

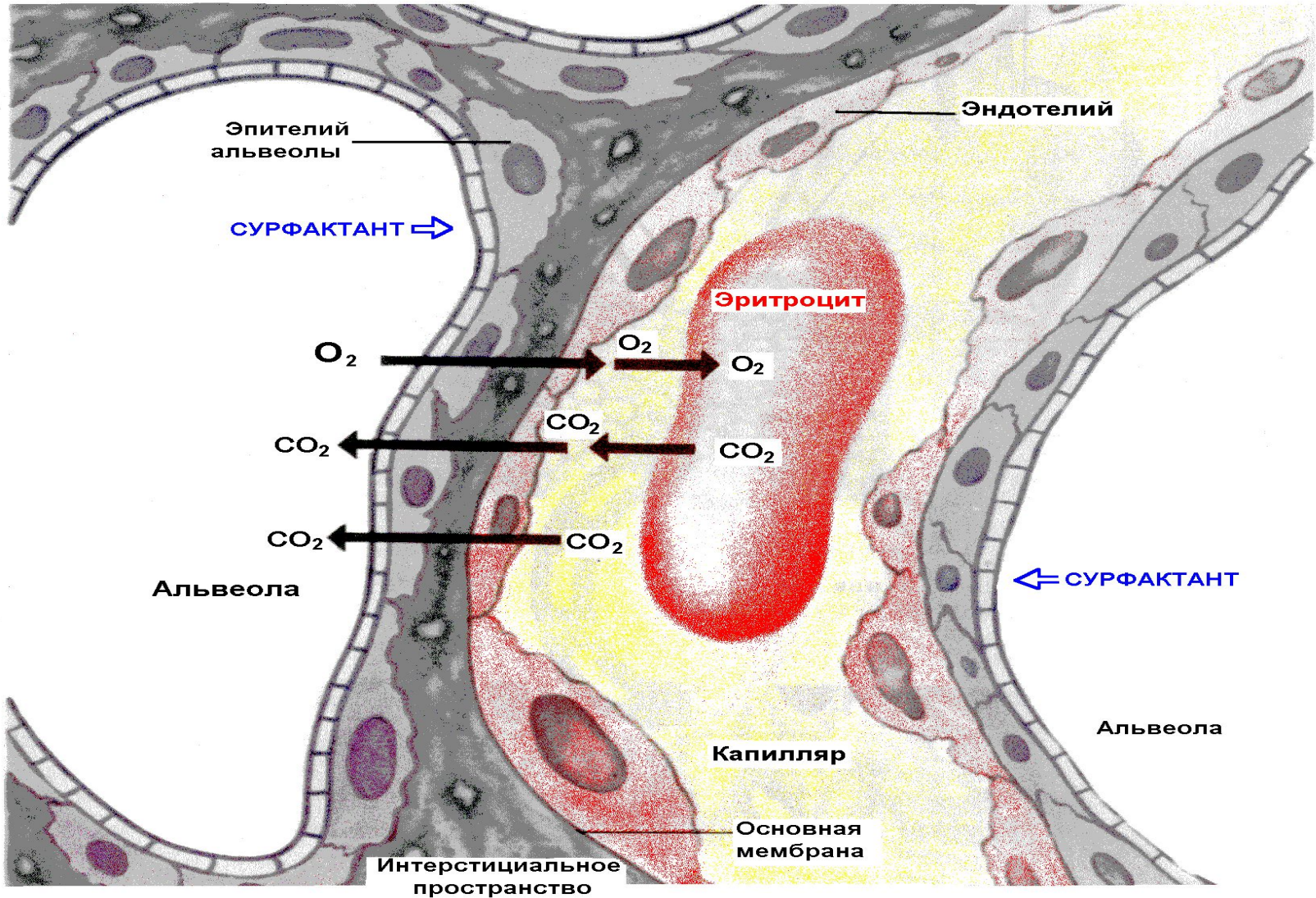
# КАФЕДРА НОРМАЛЬНОЙ ФИЗИОЛОГИИ СОГМА



• ТЕМА ЛЕКЦИИ:  
**ТРАНСПОРТ ГАЗОВ  
КРОВЬЮ.**

**РЕГУЛЯЦИЯ  
ВНЕШНЕГО  
ДЫХАНИЯ**

# АЭРОГЕМАТИЧЕСКИЙ БАРЬЕР



# Транспорт $O_2$ кровью

- ДВЕ ФОРМЫ ТРАНСПОРТА  
КИСЛОРОДА:

- - **физически растворенный газ:**

- **3 мл  $O_2$  в 1 л крови**

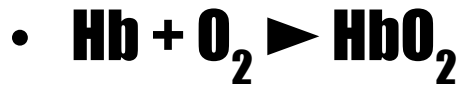
- **Закон Генри:  $C_{\text{газа}} = K \times P_{\text{газа}}$ ,**

- где  $C_{\text{газа}}$  - концентрация растворенного газа,  
 $K$  - константа растворимости газа,  
 $P_{\text{газа}}$  - парциальное давление газа над уровнем  
жидкости

