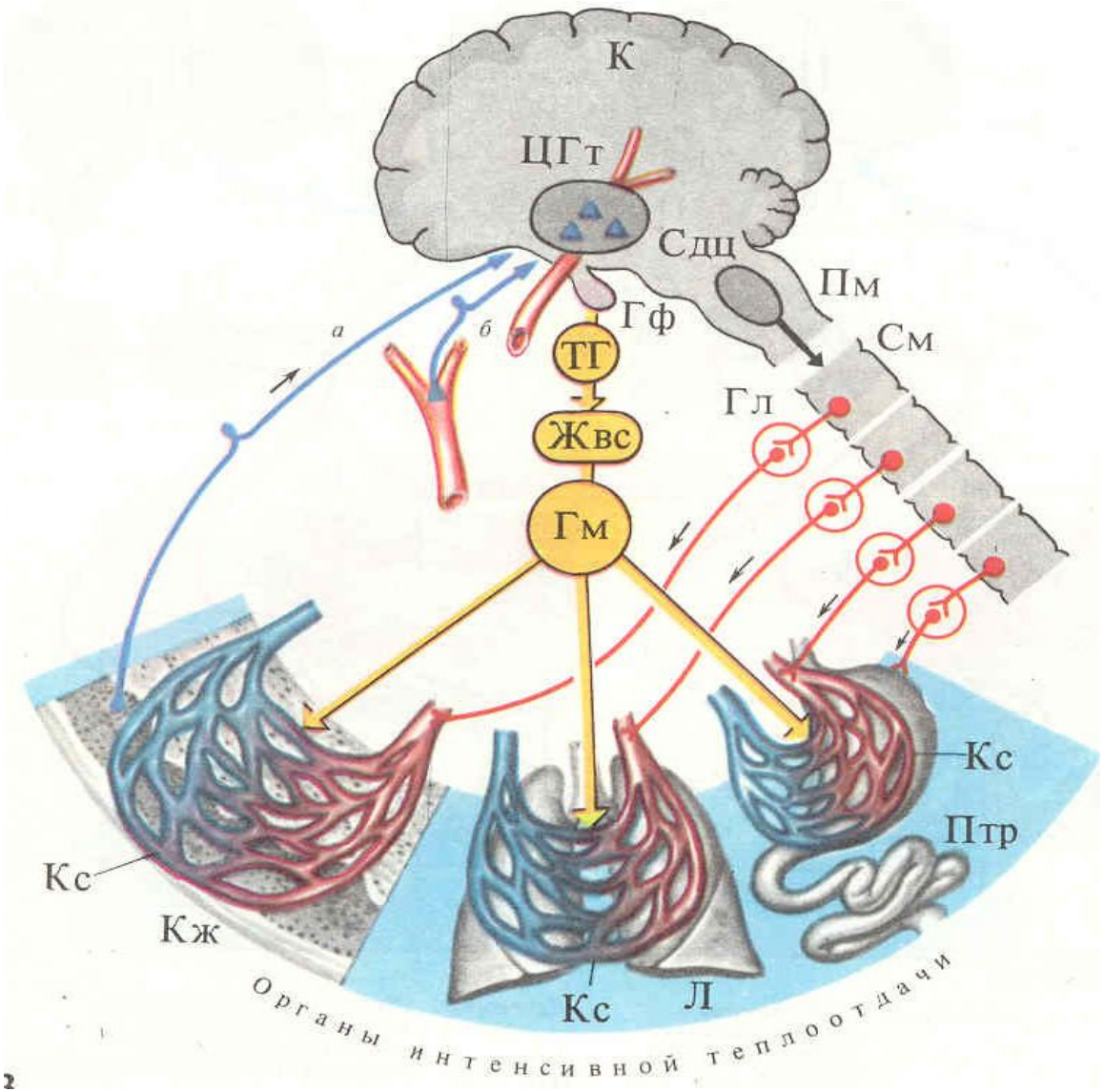
ТЕРМОРЕГУЛЯЦИЯ

- **Верхняя граница диапазона - граница гипертермии- тепловая смерть - 42-43^0 С**
- **Нижняя граница диапазона - граница гипотермии - холодовая смерть:**
- **естественная - 26^0 С**
- **искусственная - 24-23^0 С**
- **Термонейтральная зона - без ощутимого потоотделения и регуляторной теплопродукции - 24 - 27^0 С**

