

# Физиология в рисунках и схемах

## *Модуль 4*

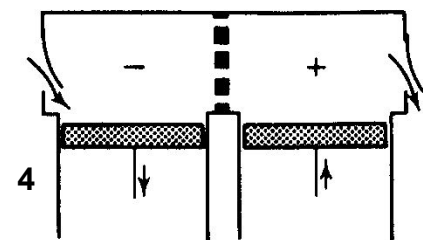
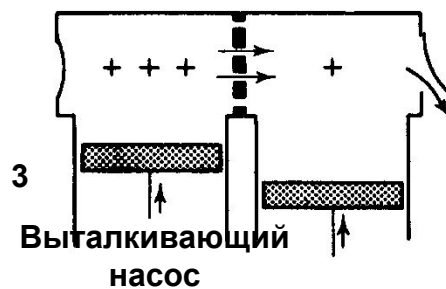
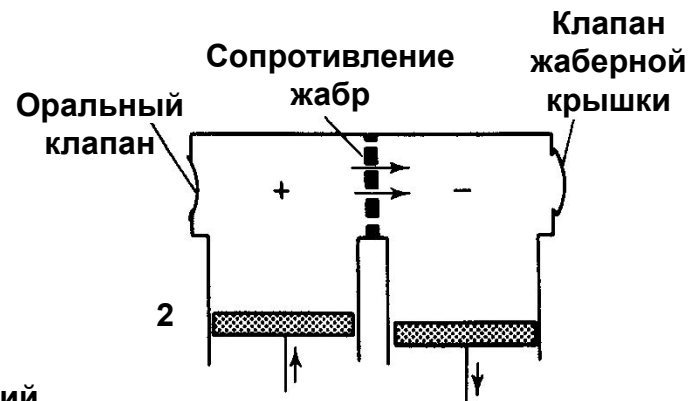
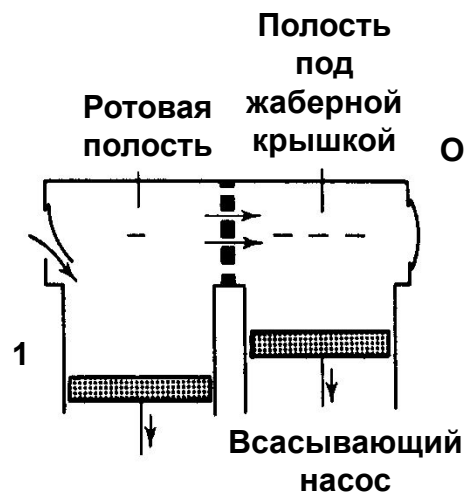
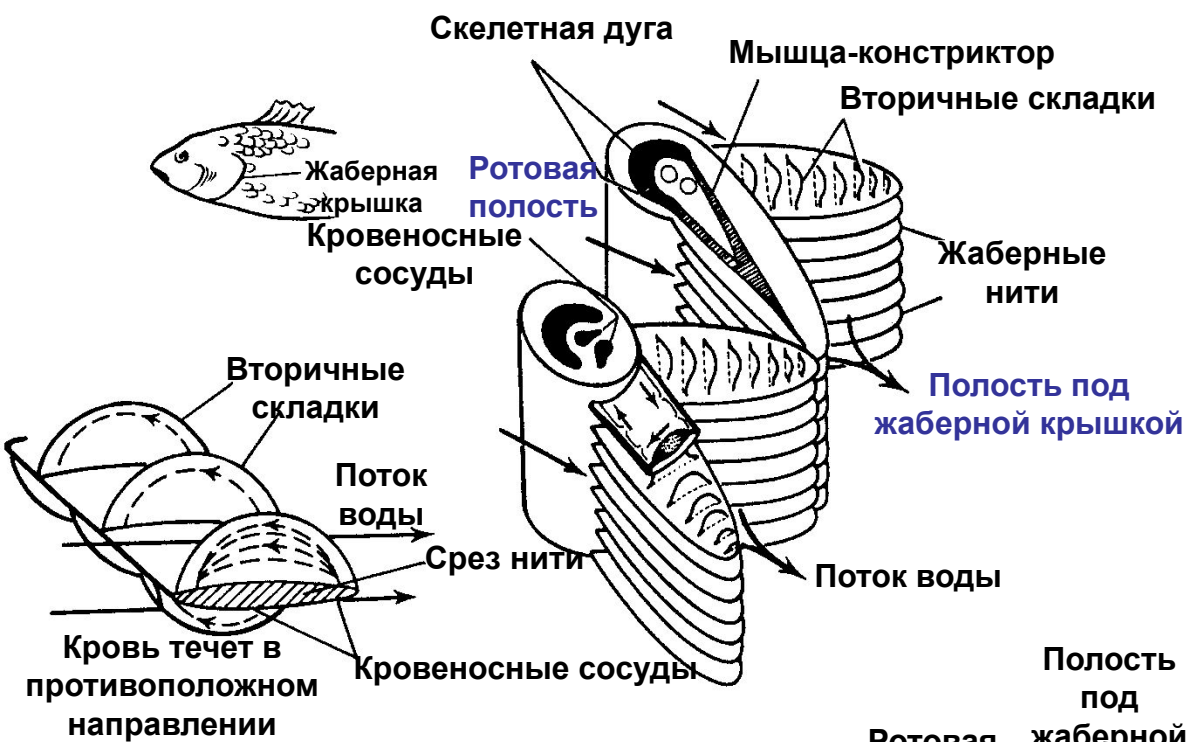
### Физиология дыхания

|                   | <b>Вес</b>      | <b>Потребление кислорода мл/кг·час</b> |
|-------------------|-----------------|----------------------------------------|
| <b>Инфузория</b>  | <b>0,001 мг</b> | <b>500</b>                             |
| <b>Мидия</b>      | <b>25 г</b>     | <b>22</b>                              |
| <b>Речной рак</b> | <b>32 г</b>     | <b>47</b>                              |
| <b>Бабочка</b>    | <b>0,3 г</b>    | <b>600 (покой)</b>                     |
|                   |                 | <b>100 000 (полет)</b>                 |
| <b>Карп</b>       | <b>200 г</b>    | <b>100</b>                             |
| <b>Щука</b>       | <b>200 г</b>    | <b>350</b>                             |
| <b>Мышь</b>       | <b>20 г</b>     | <b>2 500 (покой)</b>                   |
|                   |                 | <b>20 000 (бег)</b>                    |
| <b>Человек</b>    | <b>70 кг</b>    | <b>200 (покой)</b>                     |
|                   |                 | <b>4 000 (максимальная нагрузка)</b>   |

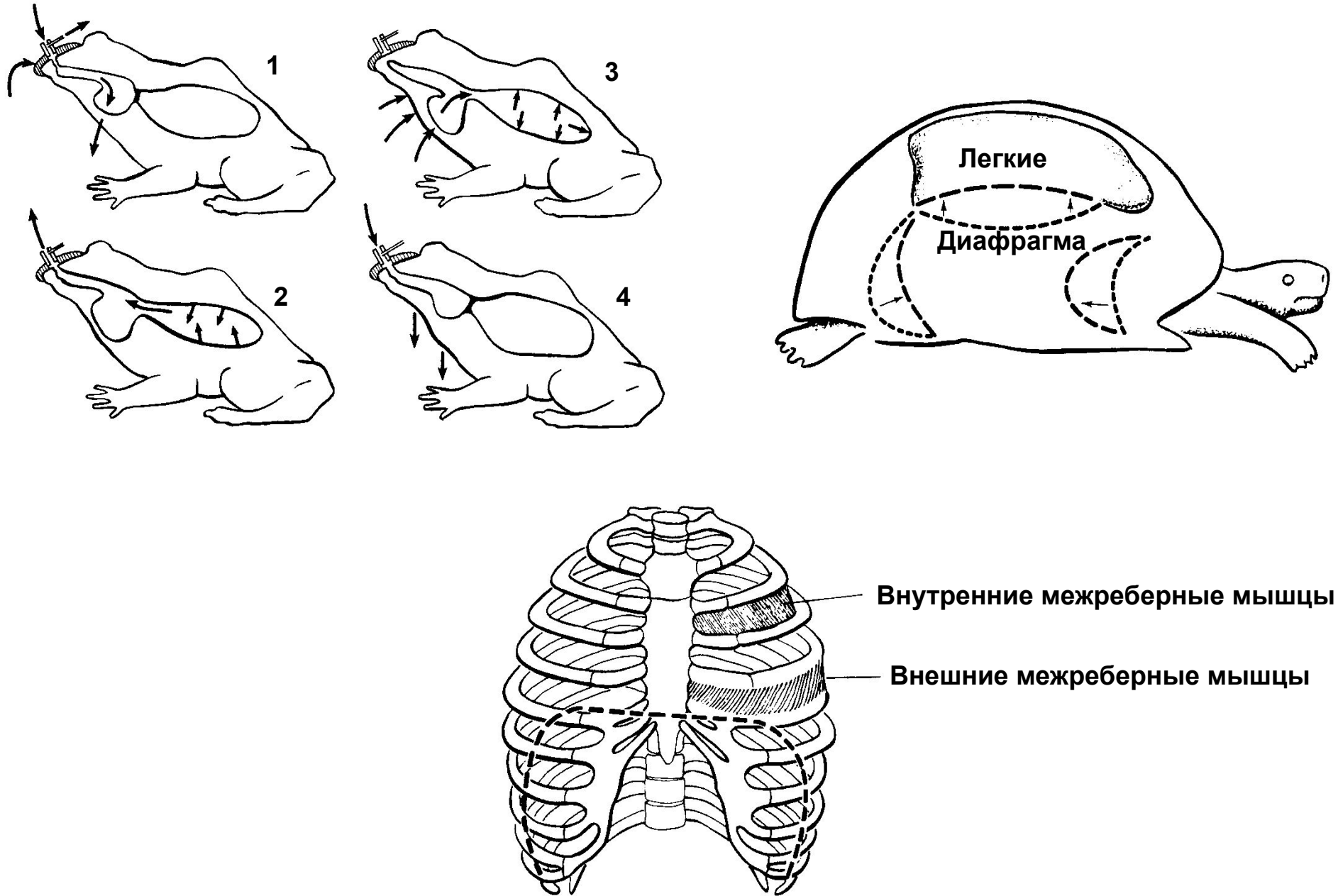
**Потребление кислорода различными животными в состоянии покоя и в активном состоянии**

|                                                         | <b>Дыхание в воде (рыбы)</b>                      | <b>Дыхание на воздухе<br/>(млекопитающие)</b>                                             |
|---------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Вязкость среды</b>                                   | <b>Вода в 100 раз более вязкая, чем воздух</b>    |                                                                                           |
| <b>Плотность среды</b>                                  | <b>Вода в 1000 раз более плотная, чем воздух</b>  |                                                                                           |
| <b>Относительное<br/>содержание O<sub>2</sub></b>       | <b>Низкое</b>                                     | <b>Высокое</b>                                                                            |
| <b>Содержание O<sub>2</sub> во<br/>вдыхаемой среде</b>  | <b>0-10 мл/л</b>                                  | <b>100-130 мл/л; ниже, чем в<br/>атмосферном воздухе из-<br/>за мертвого пространства</b> |
| <b>Содержание CO<sub>2</sub> в<br/>выдыхаемой среде</b> | <b>Низкое (0-13 мл/л)</b>                         | <b>Более 100 мл/л</b>                                                                     |
| <b>Дыхание через:</b>                                   | <b>Жабры: обмен через<br/>вторичные пластинки</b> | <b>Легкие: обмен через<br/>альвеолы</b>                                                   |
| <b>Вентиляция</b>                                       | <b>Непрерывная</b>                                | <b>Во время вдоха</b>                                                                     |
| <b>Утилизация O<sub>2</sub>, %</b>                      | <b>До 80</b>                                      | <b>25</b>                                                                                 |
| <b>Потребление кислорода<br/>дыхательным насосом, %</b> | <b>20</b>                                         | <b>1-2</b>                                                                                |