- - **связанный с гемоглобином газ:**

- **193 мл  $O_2$  в 1 л крови**

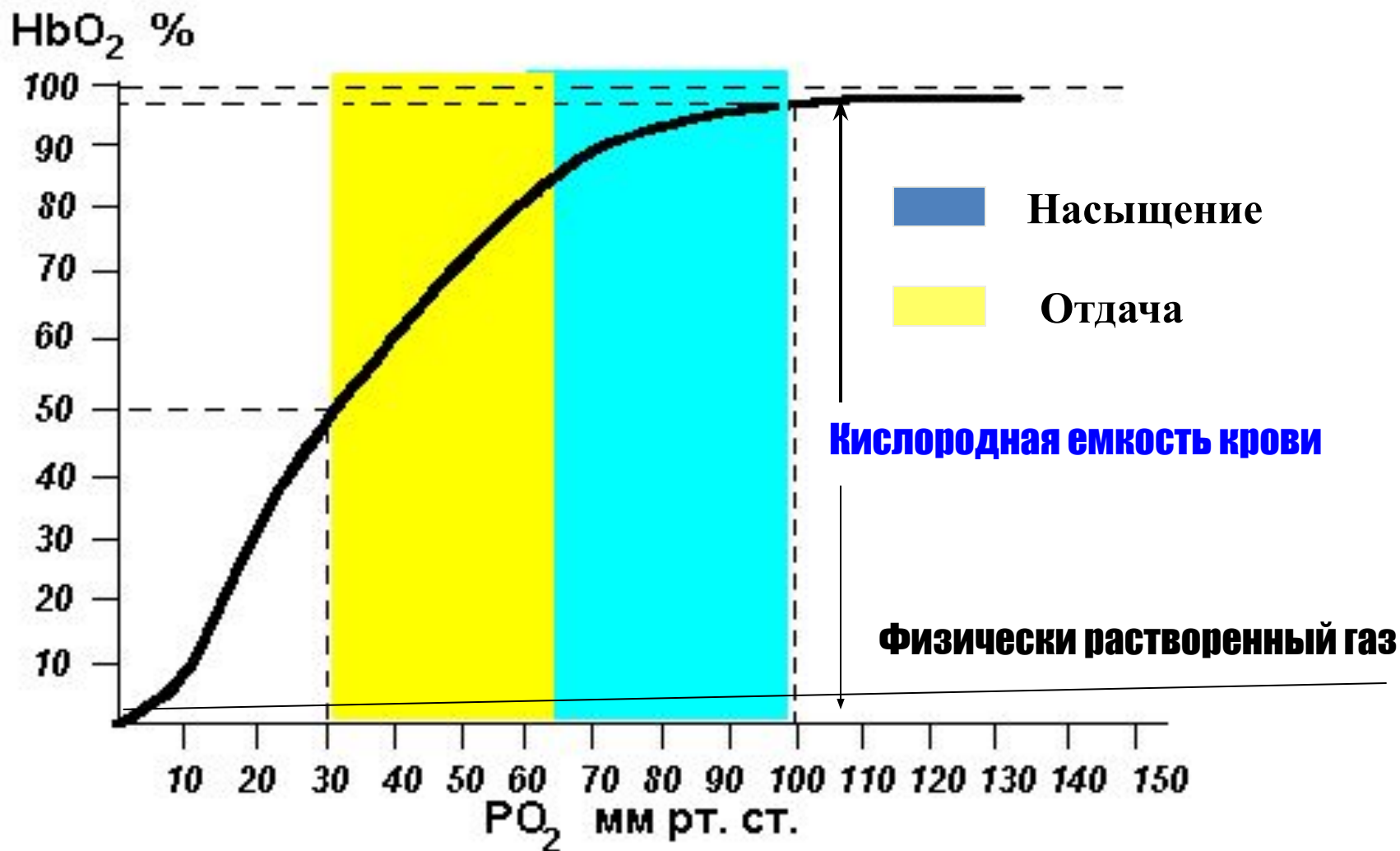
# ХАРАКТЕРИСТИКИ КРОВИ



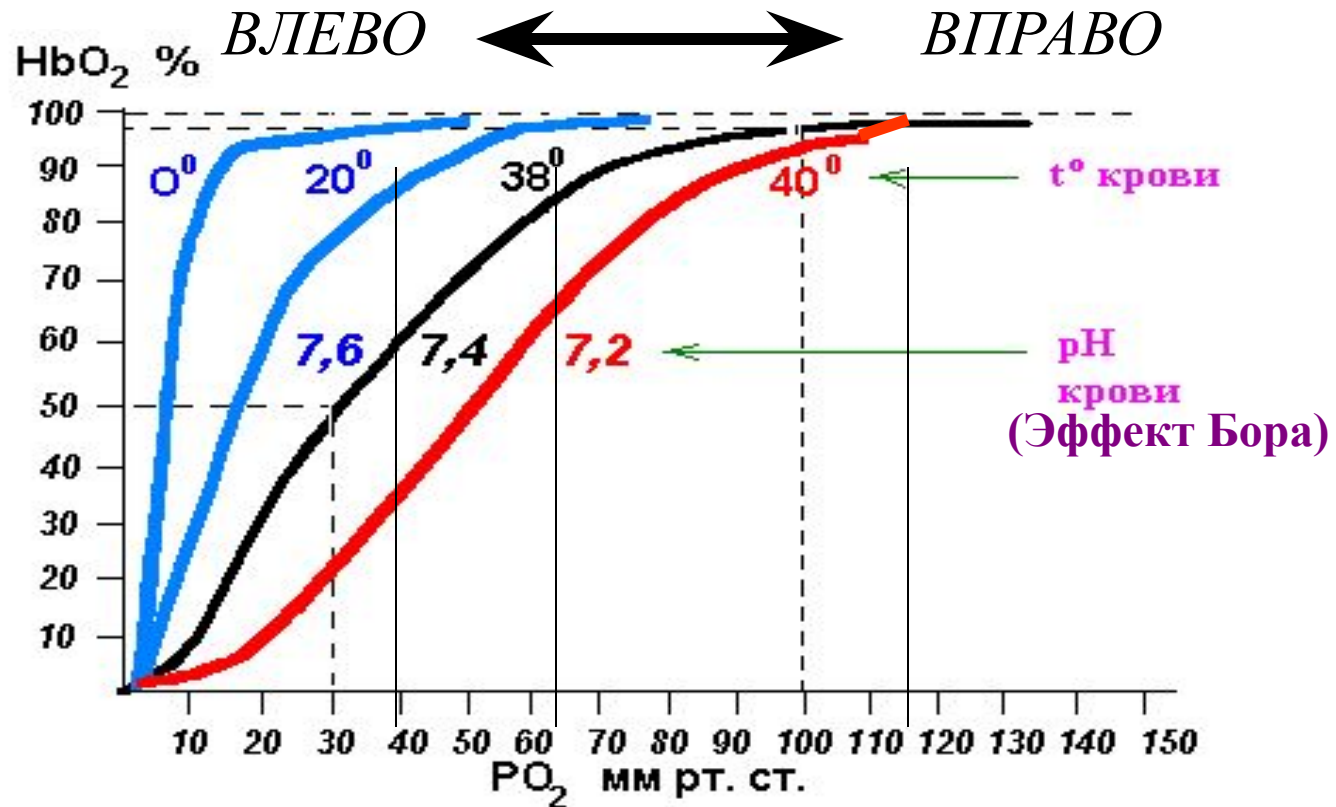
- **Кислородная емкость крови** - количество  $\text{O}_2$ , которое связывается кровью до полного насыщения гемоглобина
- **Константа Гюфнера: 1 г. Hb - 1,36 - 1,34 мл  $\text{O}_2$**
- **Кислородная емкость крови = 193 мл  $\text{O}_2$  в 1 л.**
- **Всего в крови содержится около 1 литра  $\text{O}_2$**
- **Коэффициент утилизации кислорода = 30 - 40%**
- **Время транзита эритроцита через легочный капилляр равно 0,75 сек**
- **Полная оксигенация крови в капиллярах легких происходит за время прохождения эритроцитом 1/3 длины капилляра, т. е. за 0,25 сек**

Этот видеоролик озвучен в 2014 году студентами  
209 группы лечфака Таучеловой и Бестаевой

