

# ГЛАВА 18. ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ОБМЕН.

---

ЖИВОТНОЕ И СРЕДА ОБРАЗУЮТ ЕДИНУЮ СИСТЕМУ, НАХОДЯЩУЮСЯ В СТАЦИОНАРНОМ СОСТОЯНИИ, ПОСКОЛЬКУ МЕЖДУ НИМИ ПРОИСХОДИТ НЕПРЕРЫВНЫЙ ОБМЕН ВЕЩЕСТВАМИ И ЭНЕРГИЕЙ, ПРИ КОТОРОМ ВЫХОДЯЩЕЕ ТОЧНО СООТВЕТСТВУЕТ ПОСТУПАЮЩЕМУ.

# ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ЭКВИВАЛЕНТ ПИЩИ

---

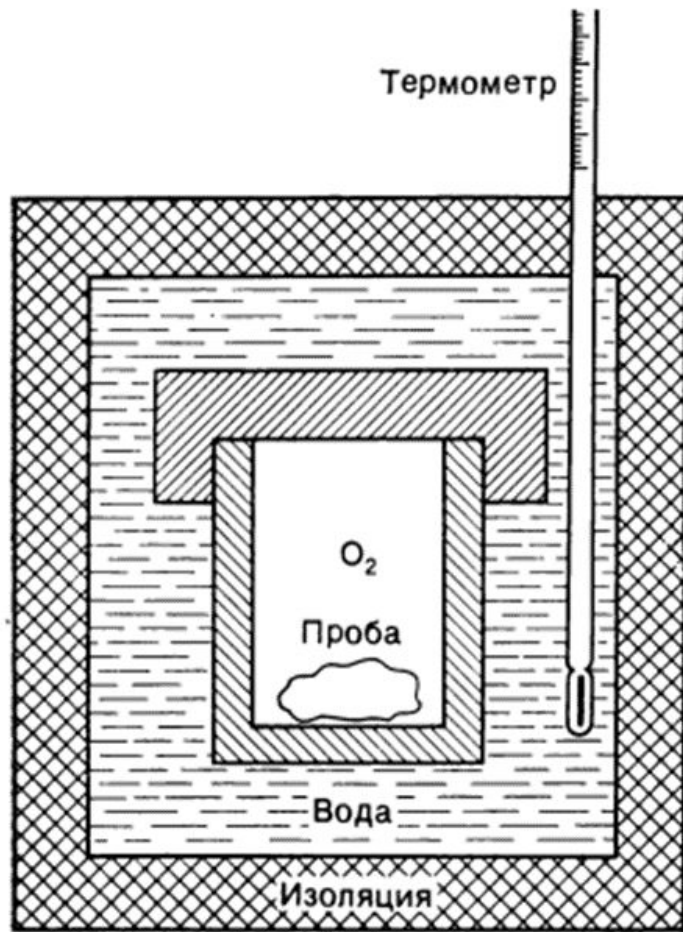
Организмы получают энергию из окружающей среды в виде потенциальной энергии, заключенной в химических связях молекул жиров, белков и углеводов. Они постепенно окисляются, выделяя энергию, высвобождающуюся при разрыве химических связей.

Количество энергии, выделяемой при сгорании какого-либо соединения, не зависит от числа промежуточных этапов его распада.

Запас энергии в пище определяют в калориметрической бомбе (рис. 18.1) - замкнутой камере, погруженной в водяную баню. Точно взвешенную пробу помещают в эту камеру, наполненную  $O_2$ , под давлением 20 атм. Пробу поджигают проволокой так, что они быстро сгорают. Высвобождаемое при этом тепло точно измеряется чувствительными калиброванными термо-метрами по измерению температуры определенного объема воды, окружающего камеру; зная теплоемкость воды, ее объем и изменение температуры, можно определить количество выделившейся энергии.

Табл. 18.1. Энергетический эквивалент, дыхательный коэффициент (ДК), объем потребляемого O<sub>2</sub> и выделяемого CO<sub>2</sub> для разных пищевых веществ.

	Калориметрическая бомба		Окисление в организме человека		O <sub>2</sub> ккал/л	CO <sub>2</sub> ккал/г	ДК
	ккал/г	кДж/г	ккал/г	кДж/г			
Углеводы	4,1	17,2	4,1	17,2	5,05	5,05	1,00
Белки	5,4	22,6	4,1	17,2	4,46	5,57	0,80
Жиры	9,3	38,9	9,3	38,9	4,74	6,67	0,71



## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ИНТЕНСИВНОСТИ МЕТАБОЛИЗМА Прямая калориметрия

Для вычисления теплопродукции используют данные о теплоемкости жидкости, ее объеме, протекающем через изолированную камеру за единицу времени, и разности температур поступающей и оттекающей жидкости.

Рис. 18.1. Калориметрическая бомба для измерения энергетического эквивалента вещества. Тепло, высвобождающееся при взрывном сгорании пробы внутри бомбы, выделяется в водяную баню, где оно измеряется чувствительным термометром.