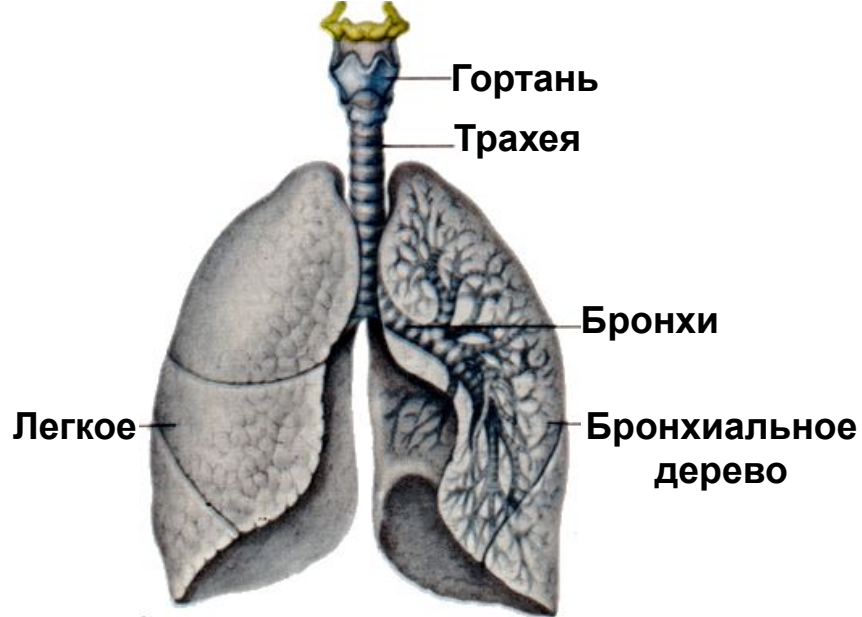
**Сравнение дыхания в водной и воздушной среде**



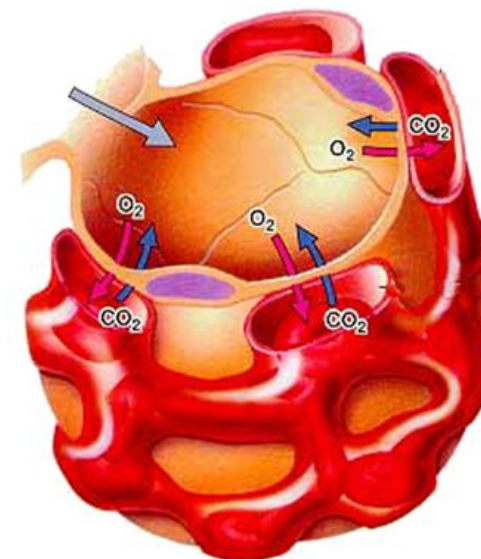
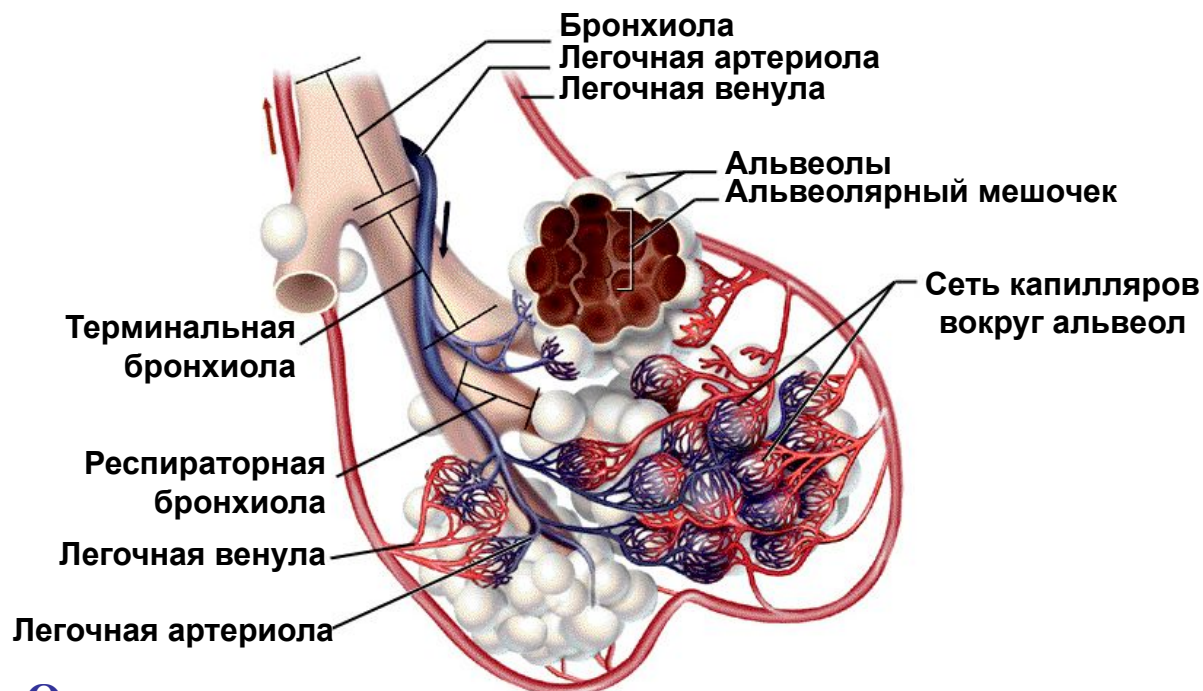
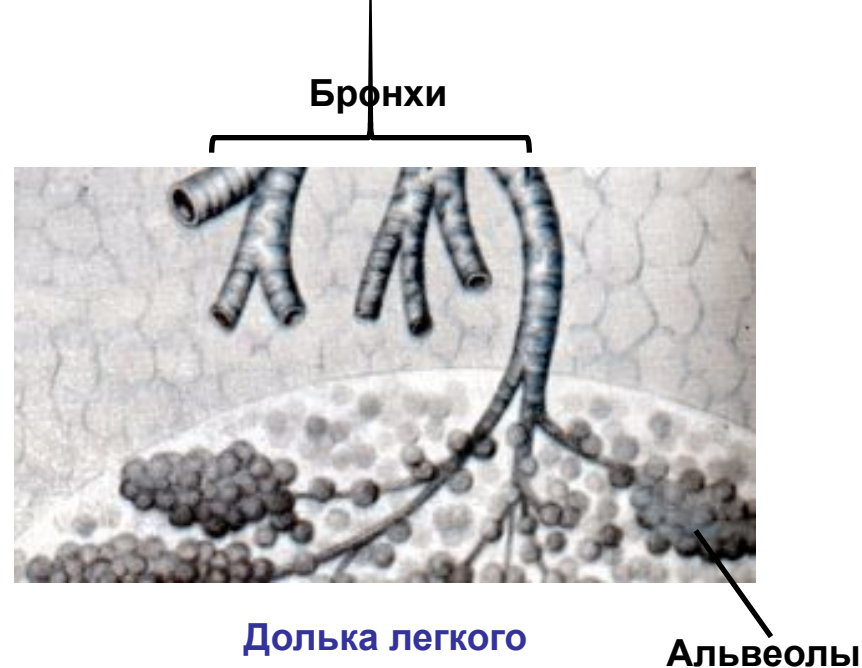
## Строение и функционирование жаберного аппарата



**Эволюция системы внешнего дыхания**

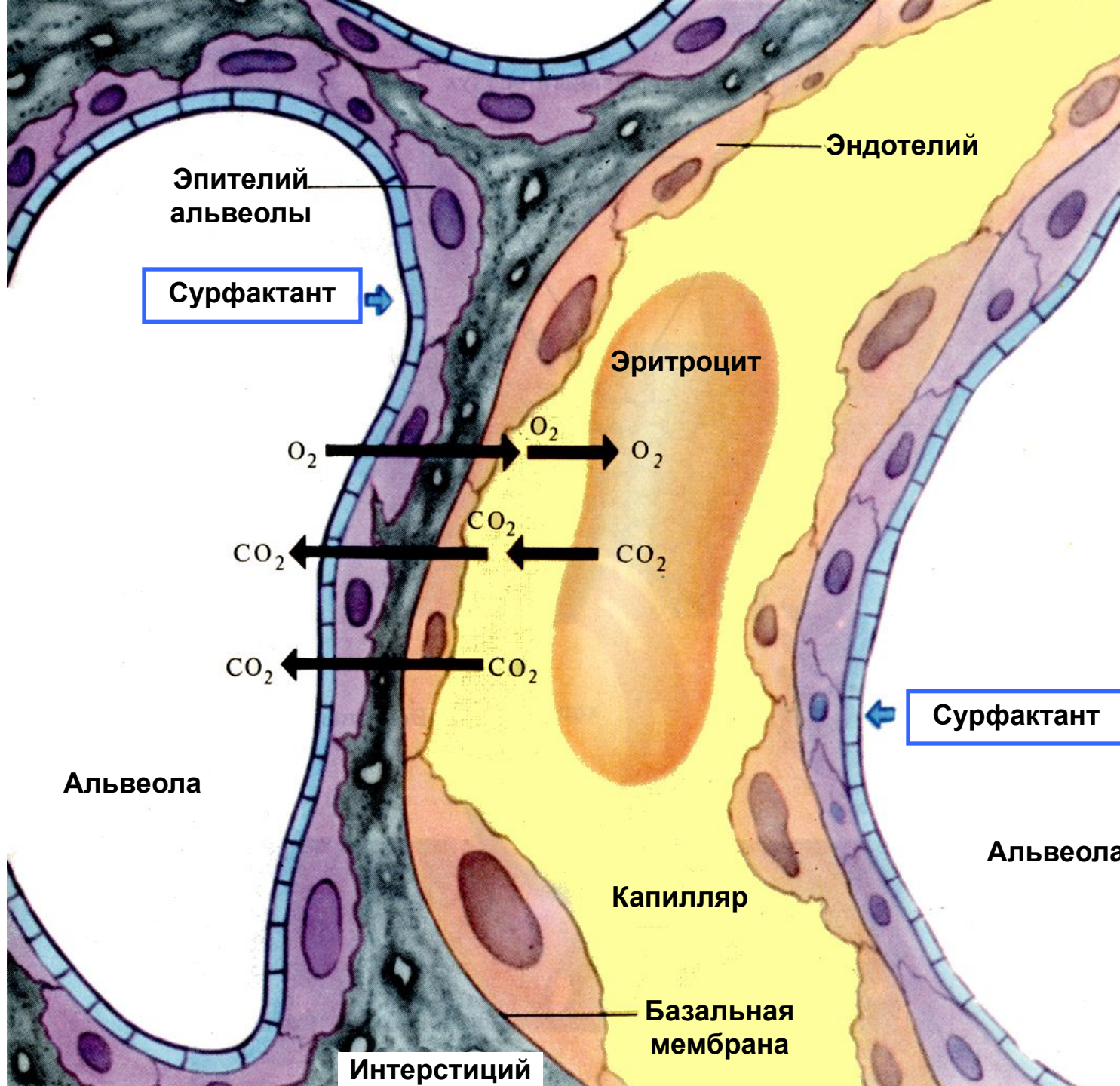


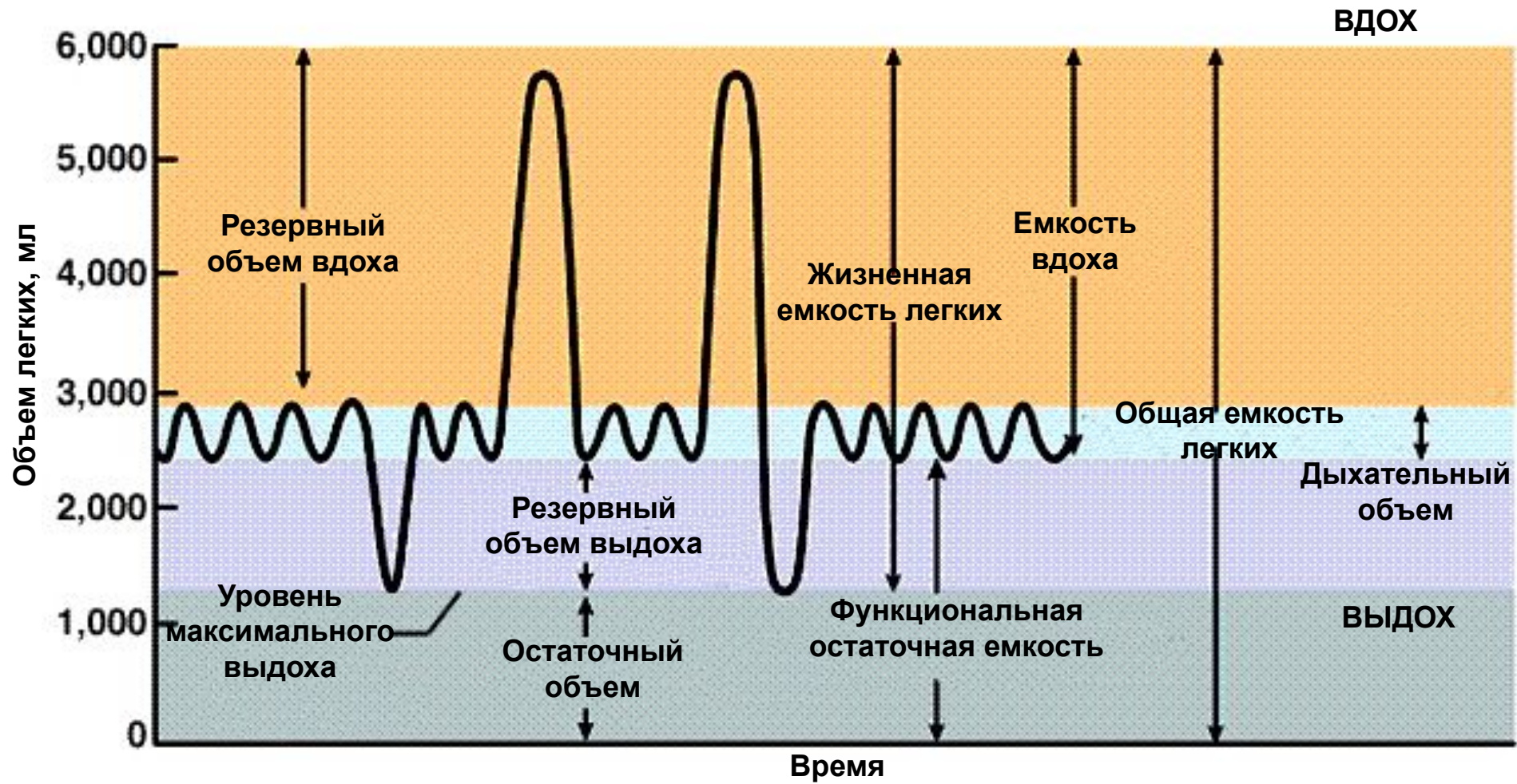
Воздухоносные пути и респираторные отделы