# Кривая диссоциации оксигемоглобина



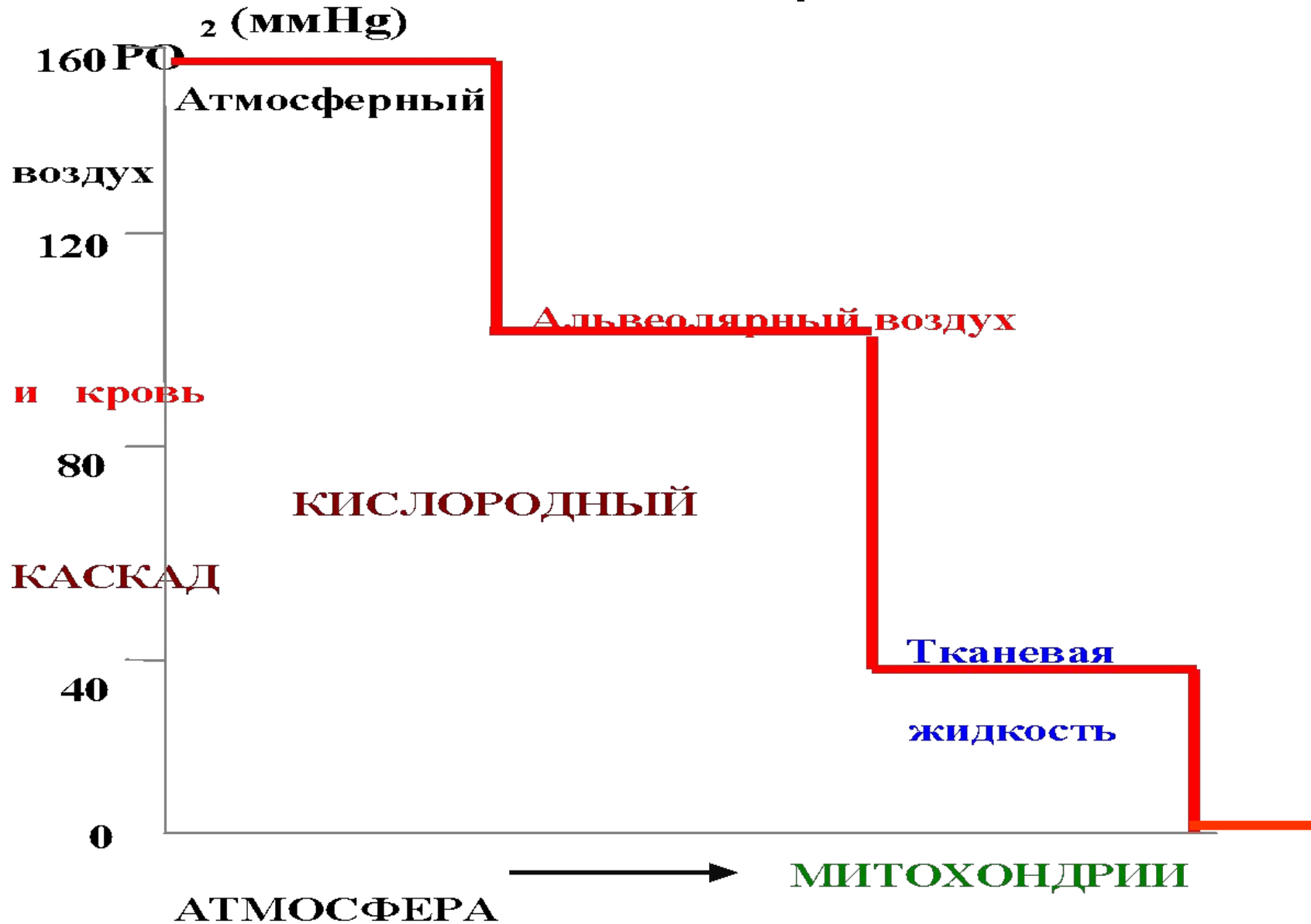
# Сдвиги кривой диссоциации



**Сдвиг влево - легче насыщение кислородом: <t; <Pco<sub>2</sub>; <2,3-ДФГ; >pH**

**Сдвиг вправо - легче отдача кислорода: >t; >Pco<sub>2</sub>; >2,3-ДФГ; <pH**

# Каскад кислорода





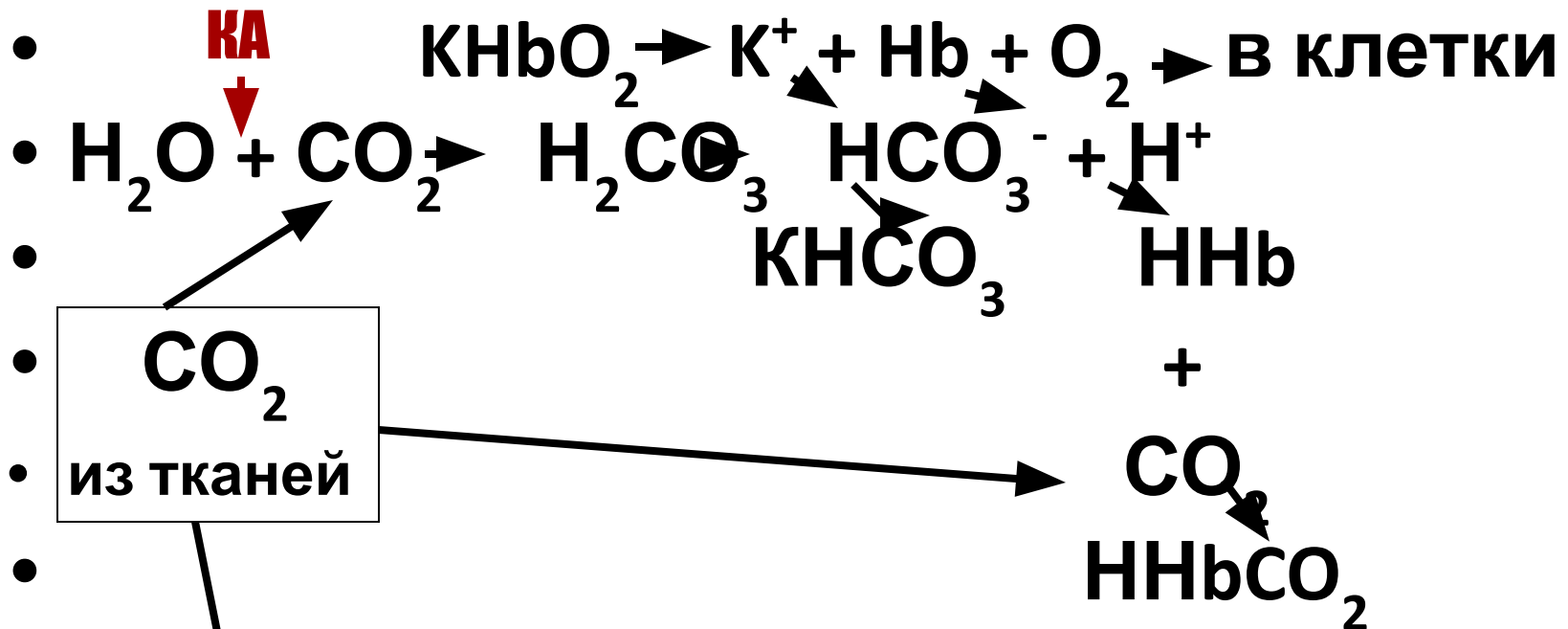
# Транспорт $\text{CO}_2$ кровью

- ТРИ ФОРМЫ ТРАНСПОРТА :

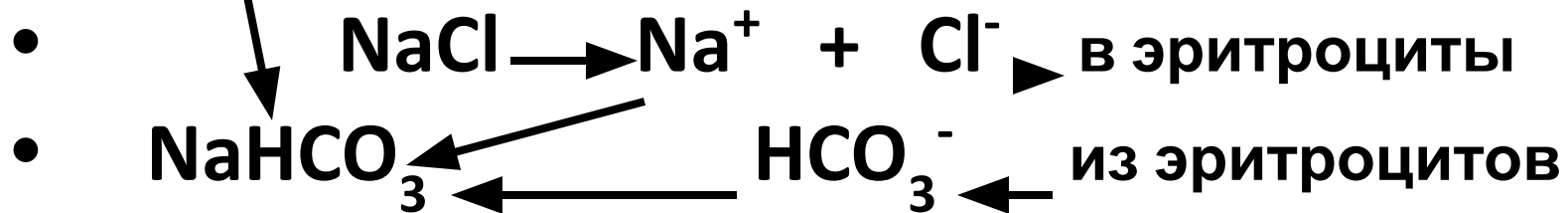
- - физически растворенный газ - 5-10%
- - химически связанный в бикарбонатах:  
в плазме  $\text{NaHCO}_3$ , в эритроцитах  $\text{KHCO}_3$  - 80-90%
- - связанный в карбаминовых соединениях гемоглобина:  $\text{Hb}\cdot\text{NH}_2 + \text{CO}_2 \rightarrow \text{HbNHCOOH}$  - 5-15%