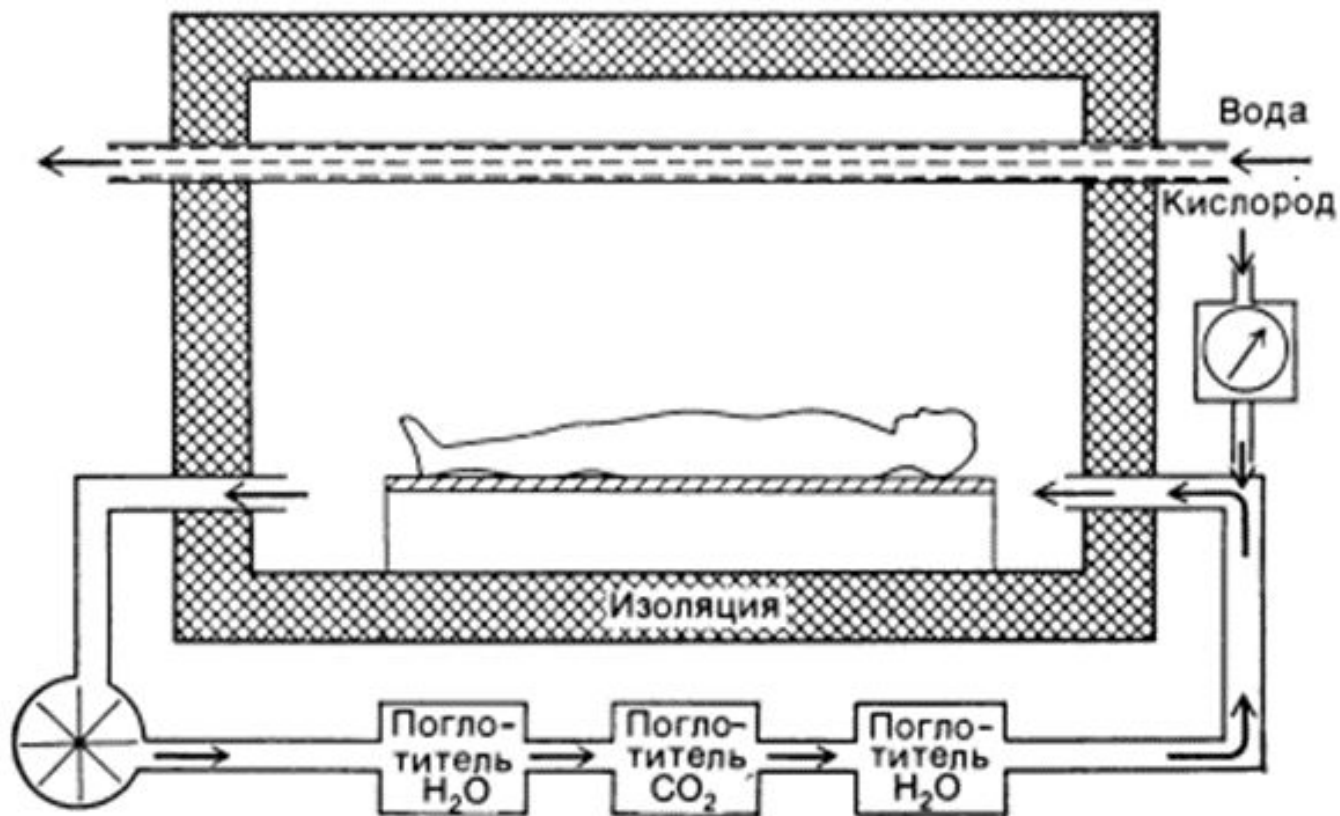


Рис. 18.2. Калориметр для исследований, проводимых на человеке.

Суммарная выделяющаяся энергия состоит из:

1) возникающего тепла (измеряемого по повышению температуры воды, протекающей в змеевике, который идет через камеру).

2) скрытой теплоты парообразования (измеряемой по количеству водяных паров, извлекаемых из окружающей воздуха первым поглотителем H<sub>2</sub>O), и 3) работы, направленной на объекты вне камеры; во избежание накопления в камере CO следует обеспечить ее поглощение.

При этом процессе образуется вода, поэтому требуется второй ее поглотитель. Потребление O<sub>2</sub> измеряется по тому количеству, которое приходится добавлять, чтобы содержание его в камере оставалось постоянным.

# Косвенная калориметрия

Энергетический обмен можно оценивать по количеству потребляемого кислорода или выделяемого углекислого газа. Отношение выделяемого  $\text{CO}_2$  к потребляемому  $\text{O}_2$ , дыхательный коэффициент (ДК), характерен для данного пищевого вещества (табл. 18.1).

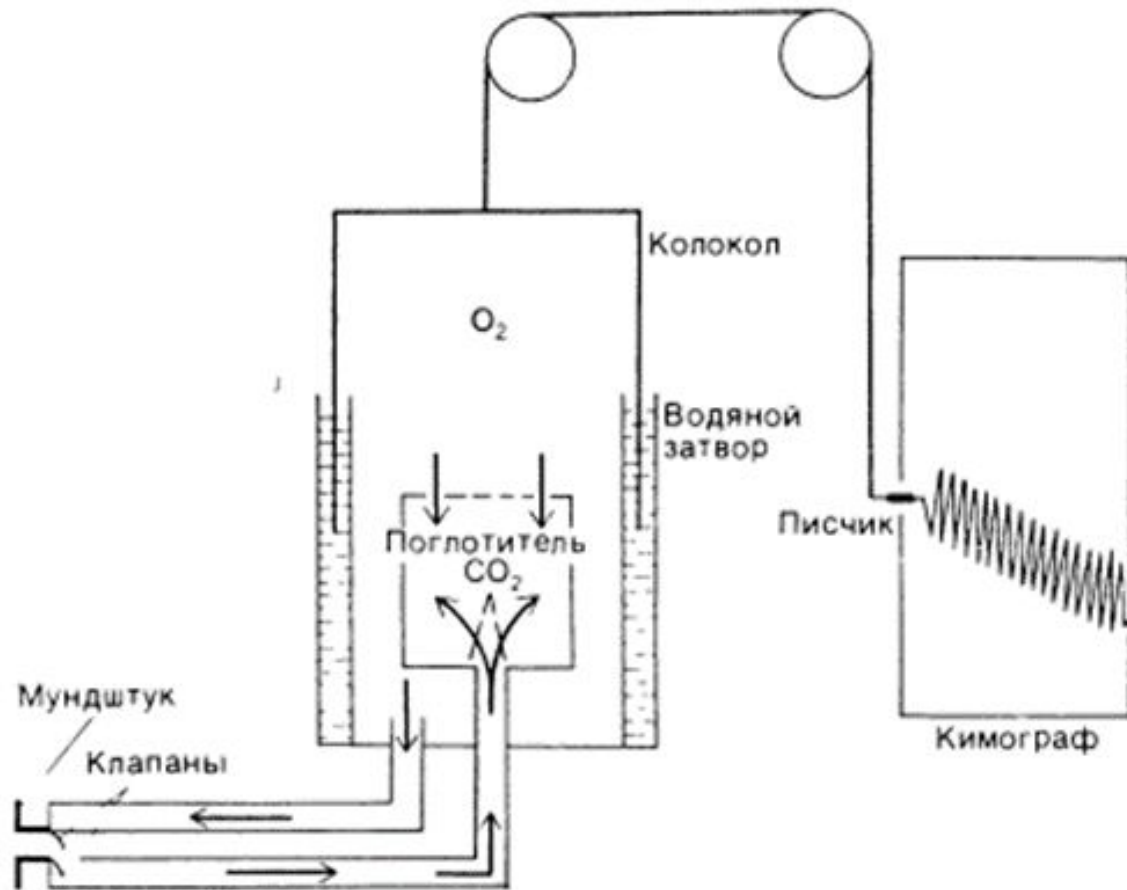


Рис. 18.3. Спирометр, приспособленный для измерения количества поглощаемого  $\text{O}_2$ . В рот испытуемого вставлен мундштук; внешний газообмен исключается применением носового зажима. Во избежание сильного увеличения эффективного мертвого пространства для вдыхаемого и выдыхаемого газов применяются отдельные трубки с клапанами, исключающие смешивание; поглотитель  $\text{CO}_2$  исключает накопление выдыхаемого  $\text{CO}_2$  в замкнутой системе.