Основные структурные элементы аппарата внешнего дыхания у млекопитающих

# Строение аэрогематического барьера

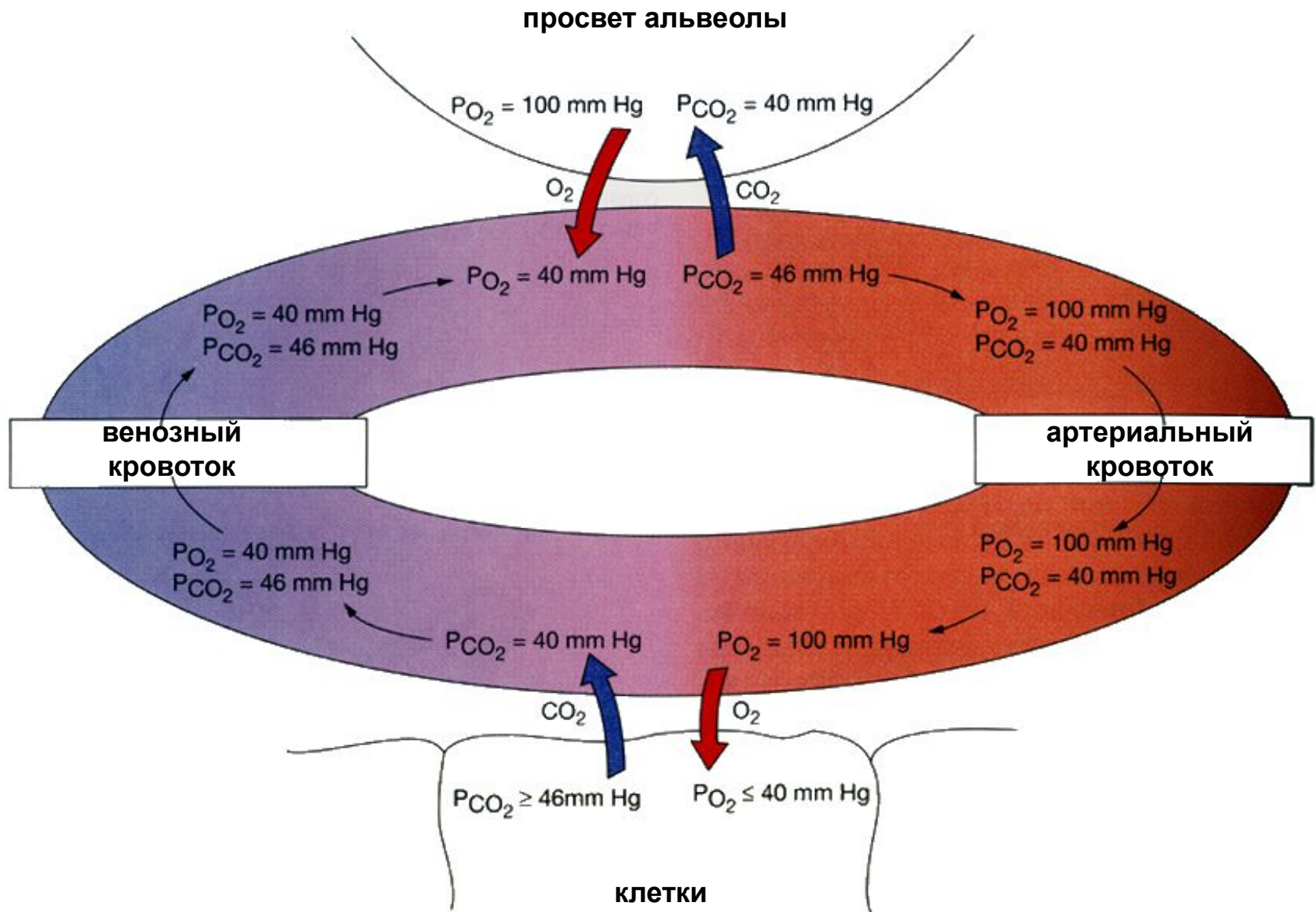




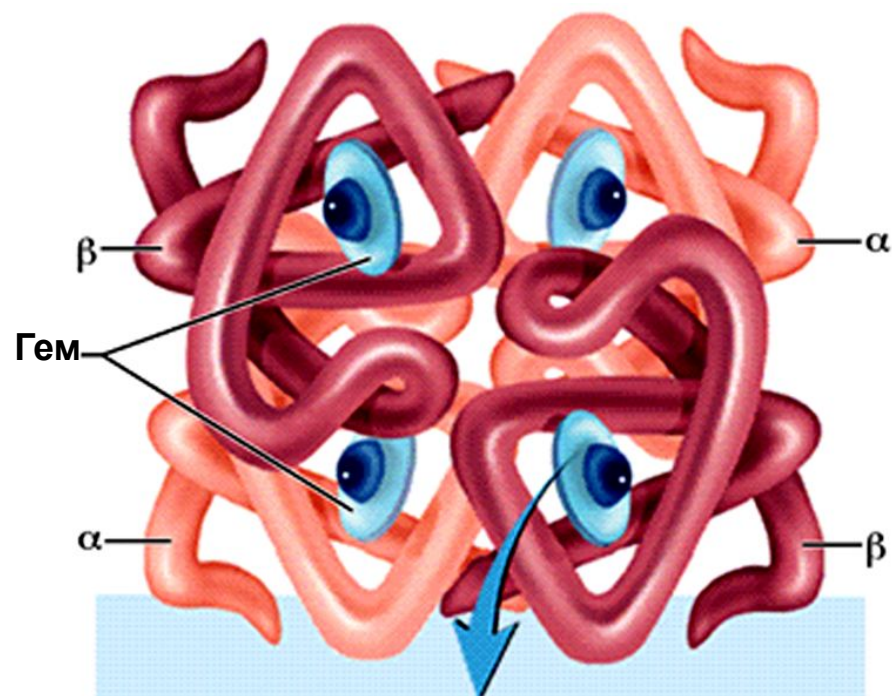
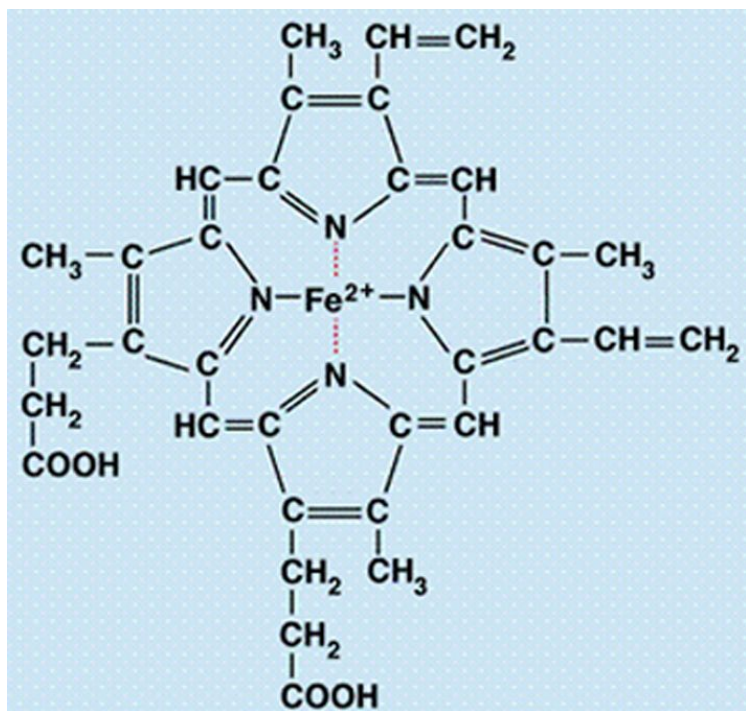
Дыхательные объемы и емкости

|                            | $P_{O_2}$     | $P_{CO_2}$    | $P_{N_2}$  | $P_{H_2O}$ | $\Sigma P$ |
|----------------------------|---------------|---------------|------------|------------|------------|
| <b>Атмосфера</b>           | <b>159</b>    | <b>0</b>      | <b>601</b> | <b>0</b>   | <b>760</b> |
| <b>Вдыхаемый воздух</b>    | <b>149</b>    | <b>0</b>      | <b>564</b> | <b>47</b>  | <b>760</b> |
| <b>Выдыхаемый воздух</b>   | <b>116</b>    | <b>28</b>     | <b>569</b> | <b>47</b>  | <b>760</b> |
| <b>Альвеолярный воздух</b> | <b>100</b>    | <b>40</b>     | <b>573</b> | <b>47</b>  | <b>760</b> |
| <b>Артериальная кровь</b>  | <b>95</b>     | <b>40</b>     | <b>573</b> | <b>47</b>  | <b>760</b> |
| <b>Венозная кровь</b>      | <b>40</b>     | <b>46</b>     | <b>573</b> | <b>47</b>  | <b>760</b> |
| <b>Ткани</b>               | <b>&lt;30</b> | <b>&gt;50</b> | <b>573</b> | <b>47</b>  | <b>760</b> |

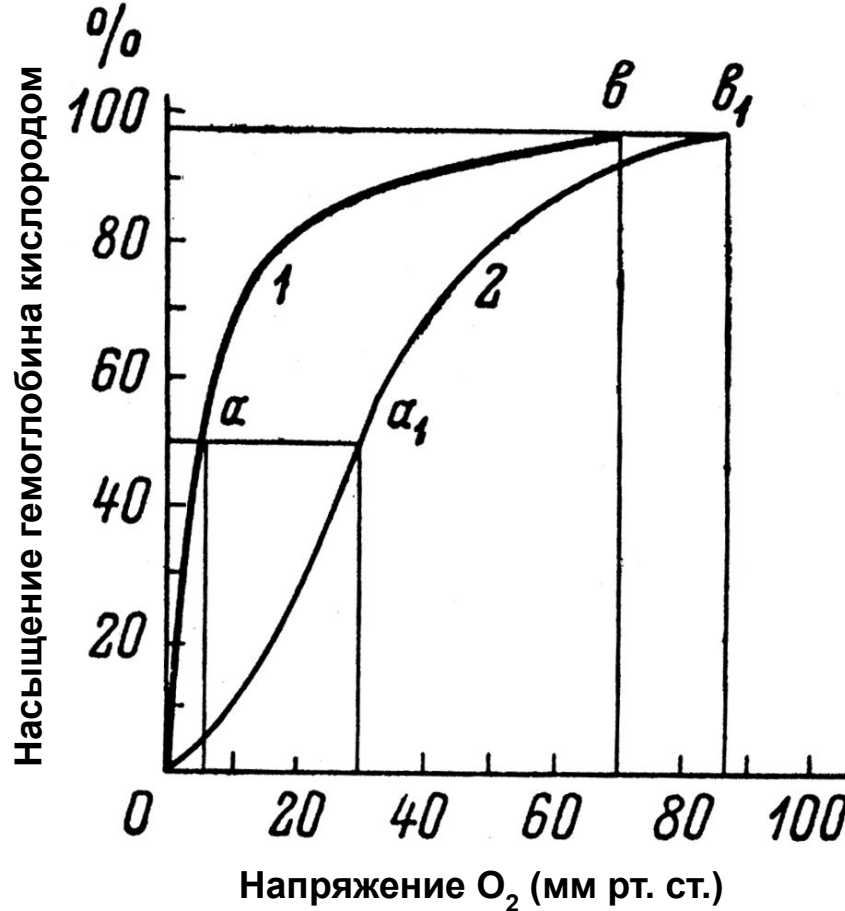
**Парциальные давления респираторных газов (мм рт. ст.)**