# Транспорт CO<sub>2</sub> кровью

## • В ЭРИТРОЦИТАХ



## • В ПЛАЗМЕ КРОВИ





# РЕГУЛЯЦИЯ ДЫХАНИЯ

## 2 типа и 3 механизма регуляции дыхания

- Произвольная регуляция
- Непроизвольная регуляция
  
- Рефлекторная регуляция
- Гуморальная регуляция
- Автоматизм нейронов

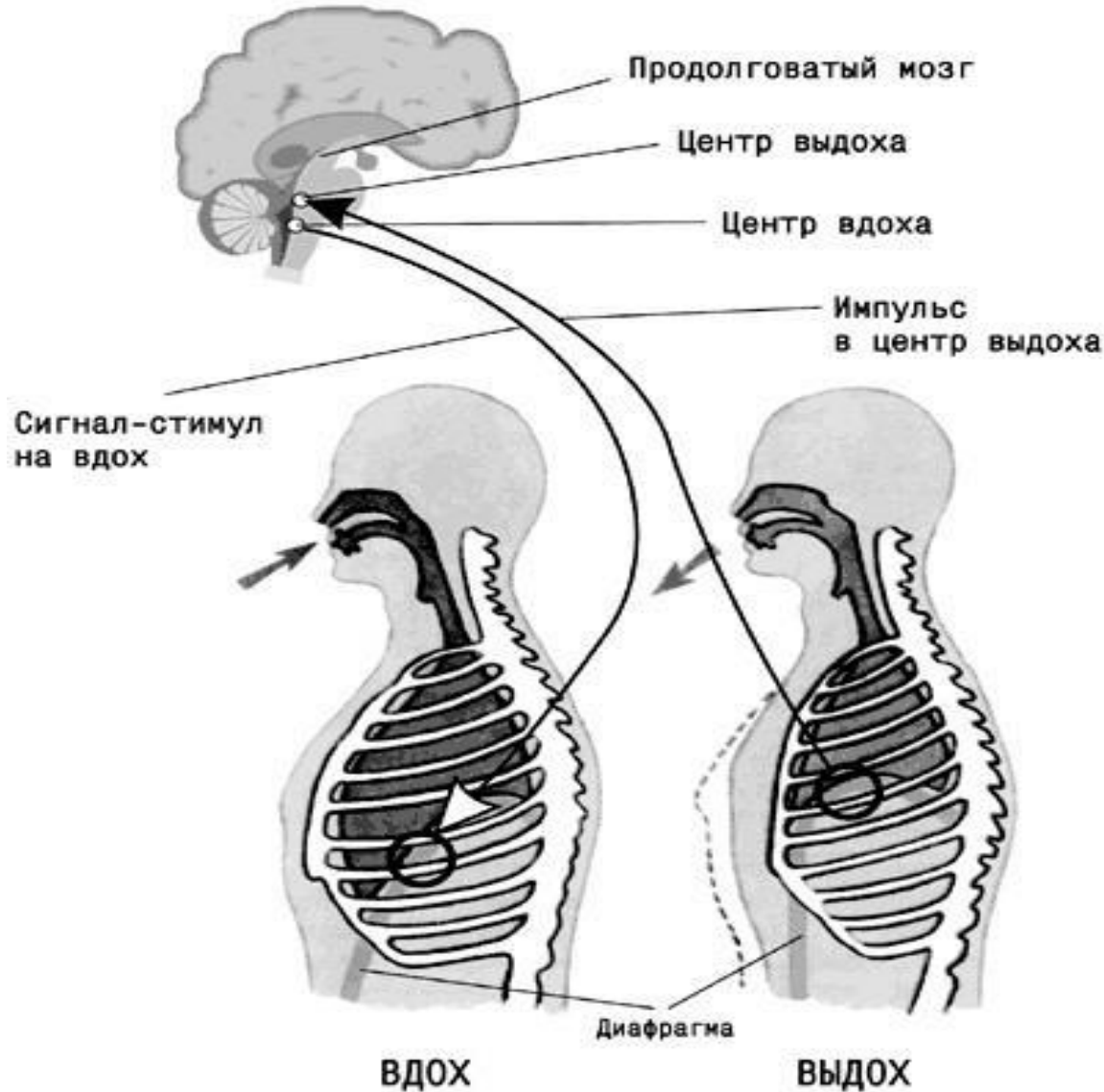
# **Рецепторное звено регуляции дыхания**

- 1. Центральные хеморецепторы дыхательного центра**
- 2. Периферические хеморецепторы рефлексогенных зон (каротидного синуса, дуги аорты) сердечно-сосудистой системы**
- 3. Механорецепторы легких и дыхательных мышц**

# Основные рецепторы легких

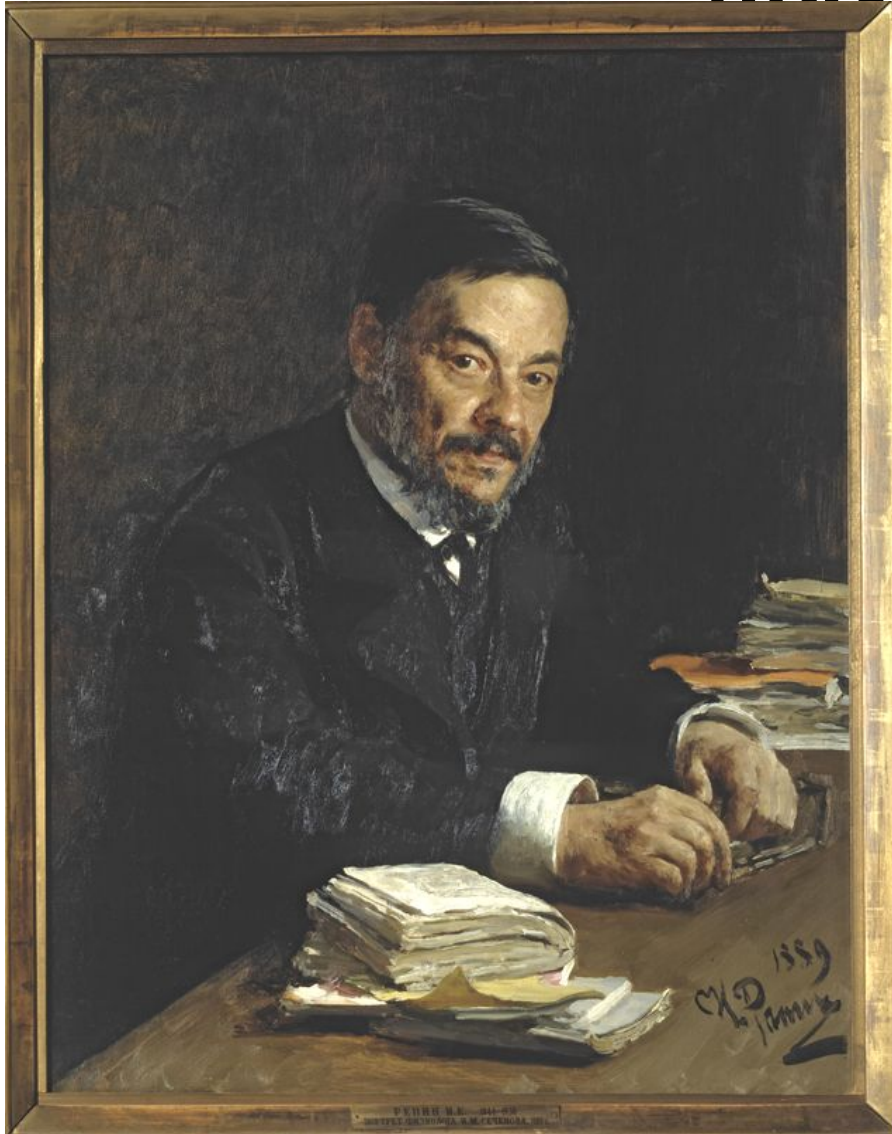
- -Ирритантные рецепторы слизистой оболочки дыхательных путей
- - Рецепторы растяжения гладких мышц дыхательных путей
- - Юкста-капиллярные рецепторы межальвеолярного интерстиция