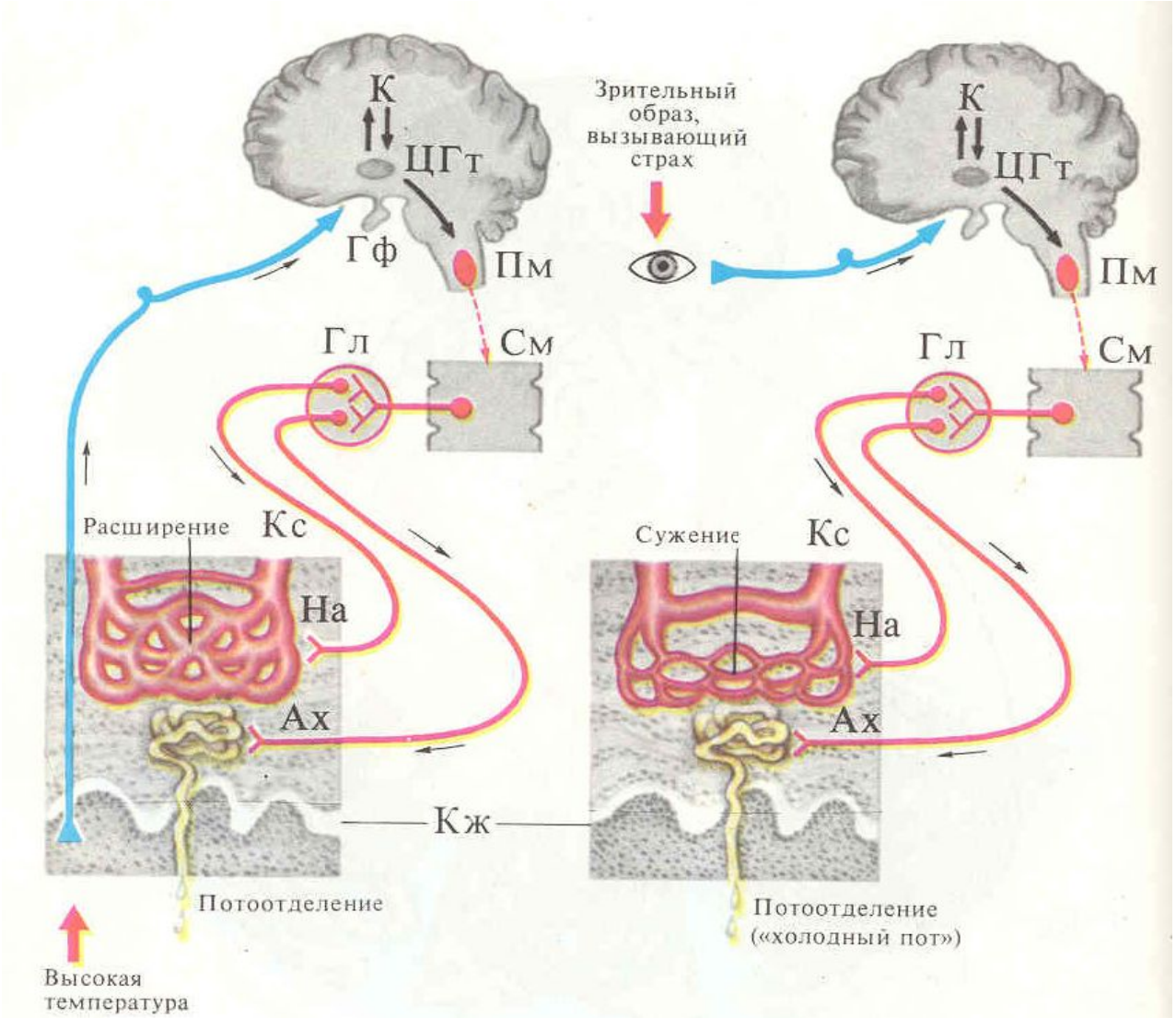
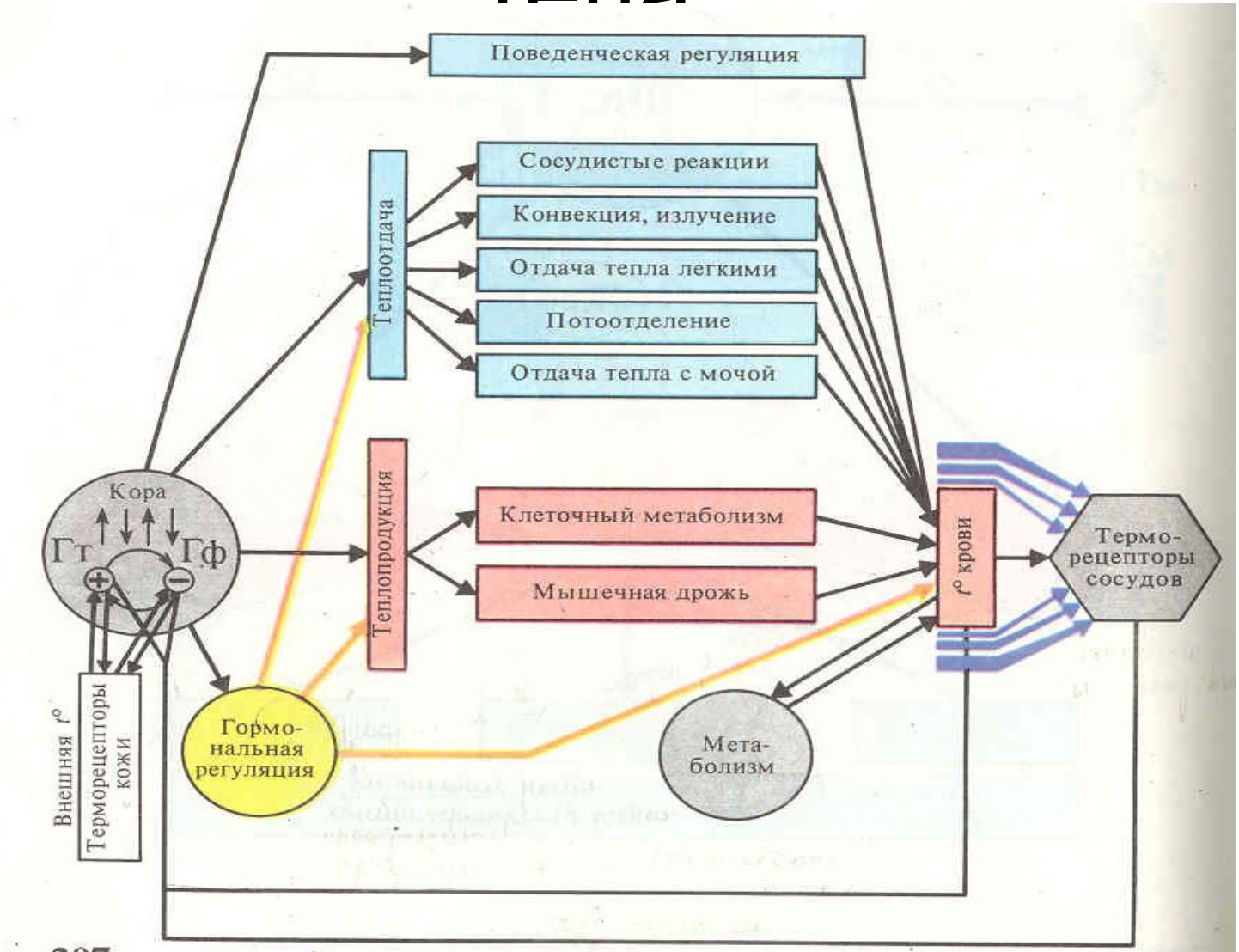
Регуляция теплопродукции



Регуляция теплоотдачи



Регуляция потоотделения при высокой температуре



Функциональная система подержания температуры тела