Обмен газов между альвеолами и клетками

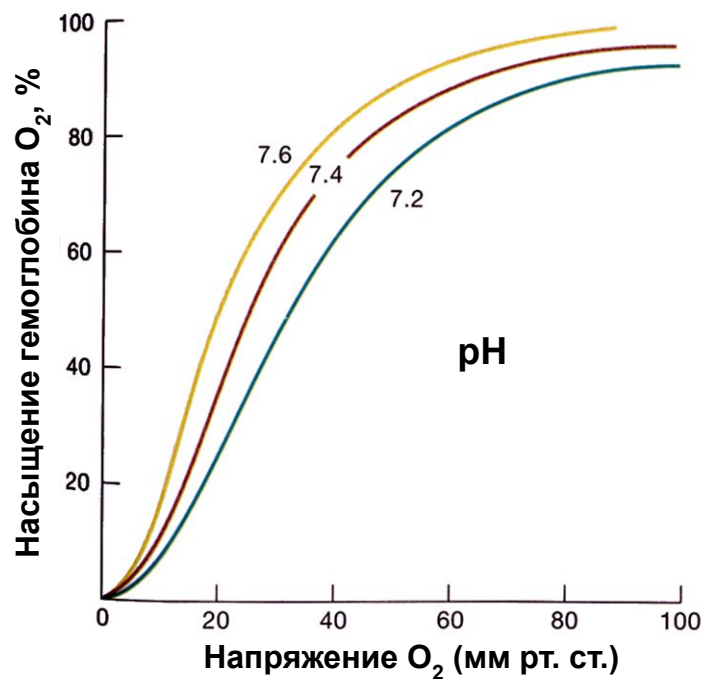
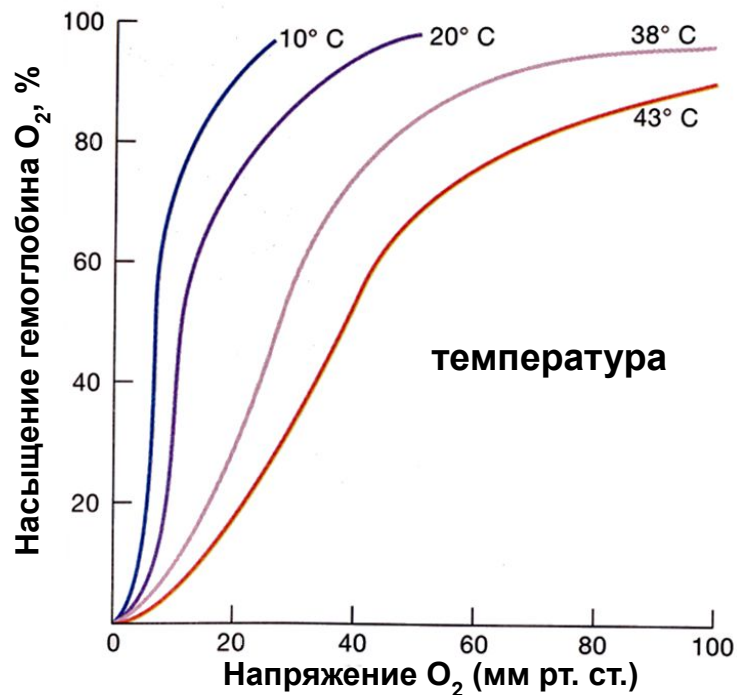
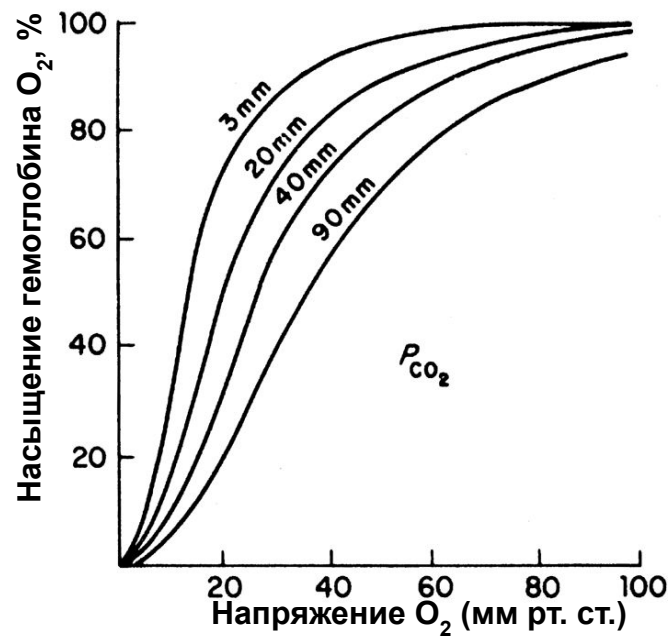
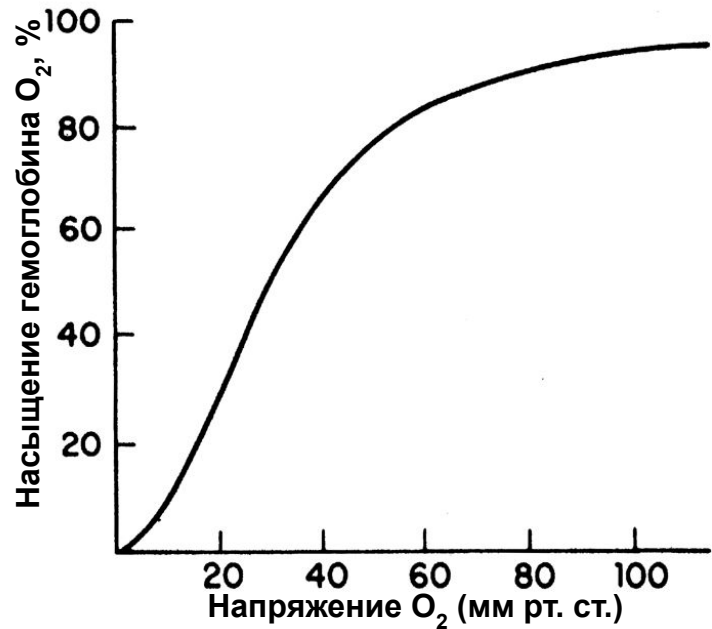


## Строение гемоглобина

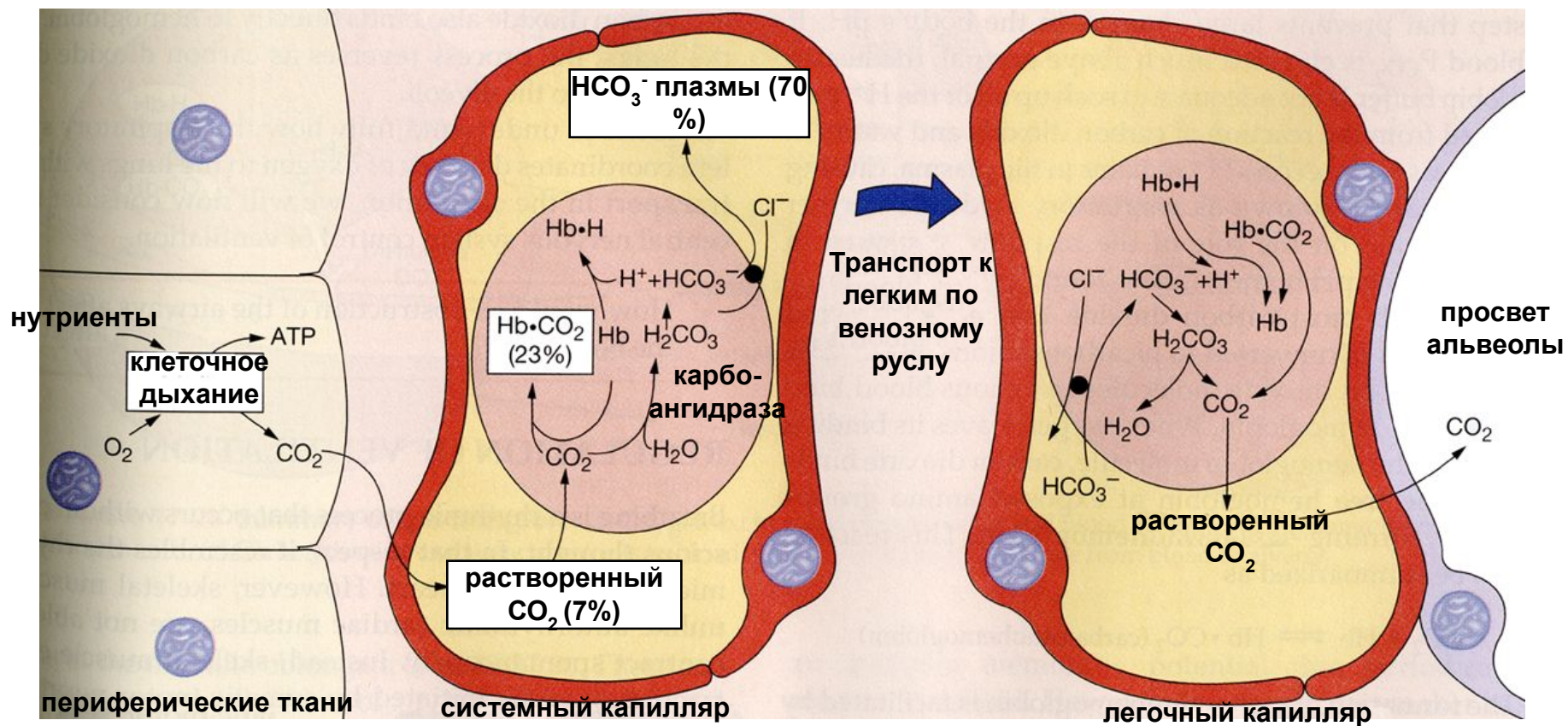


### Кривая диссоциации оксигемоглобина крови человека

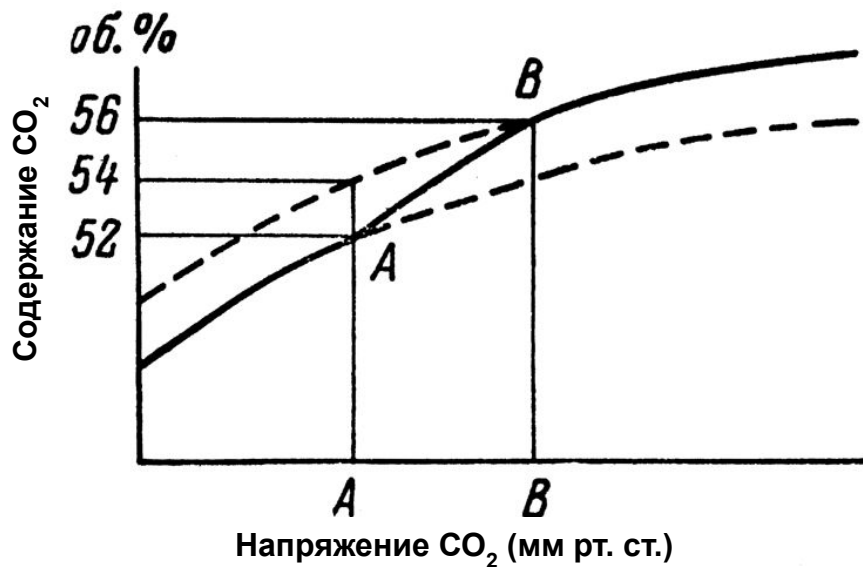
$\alpha$  и  $\alpha_1$  – «напряжение разрядки» (P50) соответственно для кривой диссоциации типа прямоугольной гиперболы (1) и кривой оксигемоглобина в крови (2);  $v$  и  $v_1$  – «напряжение зарядки» для обоих случаев