# Основной принцип регуляции внешнего дыхания





# К истории открытия регуляции дыхания



- **Иван Михайлович Сеченов (1829-1905)** Портрет кисти И.Репина (1889)
- Описал ритмическую активность нейронов дыхательного центра

# К истории открытия регуляции дыхания



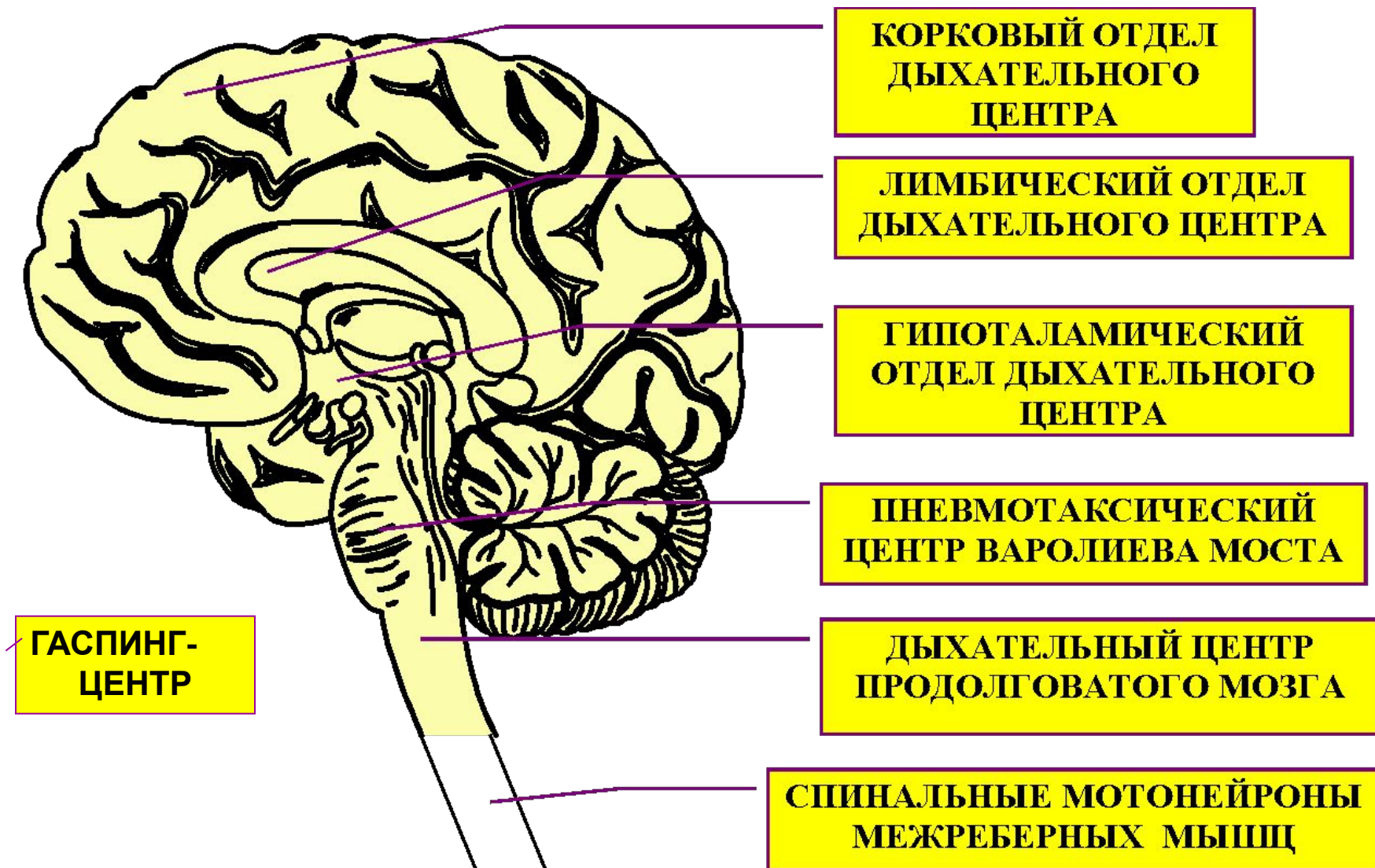
- **Миславский Николай Александрович (1854-1929)**
- Докторская диссертация Н. А. Миславского "О дыхательном центре" (1885) принесла автору мировую известность. В ней он установил локализацию в продолговатом мозге центров вдоха и выдоха