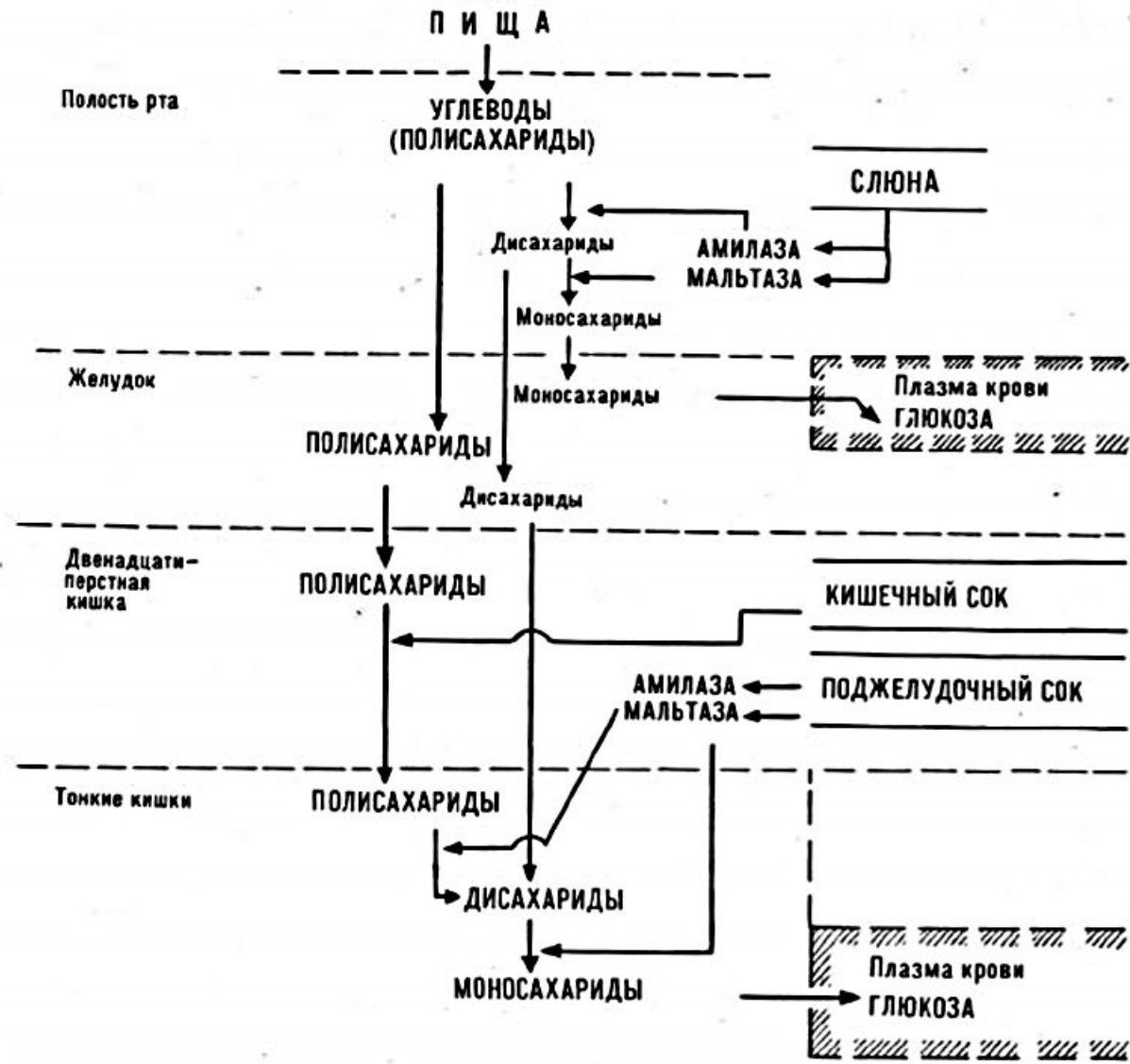
Объем  $\text{O}_2$  остающегося в спирометре, регистрируется писчиком на бумаге, укрепленной на кимографе.



# ОСНОВНОЙ ОБМЕН

Относительно постоянный уровень энергетических затрат в условиях физического и эмоционального покоя называют основным обменом.

Основной обмен человека определенного роста и веса можно предсказать с точностью до 5-10%. Более значительные отклонения от предсказанных величин часто свидетельствуют о нарушениях обмена, обычно связанных с нарушением гормонального равновесия.



**Рис. 125.**

Последовательность расщепления углеводов в разных участках пищеварительного тракта