**Влияние физических факторов на связывание кислорода гемоглобином**

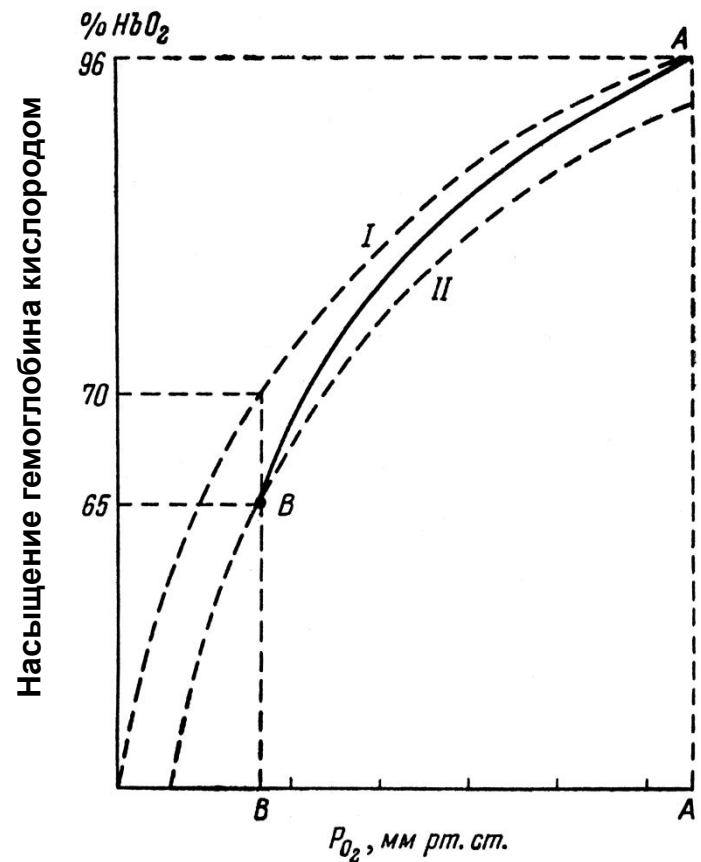


Транспорт углекислого газа



**Физиологическая кривая диссоциации углекислоты**

A, B – содержание  $\text{CO}_2$  соответственно в артериальной и венозной крови

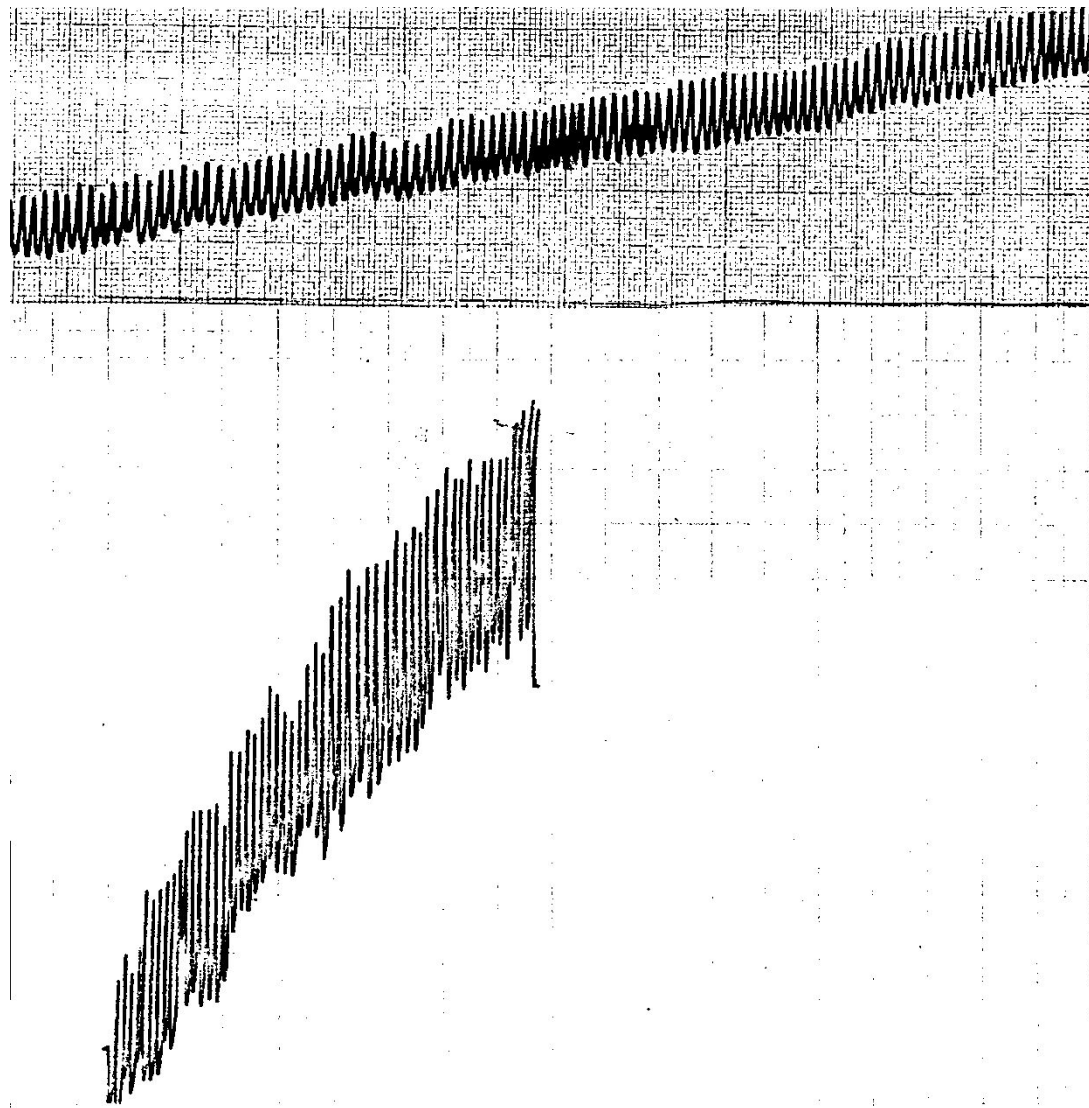


**Физиологическая кривая диссоциации оксигемоглобина**

I – кривая диссоциации оксигемоглобина при напряжении  $\text{CO}_2$  в артериальной крови; II – то же при напряжении  $\text{CO}_2$  в венозной крови; АВ – физиологическая кривая диссоциации оксигемоглобина



**Изменение паттерна дыхательных движений**



Дыхание в замкнутое пространство



Схемы расположения дыхательных нейронов в продолговатом мозге

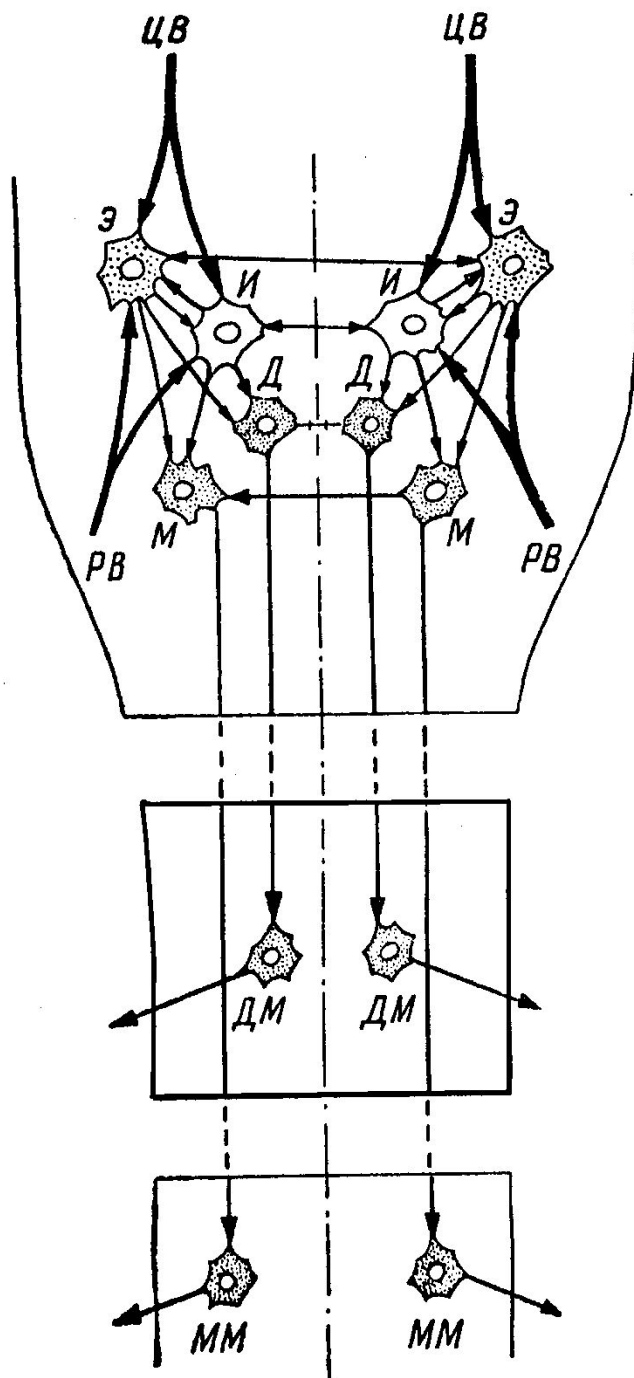
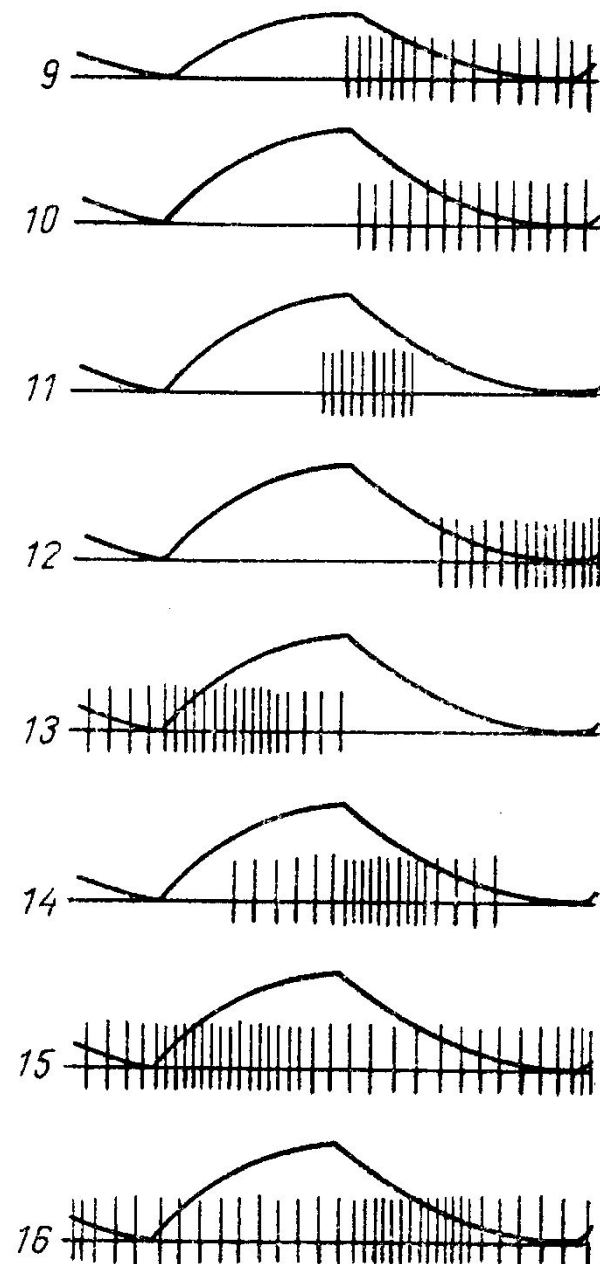
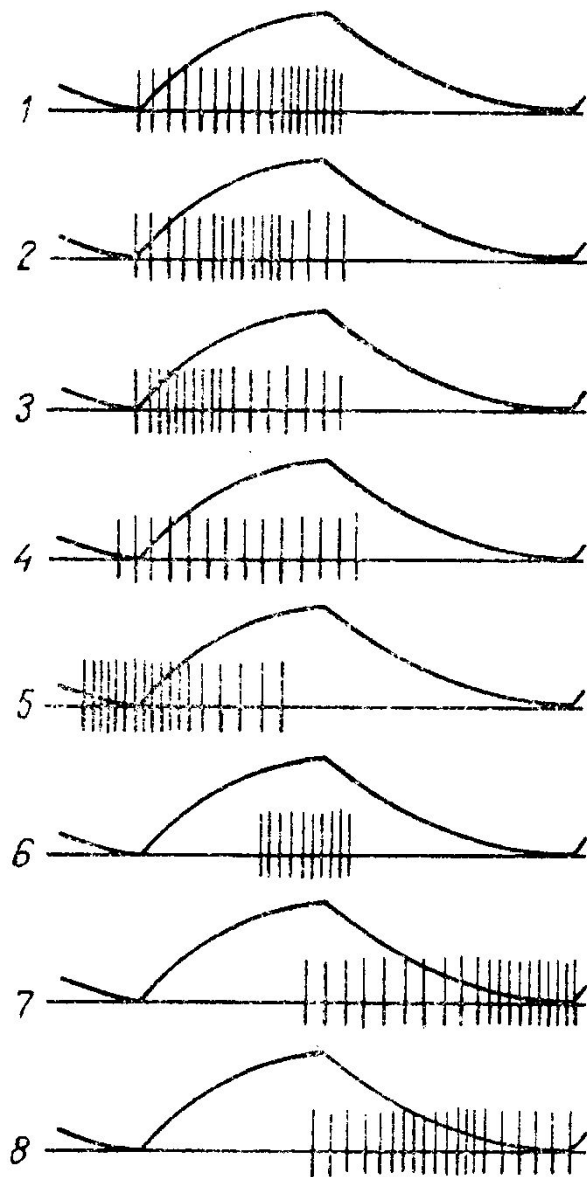
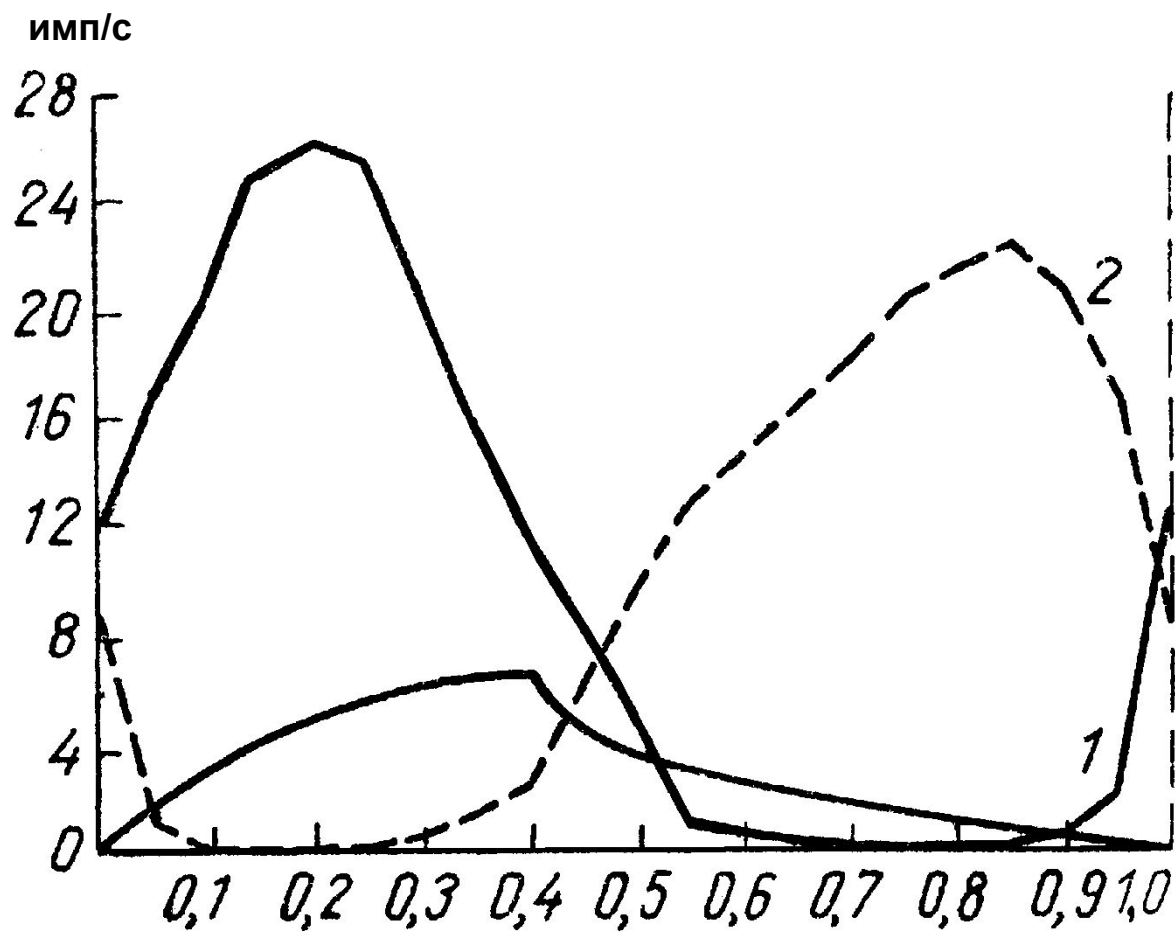