# Дыхательный центр

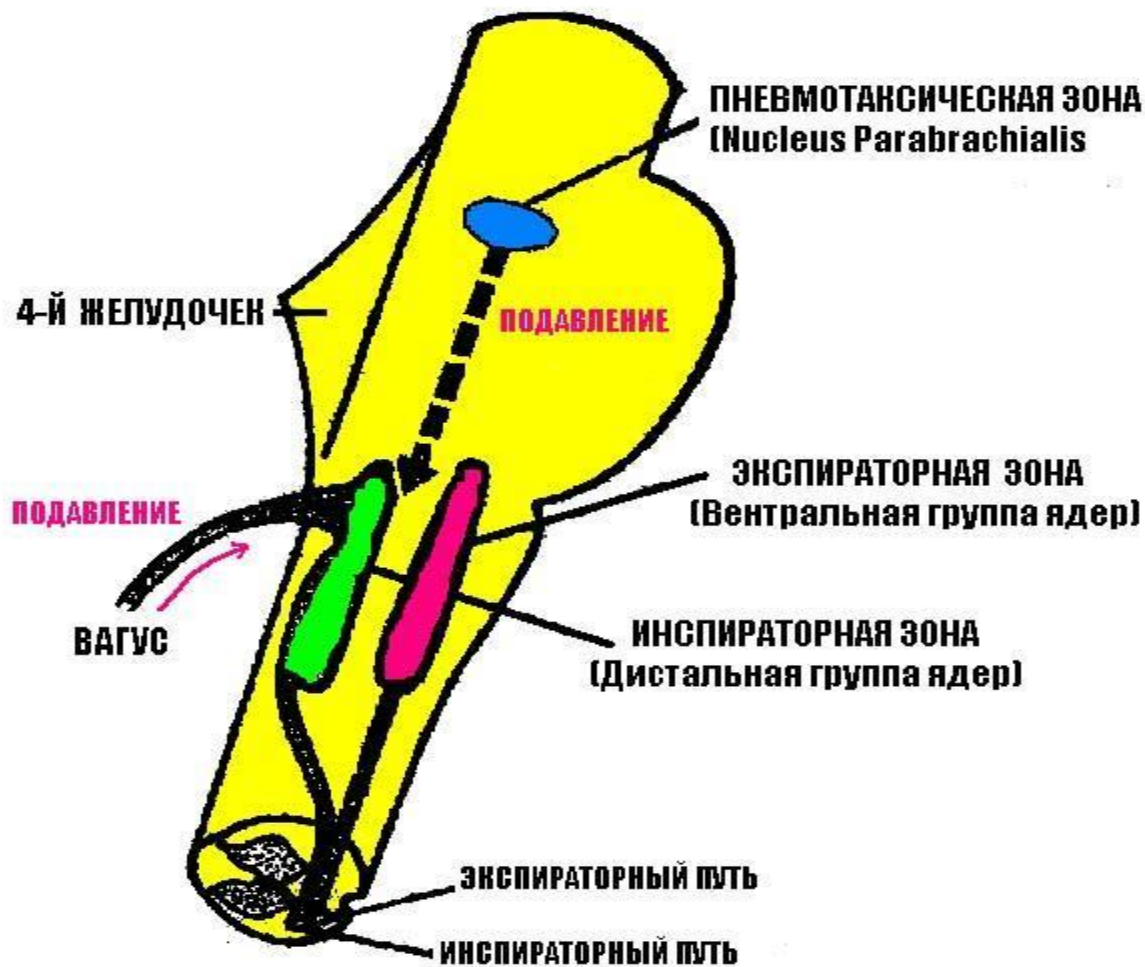
---

- **Дыхательный центр - совокупность нейронных ансамблей разных этажей центральной нервной системы, обеспечивающих управление внешним дыханием**
- **Автоматический дыхательный центр - совокупность нейронов специфических (дыхательных) ядер продолговатого мозга, способных генерировать дыхательный ритм**
- **Функции дыхательного центра:**
  - **- моторная или двигательная**
  - **- гомеостатическая**