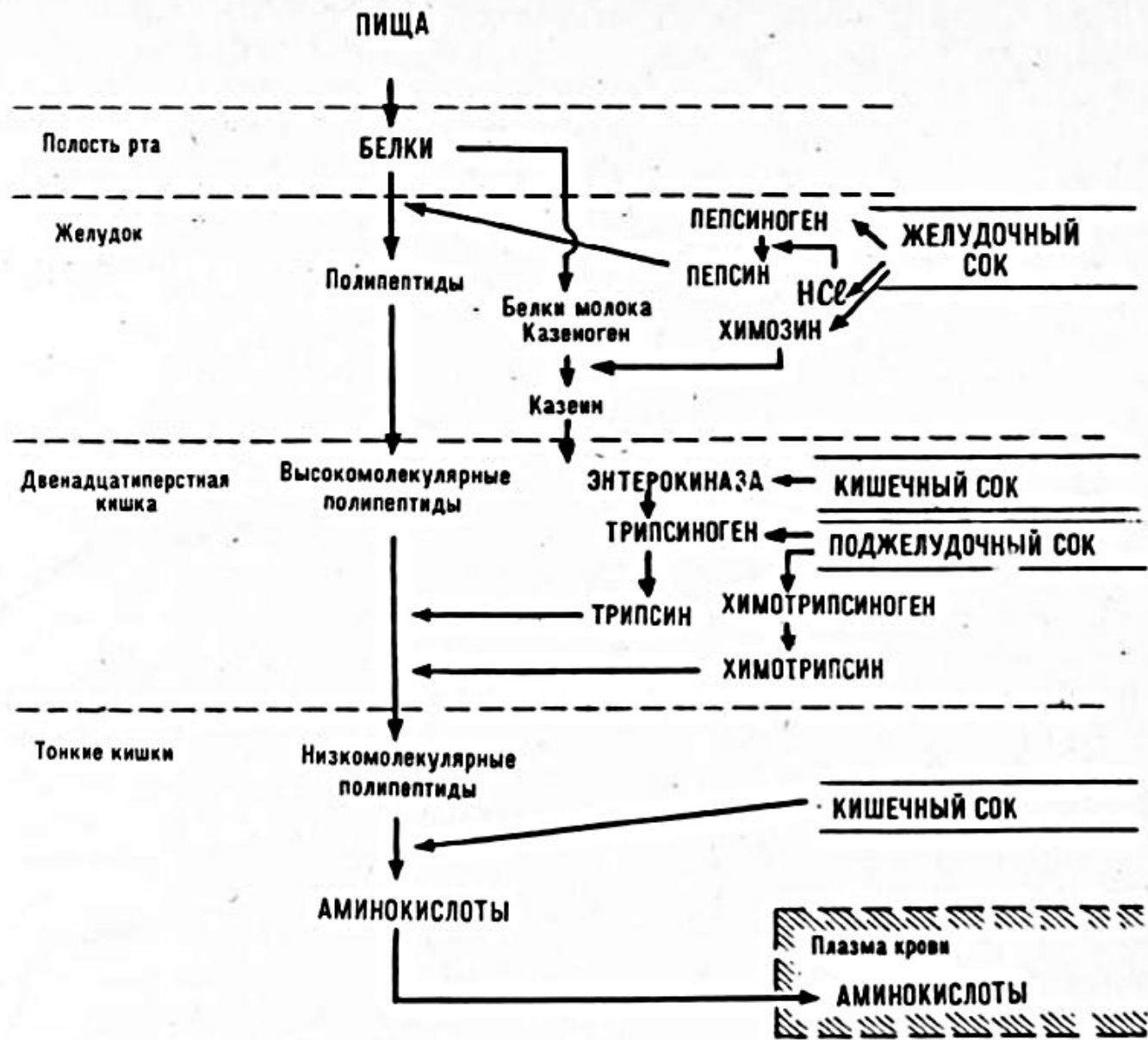
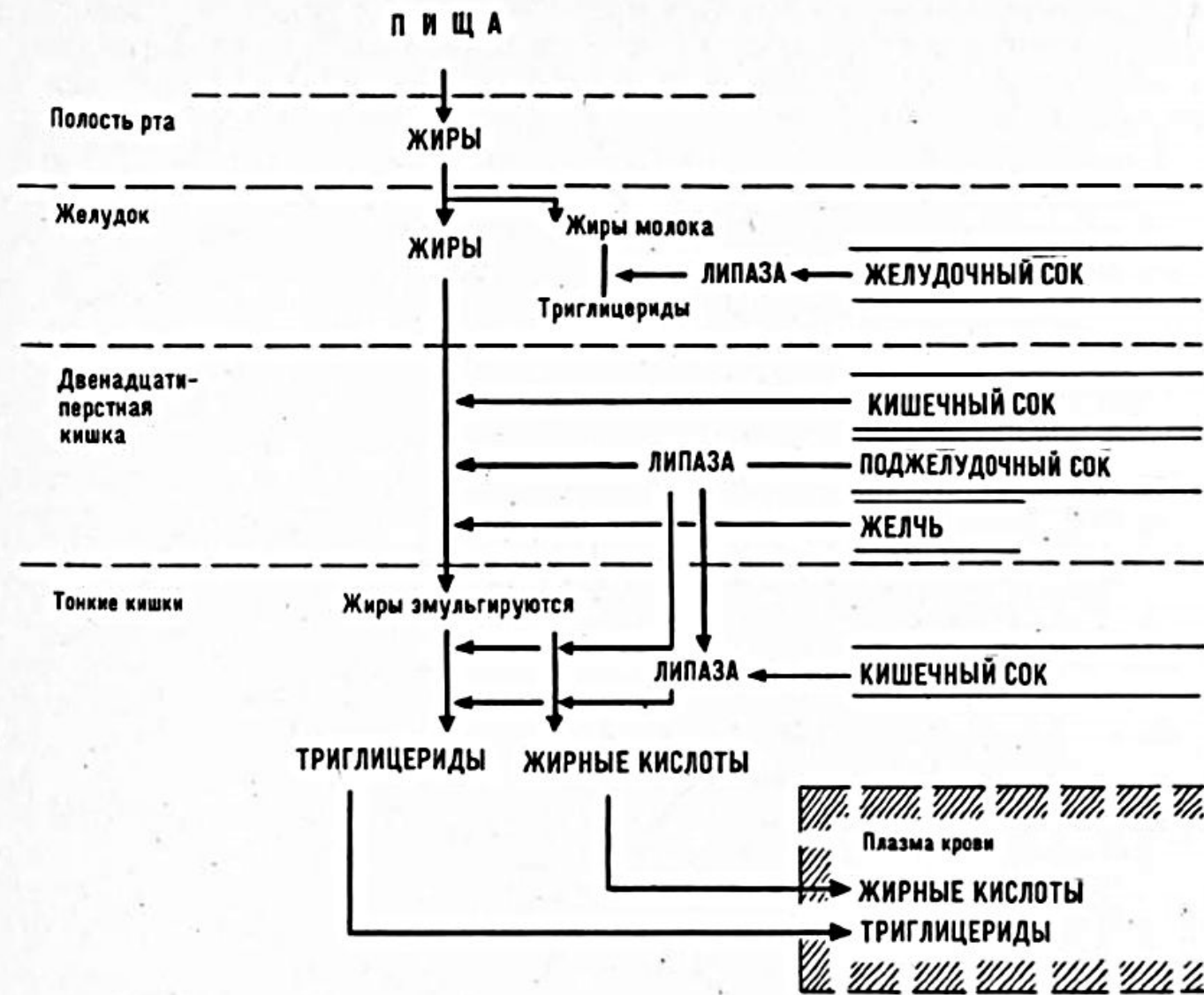