Схема функциональной организации дыхательного центра



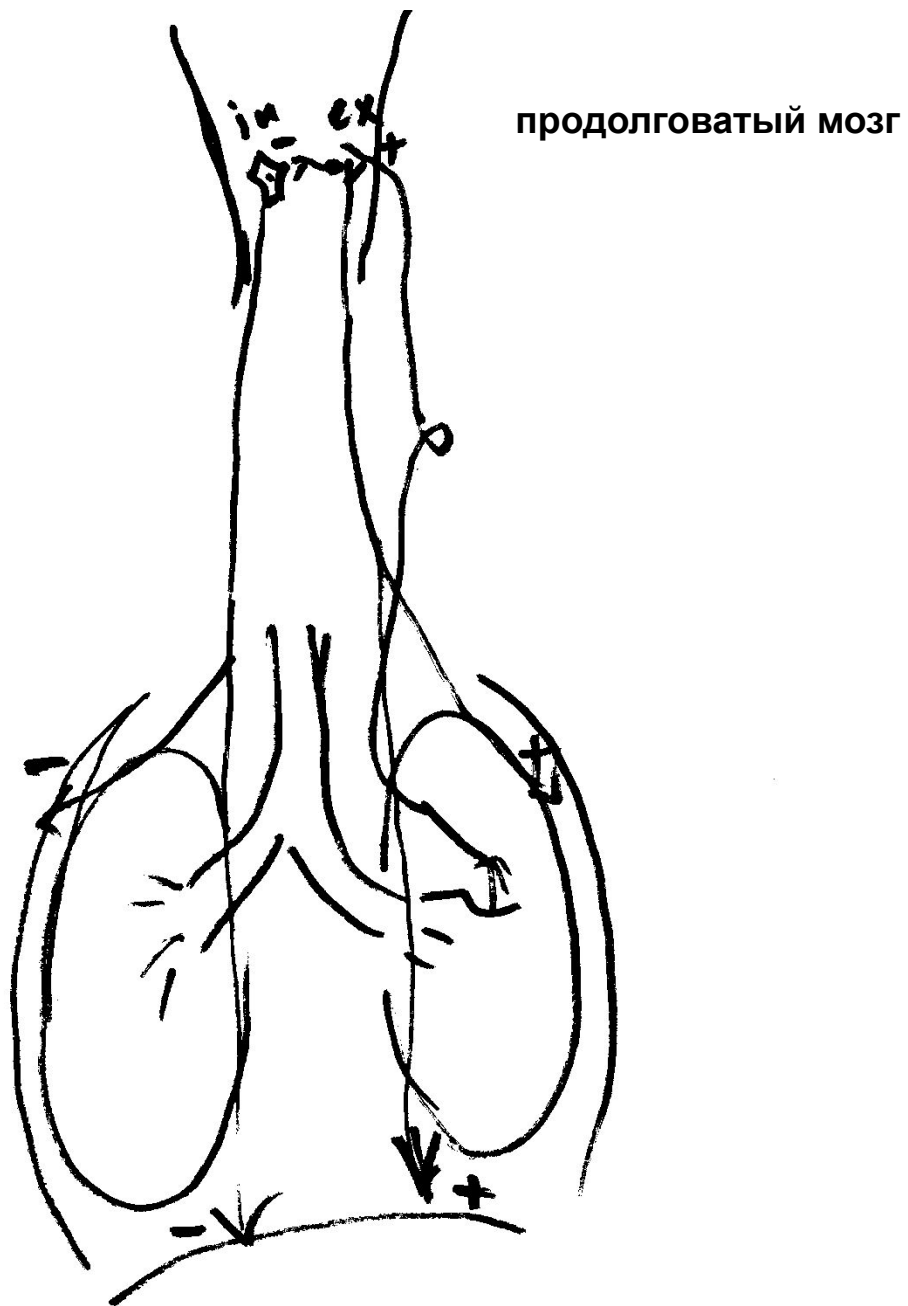
Группы дыхательных нейронов



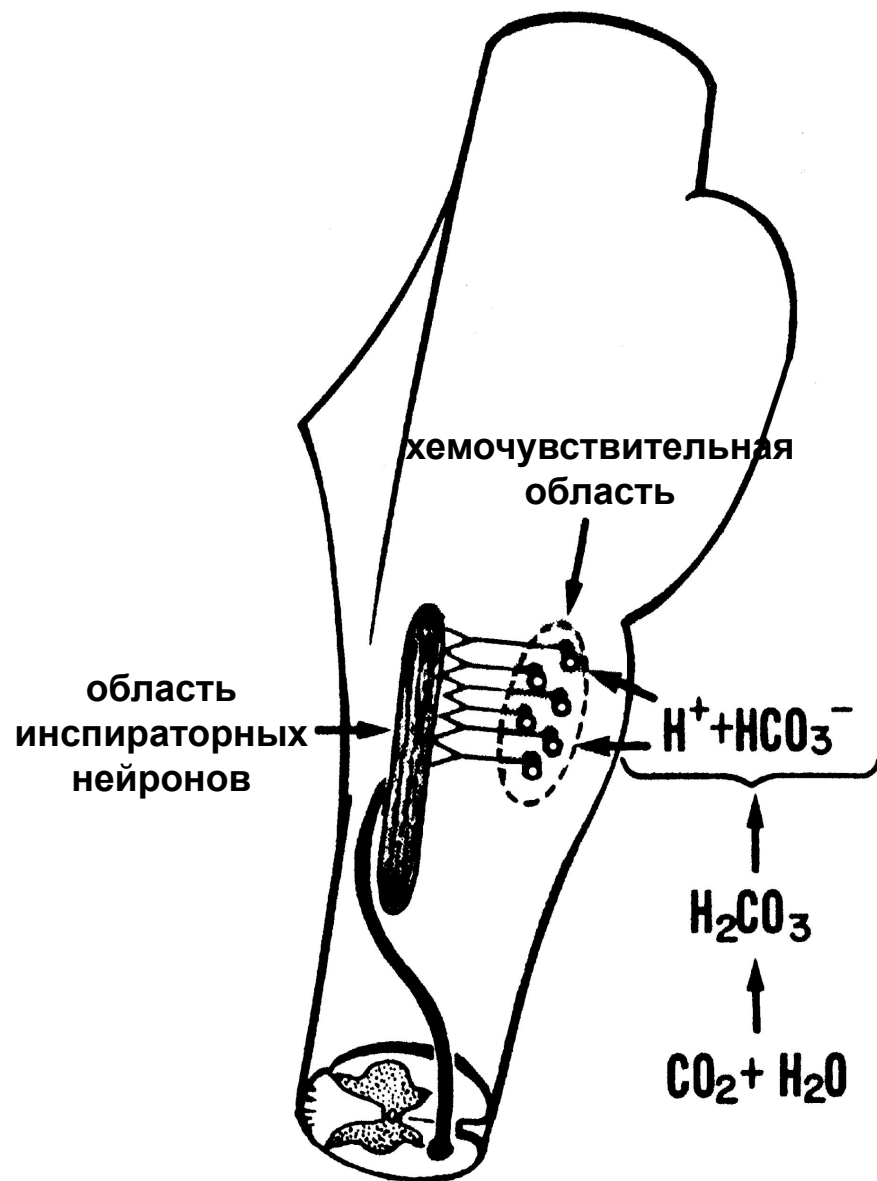
Распределение активности нейронов  
в дыхательном цикле

1 – «среднего» инспираторного;