# УРОВНИ ОРГАНИЗАЦИИ ДЫХАТЕЛЬНОГО ЦЕНТРА

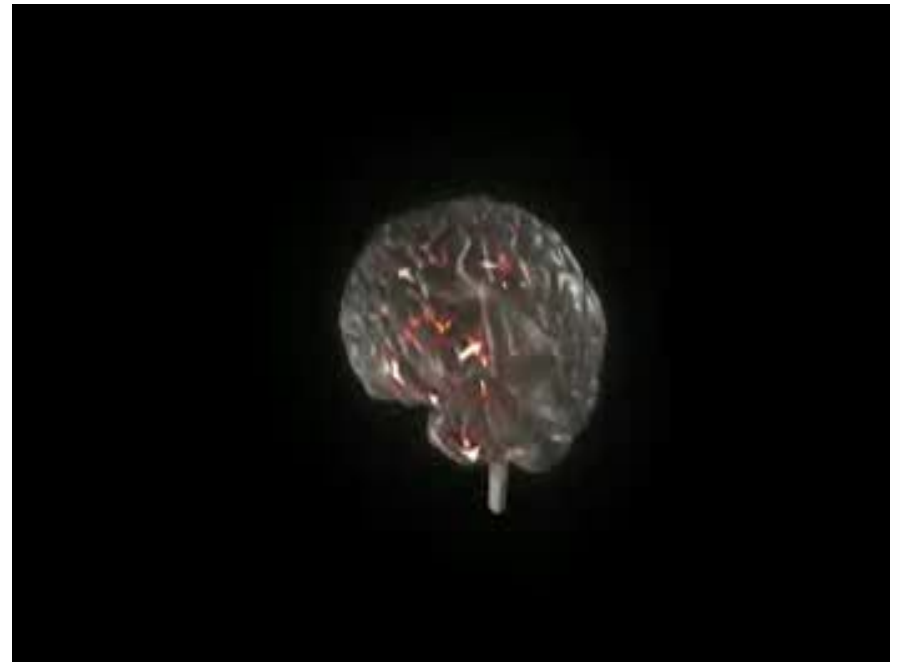


# СТРУКТУРЫ ДЫХАТЕЛЬНОГО ЦЕНТРА СТВОЛА

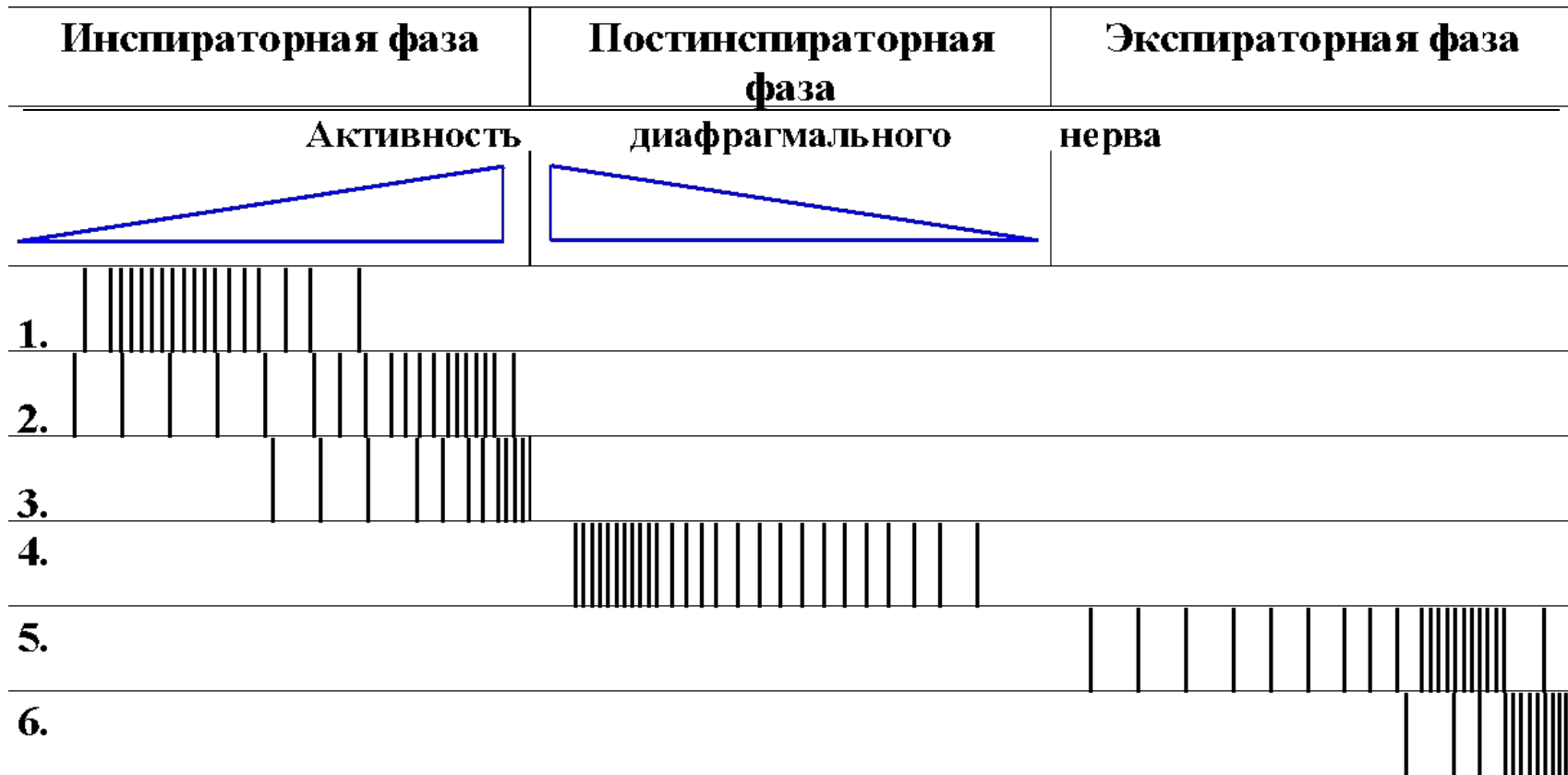


# Виды нейронов дыхательного центра

- - ранние инспираторные
- - поздние инспираторные
- - полные инспираторные
- - постинспираторные
- - экспираторные
- - преинспираторные



# Активность разных типов нейронов в течение фаз дыхания



1. Активность ранних инспираторных нейронов
2. Активность полных инспираторных нейронов
3. Активность поздних инспираторных нейронов
4. Активность преинспираторных нейронов

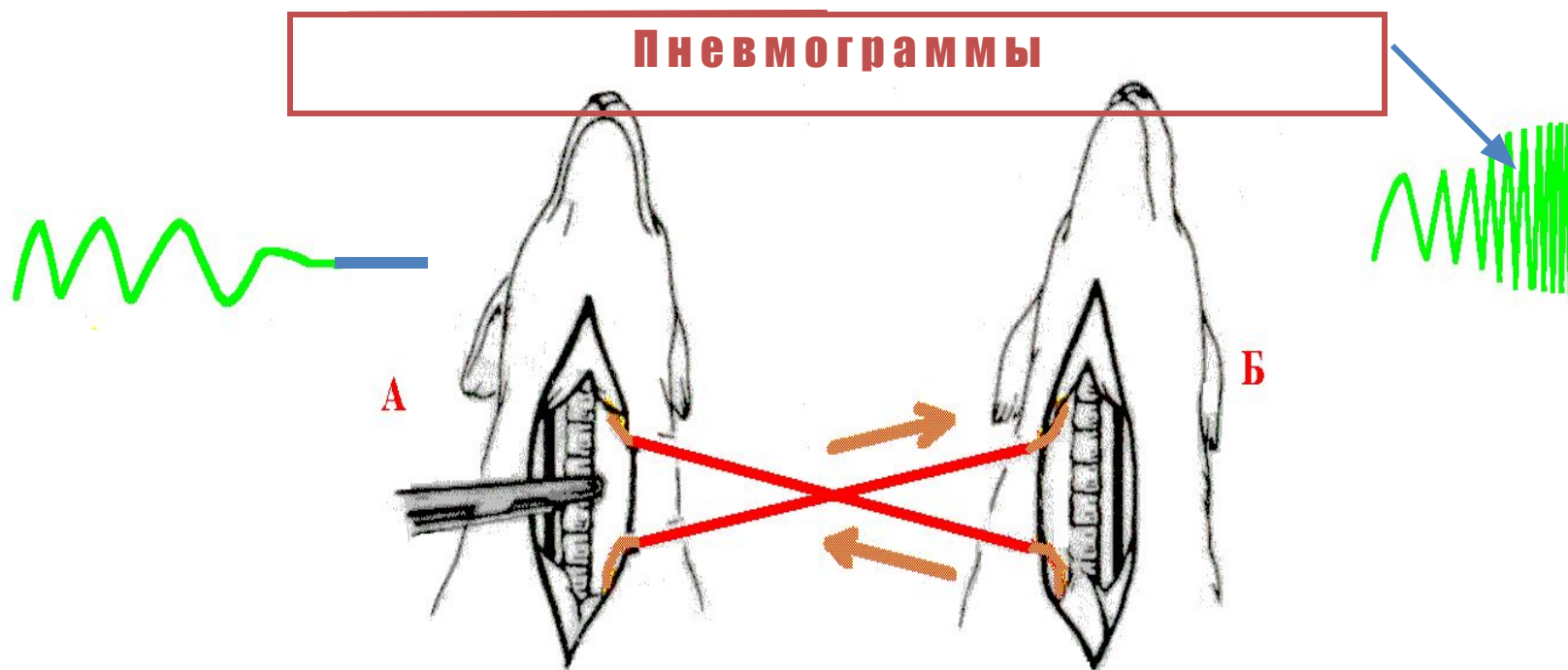
преинспираторных нейронов

# Вопрос № 1

*Почему происходит  
вдох?*



# ОПЫТ ФРЕДЕРИКА (1890) (ПАРАБИОЗ)



Пережатие трахеи у собаки А вызывает одышку у собаки Б; одышка собаки Б вызывает замедление и остановку дыхания у собаки А.

# Открытие рефлекторной регуляции дыхания

**Хейманс (Heimans),  
Корней**

(28 марта 1892 г. —  
18 июля 1968 г.)

Среди наград Хейманса —  
премия Алварента де  
Пиаухи Королевской  
медицинской академии  
Бельгии (1931), премия  
Теофила Глюга Королевской  
академии наук Бельгии  
(1931), премия  
по медицине бельгийского  
правительства,  
присуждаемая раз в пять