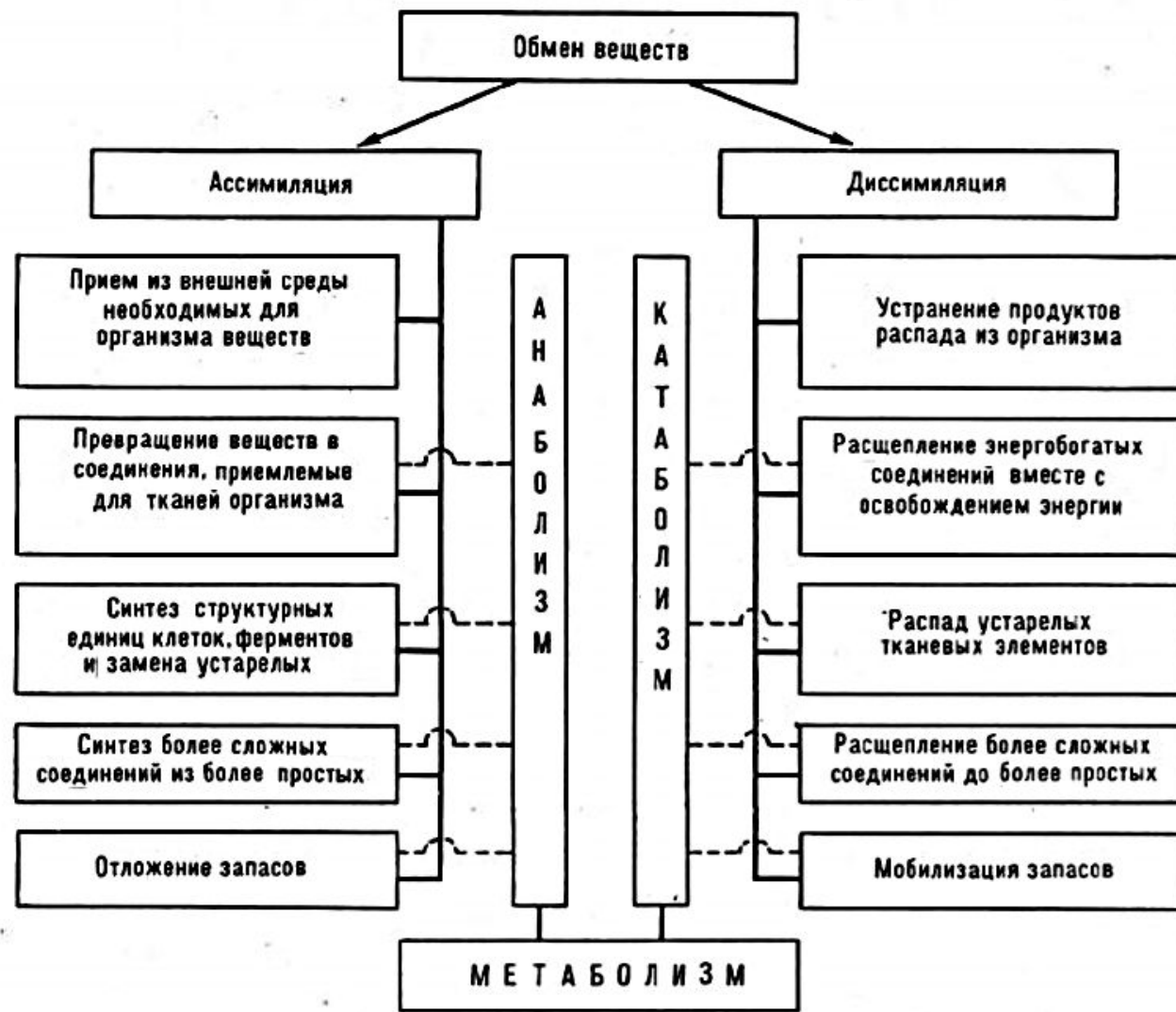
Рис. 126.

Последовательность расщепления белков в разных участках пищеварительного тракта



**Рис. 127.**

Последовательность расщепления жиров в разных участках пищеварительного тракта



**Рис. 129.**

Общая схема обмена веществ

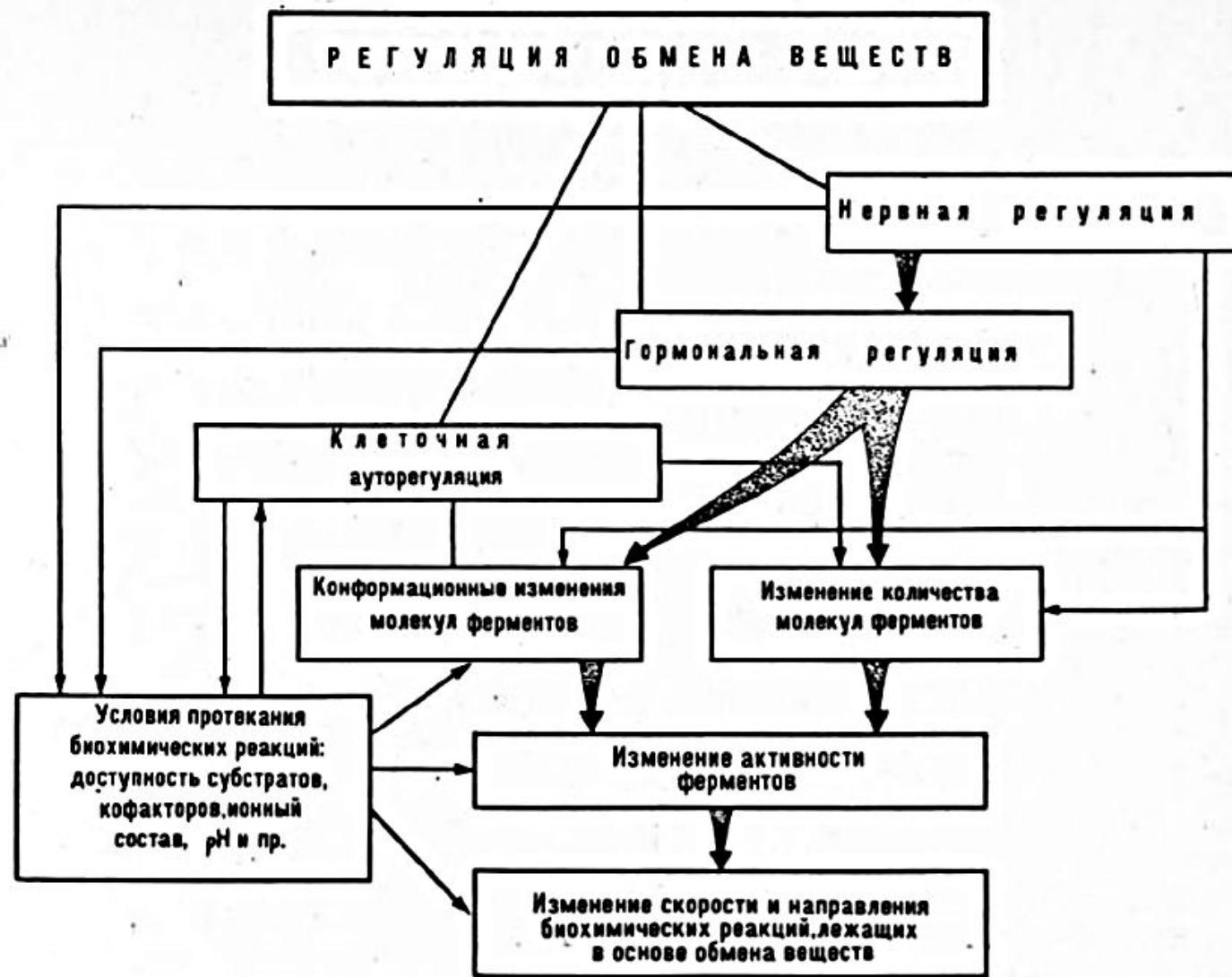
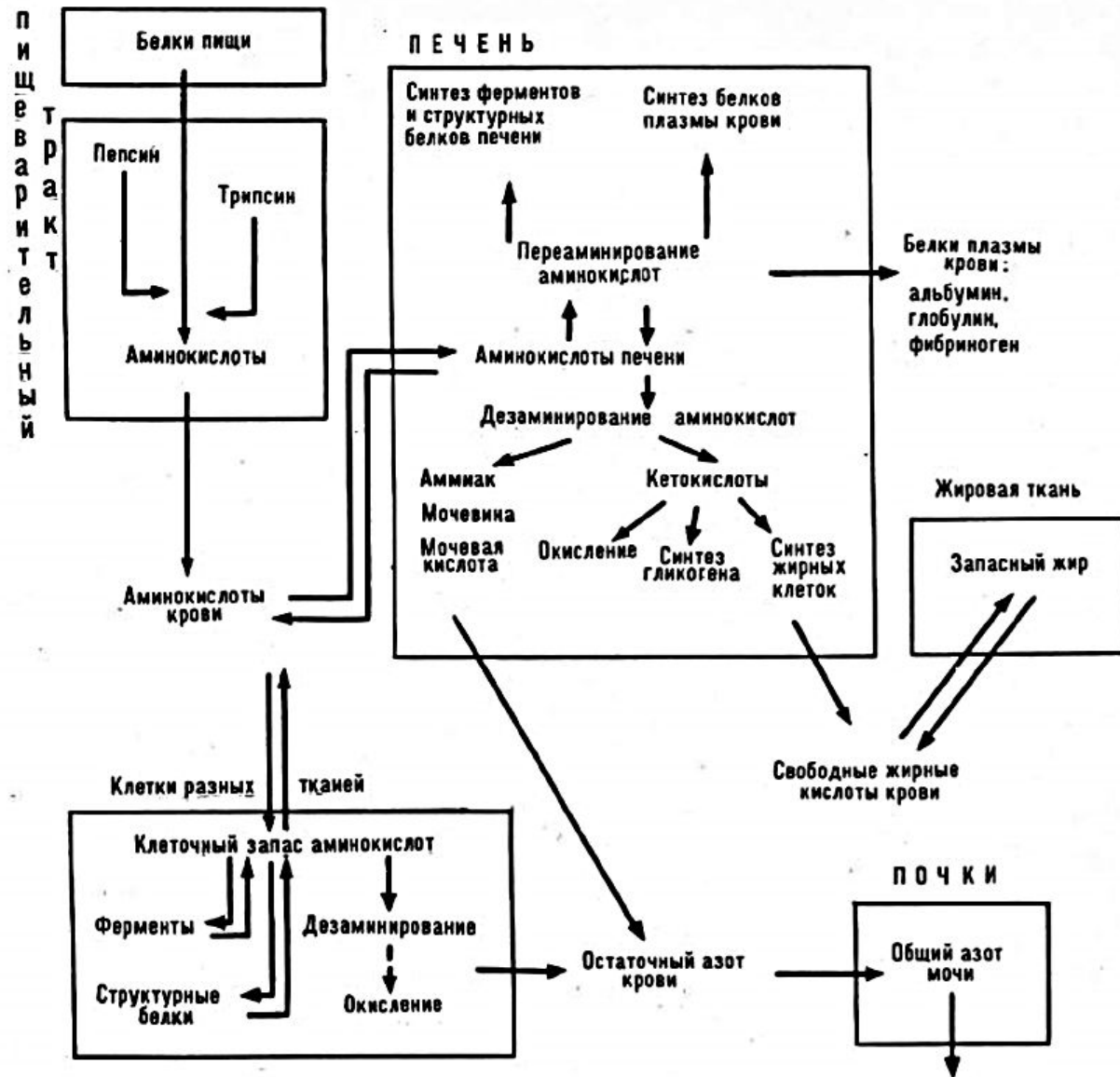