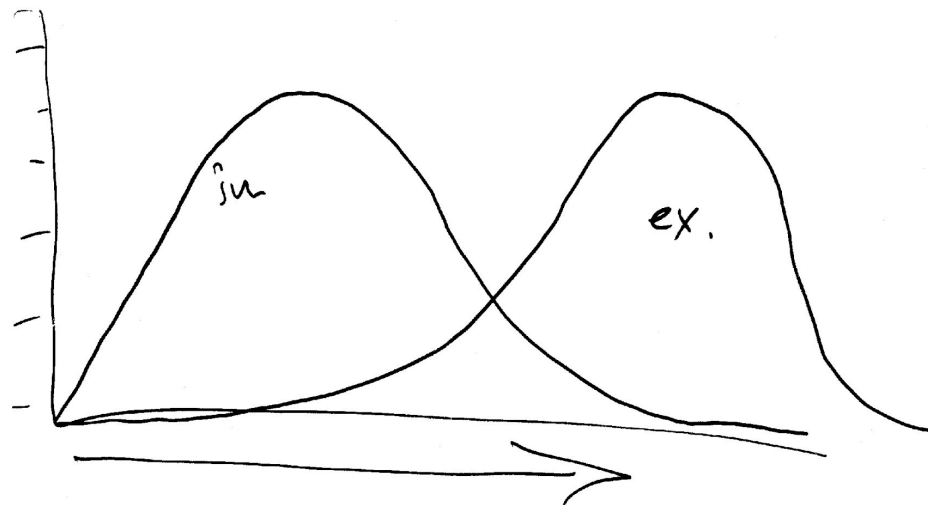
2 – экспираторного



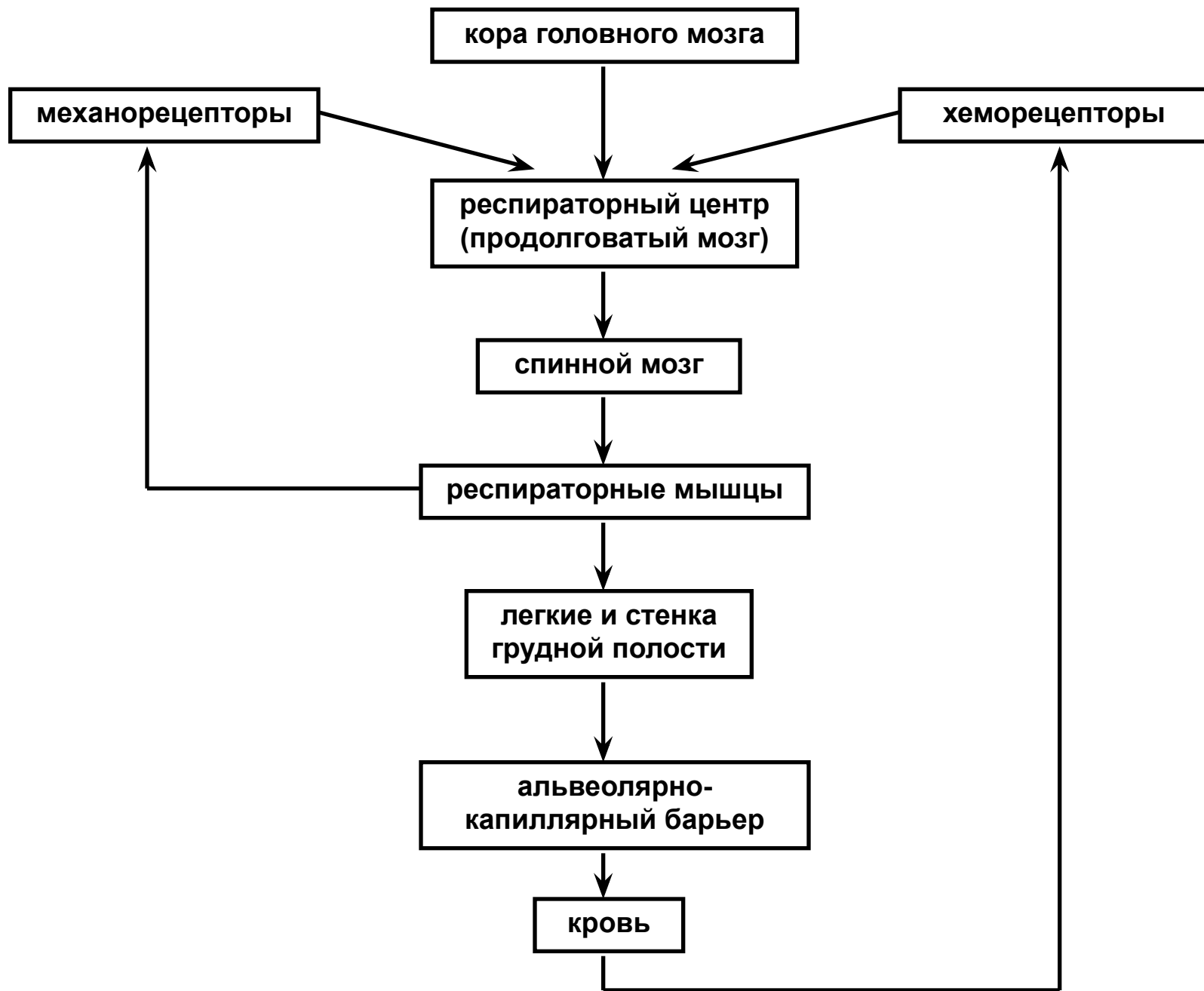
Рефлекс Геринга-Брайера



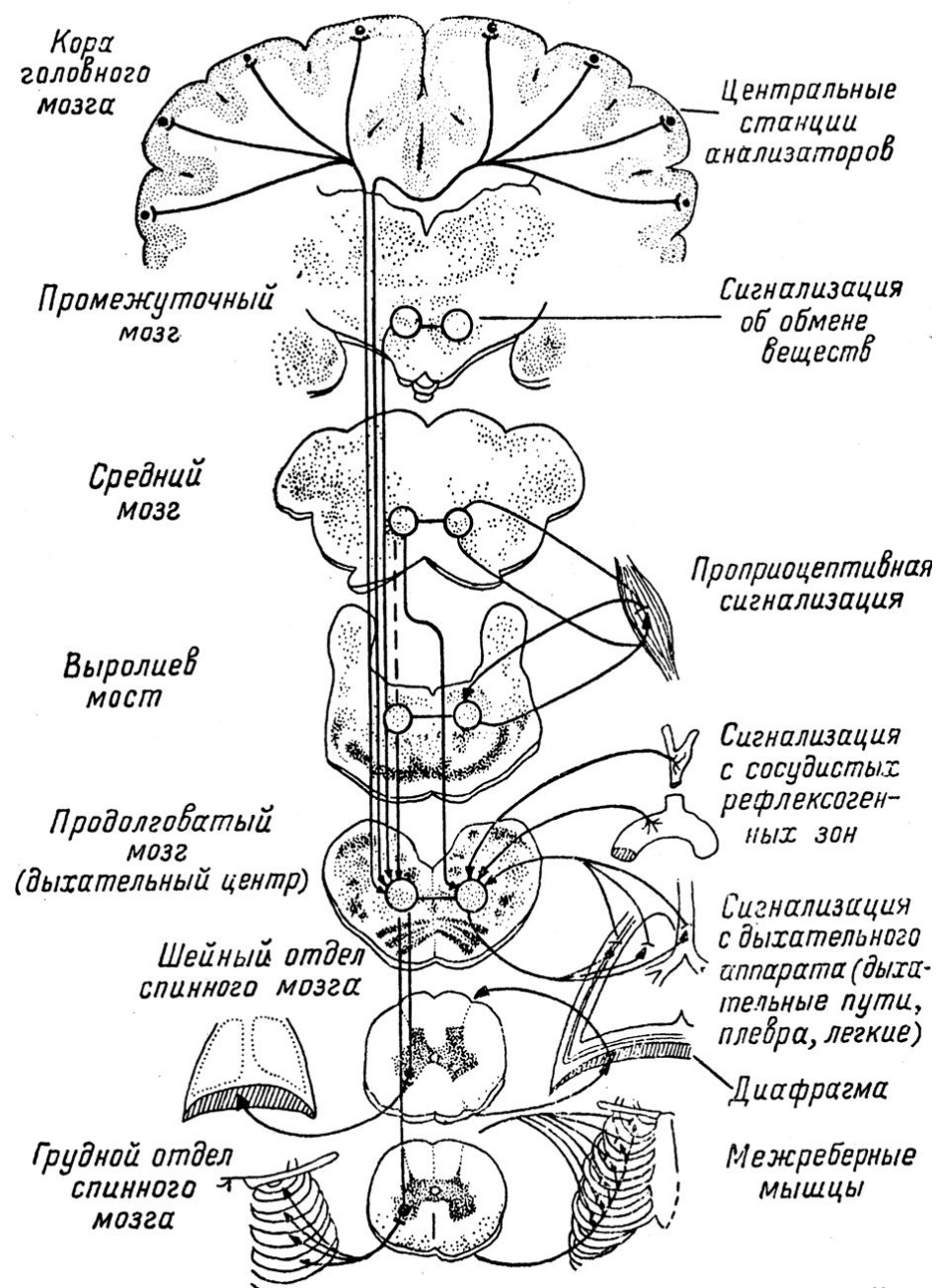
Центральные хеморецепторы



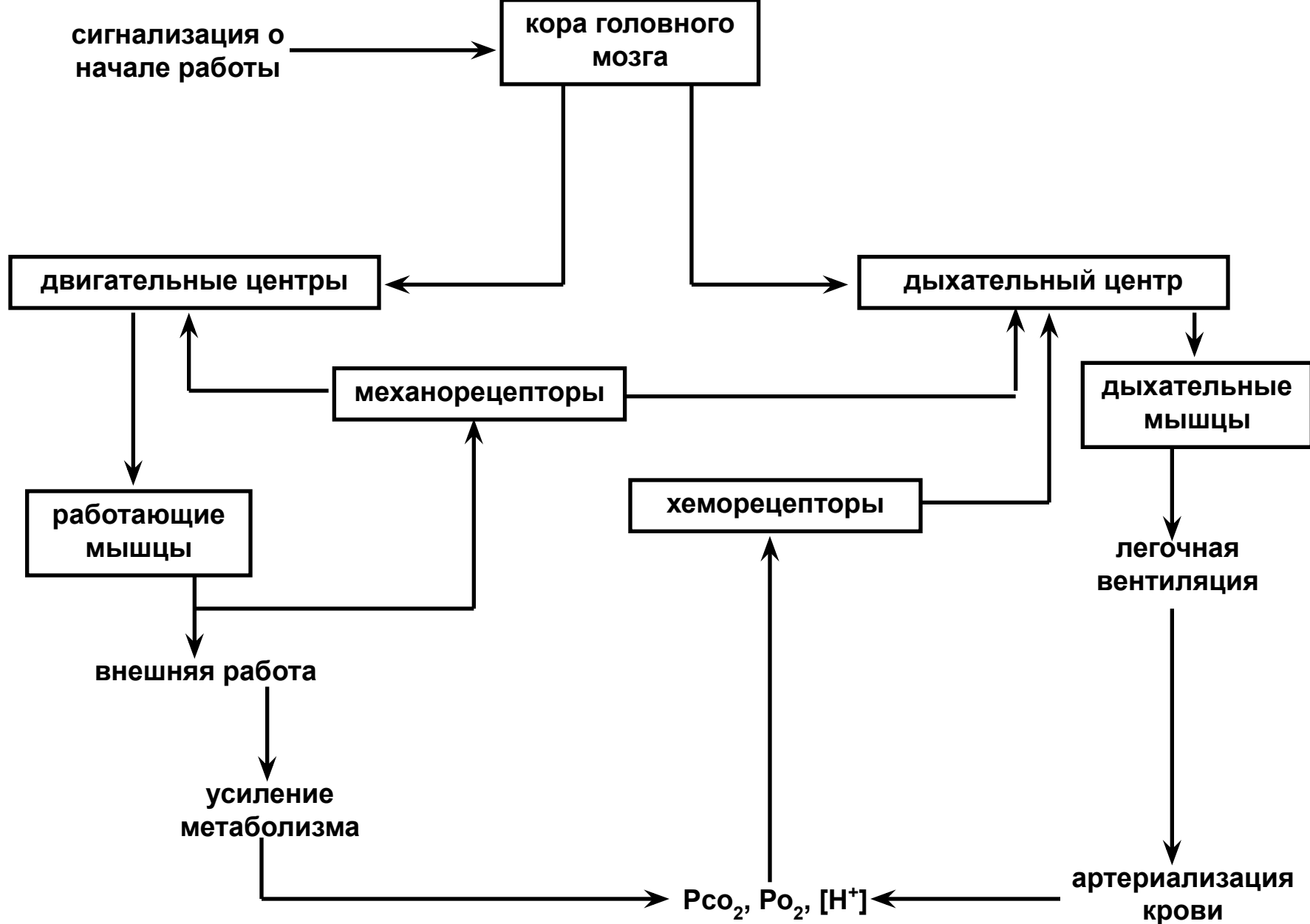
**Рефлекторная регуляция дыхания**



**Примеры разных типов рефлексорной регуляции дыхания**

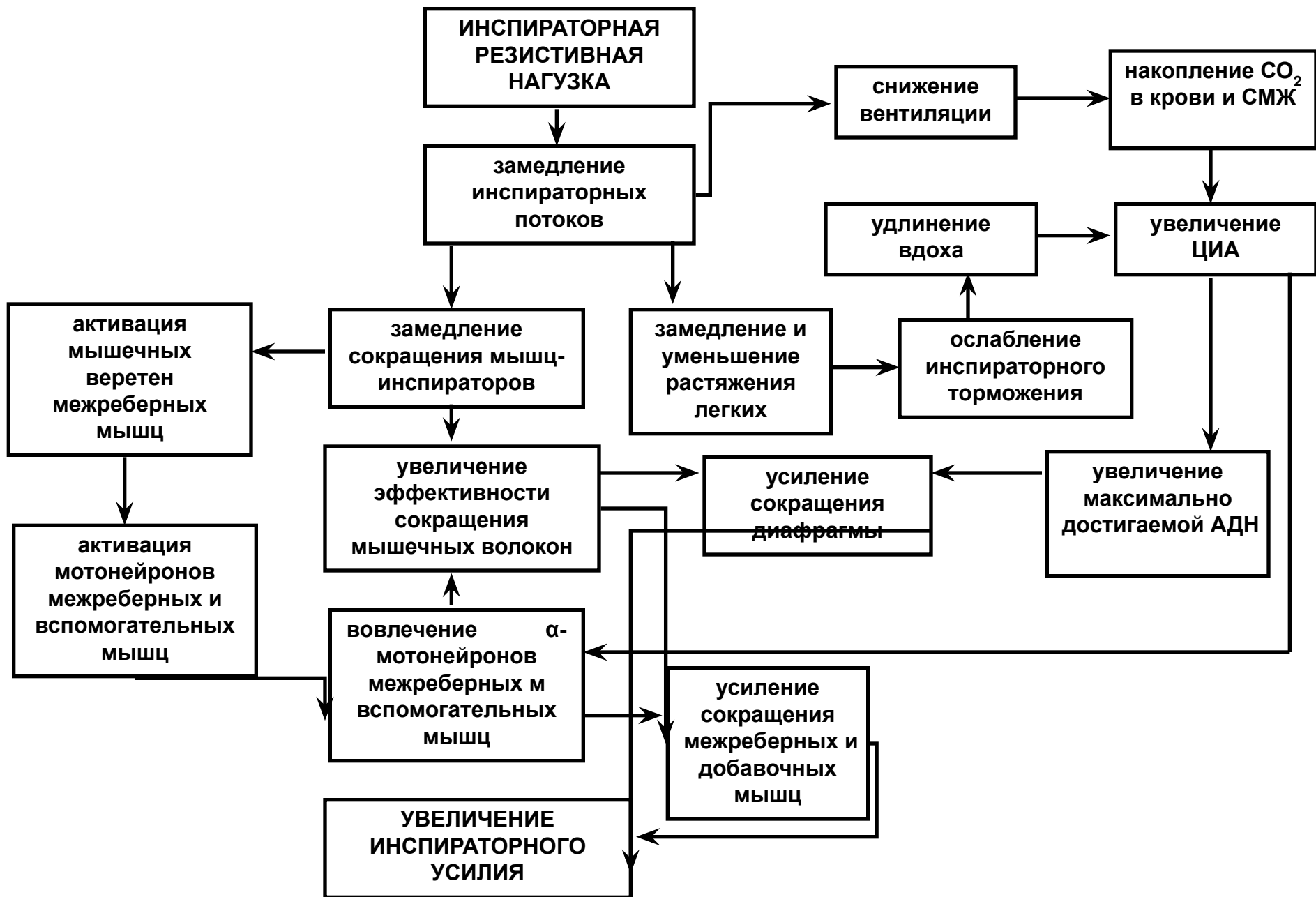


**Схема организации центрального аппарата регуляции дыхания и путей передачи регулирующих влияний с супрабульбарных отделов мозга на дыхательный центр при образовании функционально подвижных ассоциаций центров**

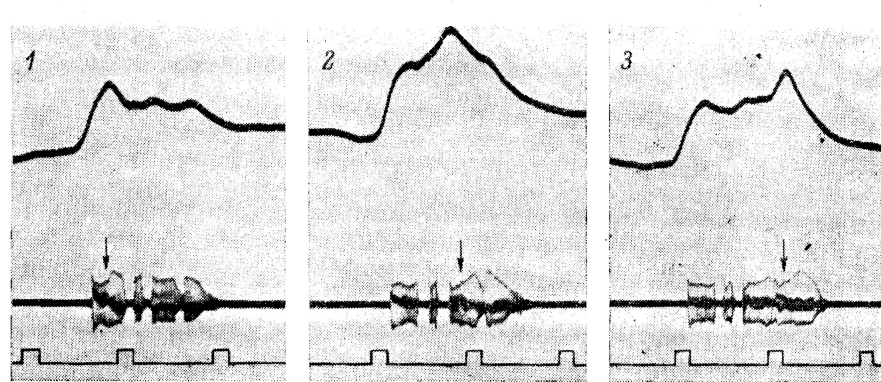


**Схема регуляции дыхания при мышечной деятельности**

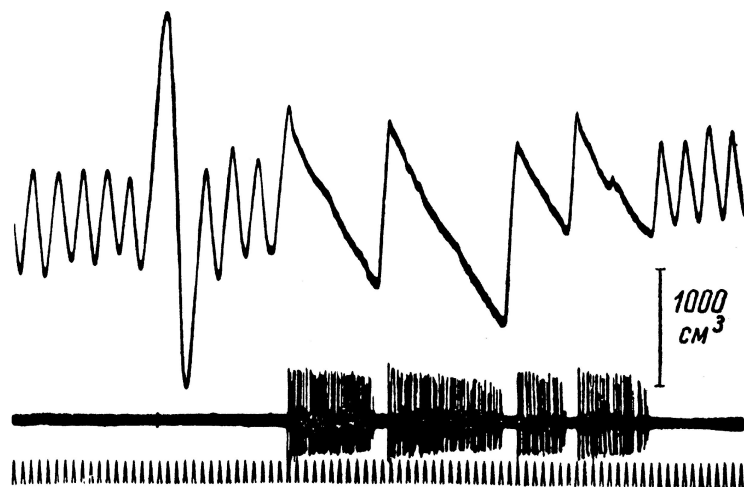
*Штриховыми линиями показаны влияния, которые могут формировать «рабочий» (нейрогенный) стимул*



Механизмы реакции дыхания на резистивную нагрузки



Изменения внутрилегочного давления при произнесении фразы «Тоня топила баню» с логическим ударением на разных словах (стрелки), зарегистрированные с помощью воздушного плетизмографа



Запись речевого дыхания

Зарегистрировано: спокойное дыхание, глубокий вдох и выдох, чтение текста

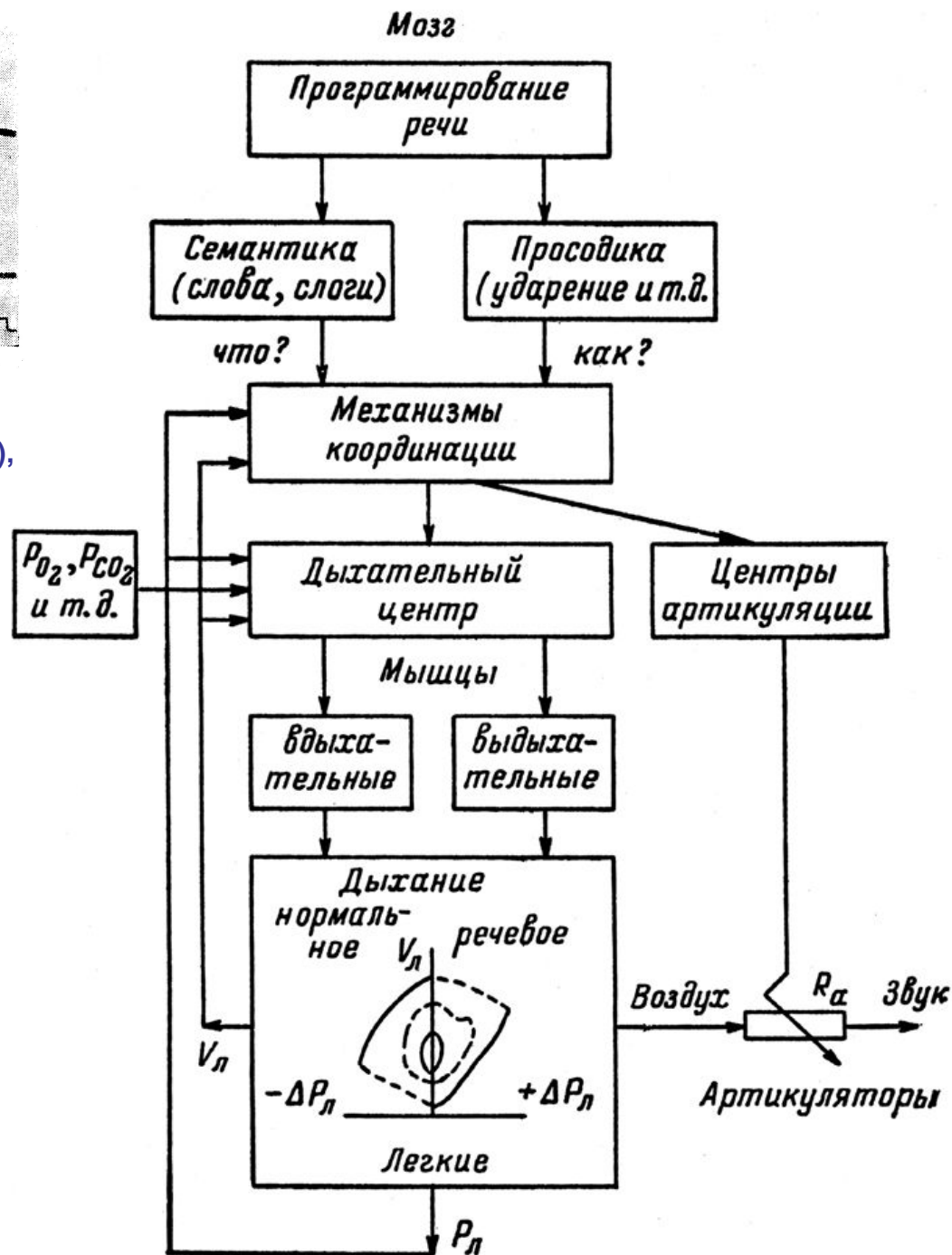
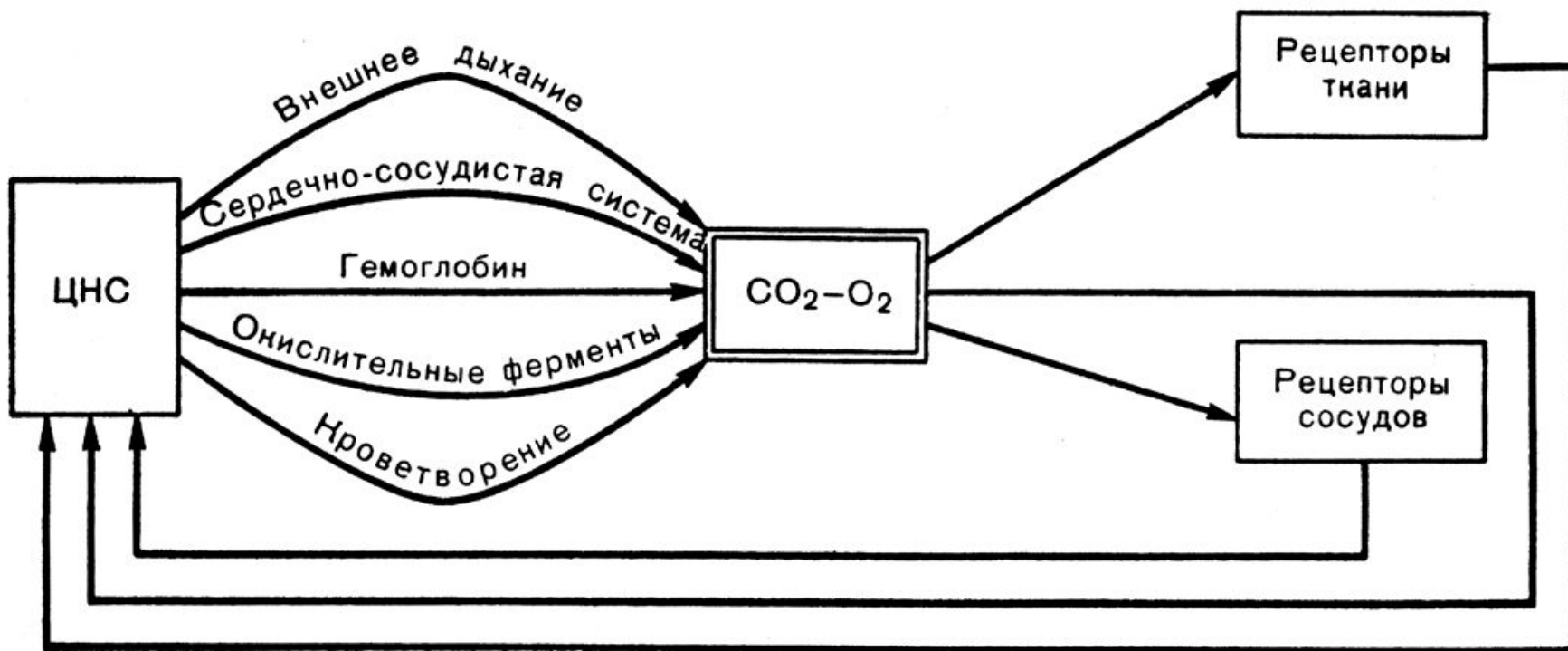


Схема основных механизмов управления речевым дыханием



Обратная связь в системе дыхания

# Функциональная система дыхания