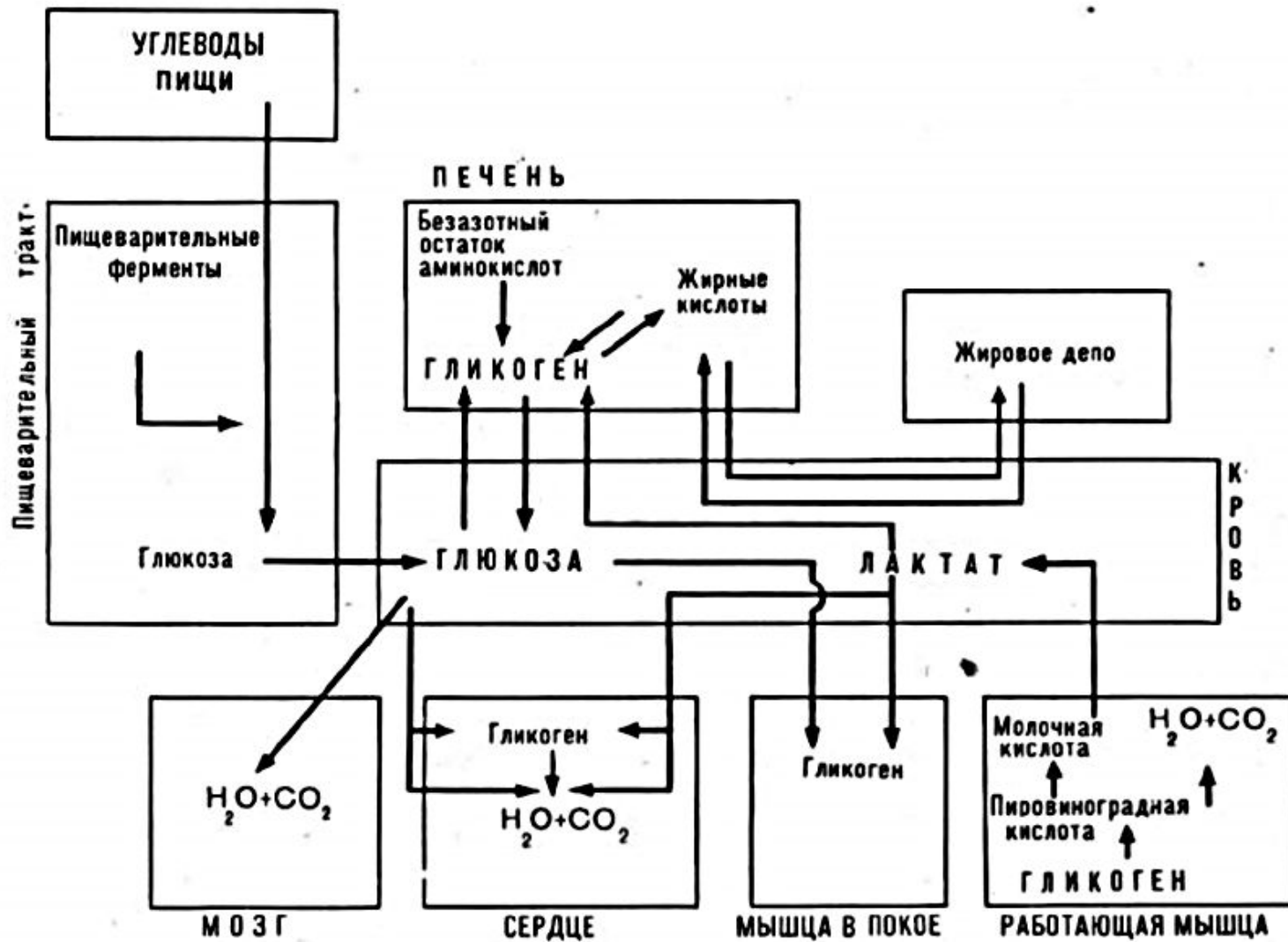
Рис. 130.

Схема регуляции обмена веществ



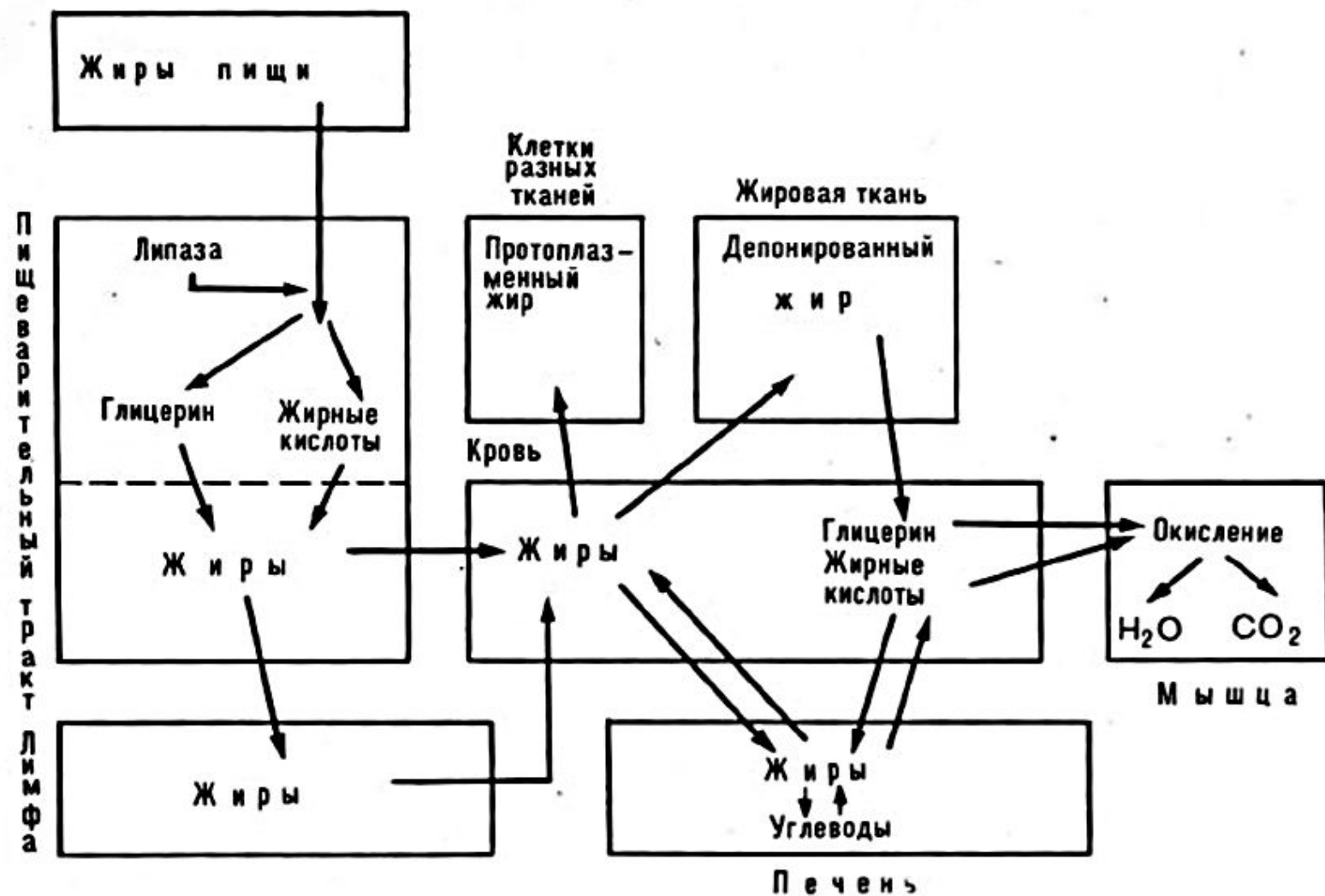
**Рис. 131.**  
Кругооборот белков в организме





**Рис. 134.**  
Кругооборот углеводов в организме





**Рис. 136.**  
Кругооборот жиров в организме

## 17.6. ОБМЕН ВОДЫ И МИНЕРАЛЬНЫХ ВЕЩЕСТВ

**Роль и кругооборот воды в организме.** Количество воды в организме составляет две трети общей массы тела. Она находится как составная часть во всех тканях и клетках. Подавляющее большинство биохимических реакций в организме протекает при непосредственном участии воды. Она делает возможным транспорт многих необходимых субстратов и продуктов распада в организме. Вода, входящая в состав пота, позволяет удалять из организма излишнее количество тепла.

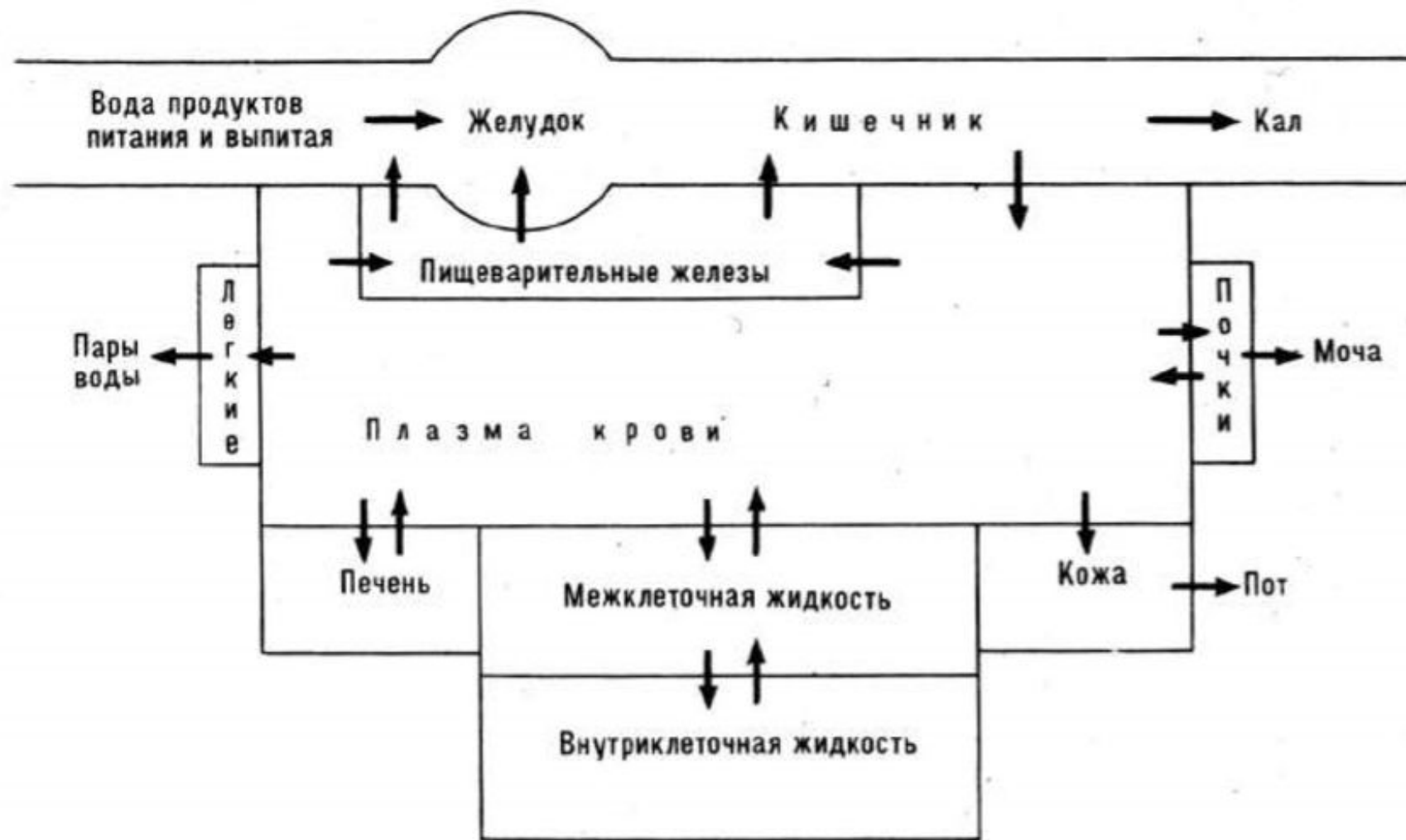
Вода в организме распределяется между внутриклеточным и внеклеточным пространствами (рис. 137). Внутриклеточное пространство составляет объем воды, находящейся внутри всех клеток тела. Оно составляет 70% от общего количества воды в организме.

Внеклеточное пространство состоит из двух частей: *внутрисосудистого* и *межклеточного*. Плазма крови, наполняющая внутрисосудистое пространство, составляет 25% от всей внеклеточной жидкости.

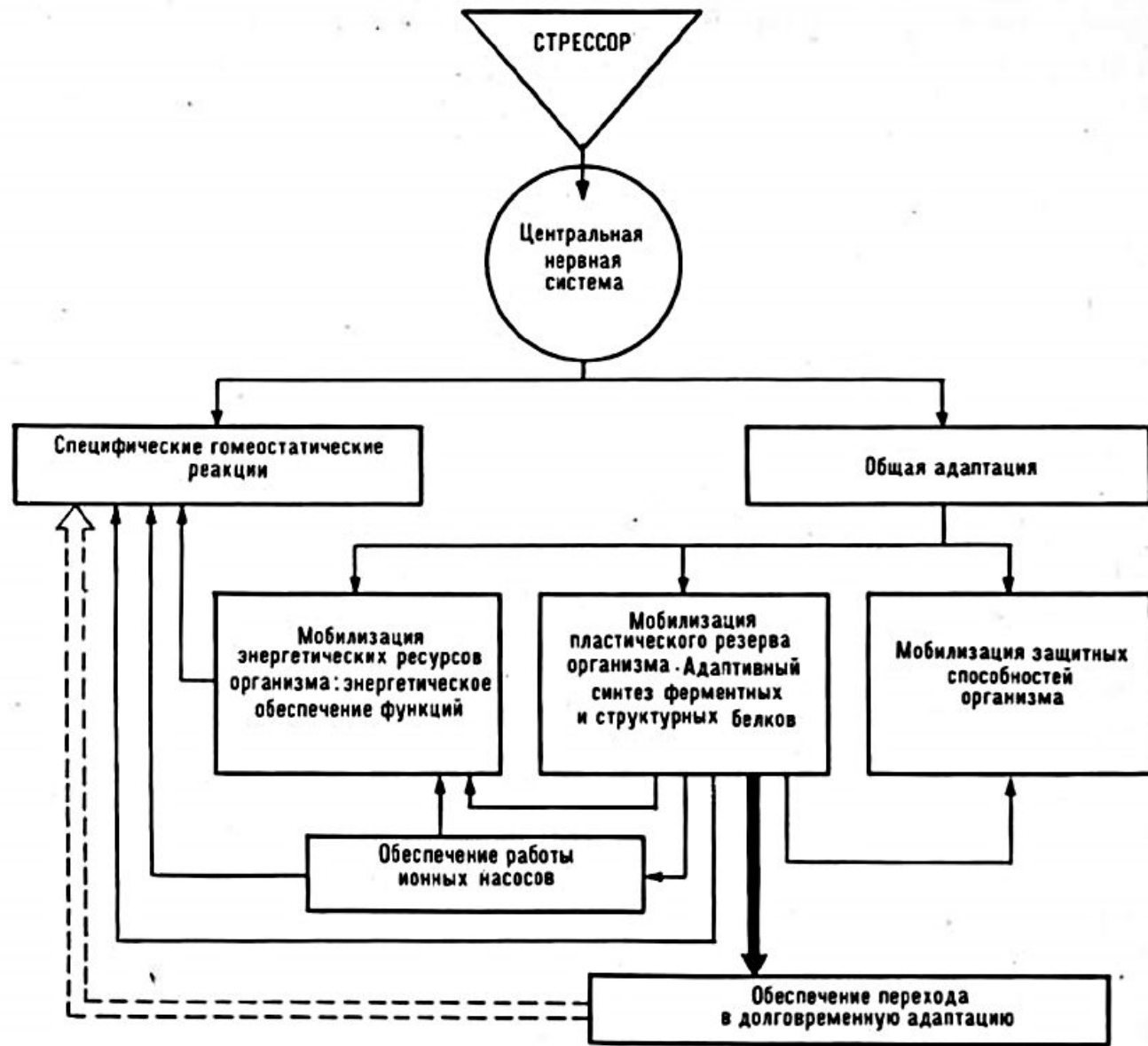
Недостаточное снабжение организма водой приводит к опасным нарушениям обменных процессов. Потеря веса тела на 20% при лишении воды влечет за собой смерть. Необходимое количество воды поступает в организм в составе жидких продуктов пищи (в среднем 0,7—0,8 л в сутки), в составе других продуктов пищи (0,6—0,7 л), за счет выпитой воды (0,8—0,9 л) и воды, об-



Рис. 137.  
Распределение воды в теле



**Рис. 138.**  
Кругооборот воды в теле



**Рис. 147.**  
Схема механизма общей адаптации