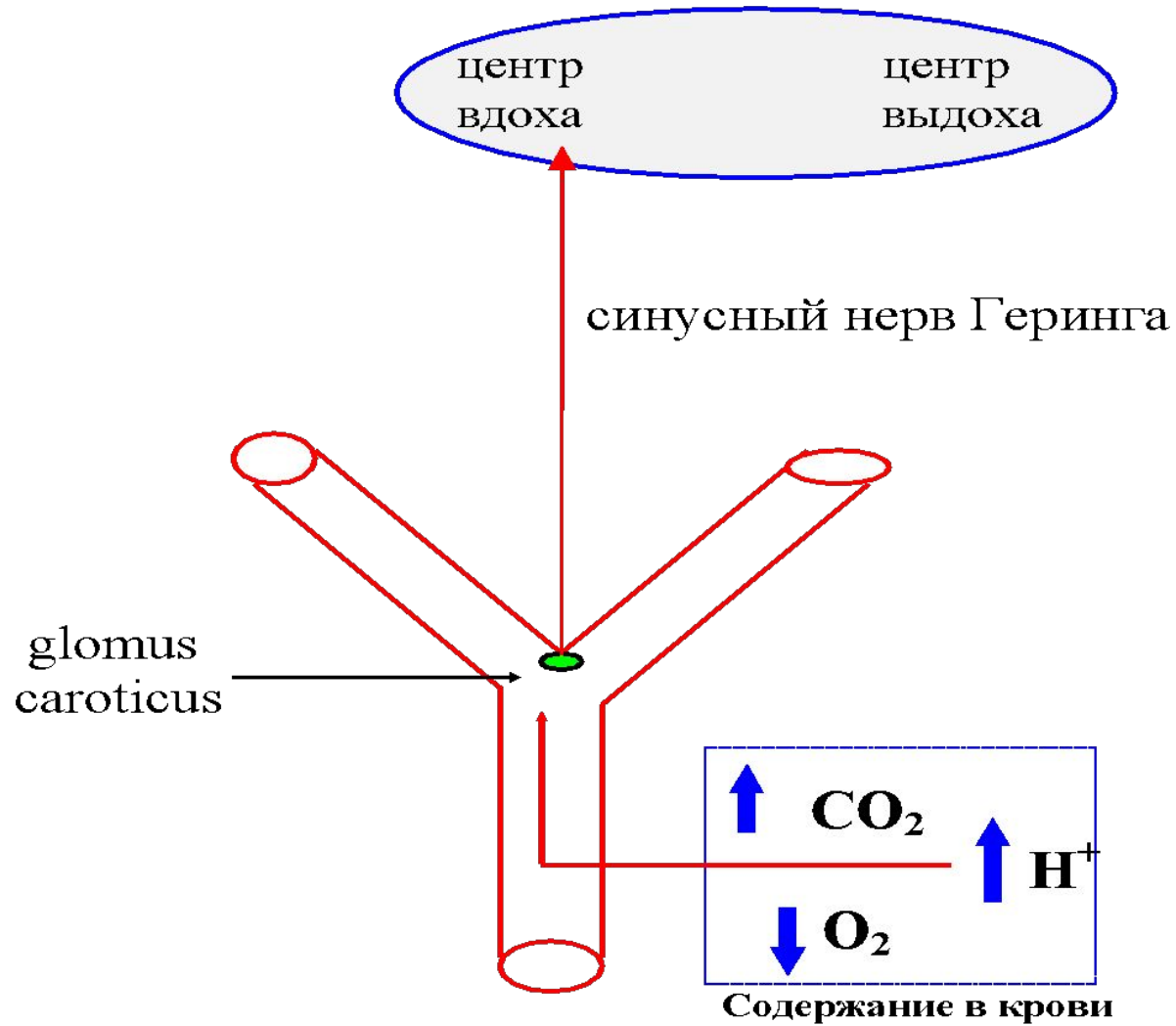
лет (1931), премия Монтиона по физиологии Академии наук  
Франции (1934), премия папы римского Пия XI Папской академии  
наук (1938) и премия Буржи Бернского университета. Хейманс  
был почетным членом Лондонского королевского общества,  
Академии наук Франции, Медицинской академии Парижа и Нью-  
Йоркской академии наук.

Нобелевская премия по физиологии и медицине 1938 г. была присуждена Хеймансу за открытие роли синусного и аортального механизмов в регуляции дыхания.

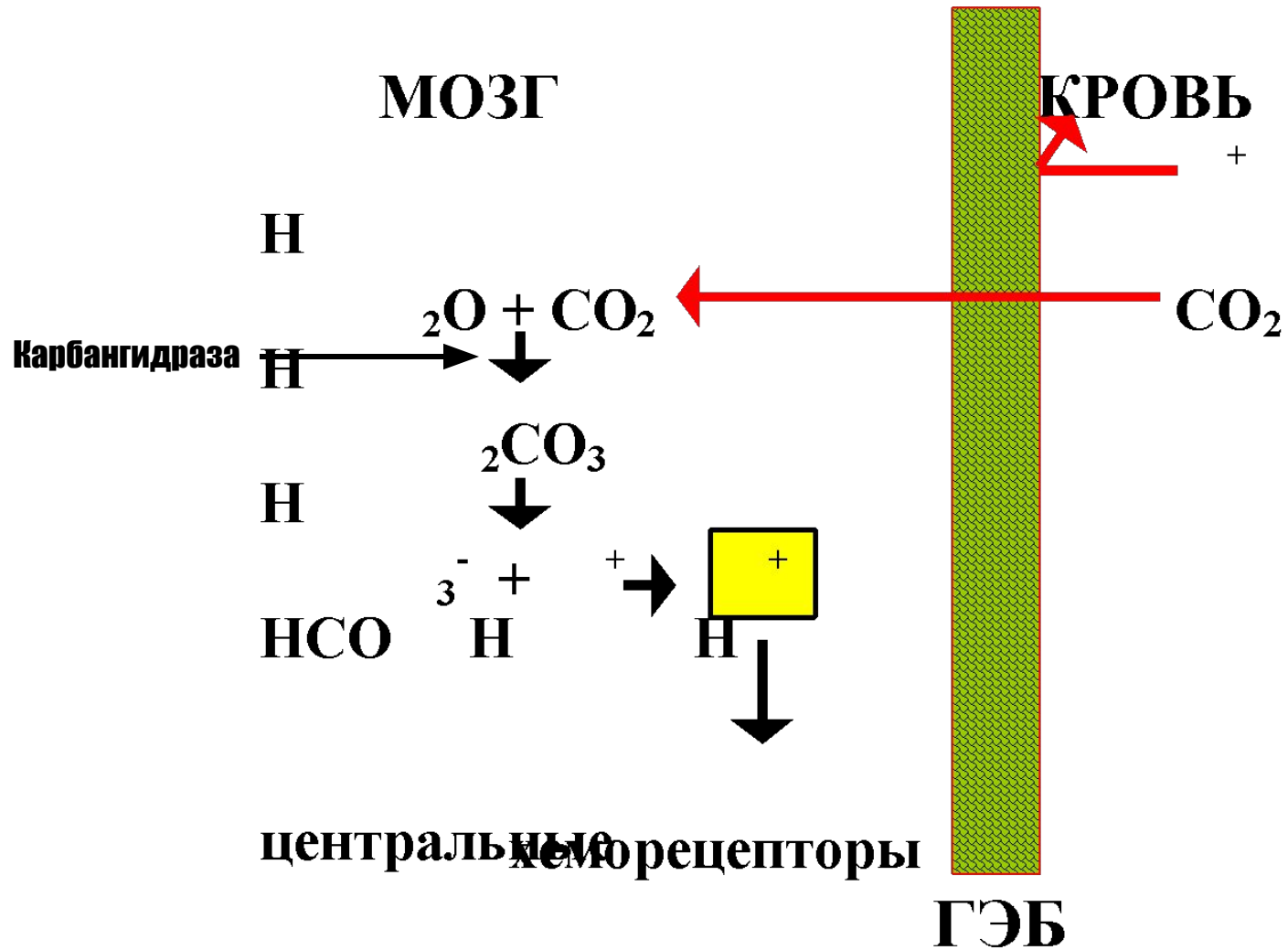
В Нобелевской лекции Хейманс отметил, что **«влияние изменений артериального давления на дыхание было известно раньше... обычно считалось, что эта связь... осуществляется за счет непосредственного воздействия артериального давления или скорости кровотока в головном мозге на дыхательный центр».**

Он заявил, что **«надо отказаться от этой классической теории и пересмотреть ее».**

# Рефлекторная активация центра вдоха



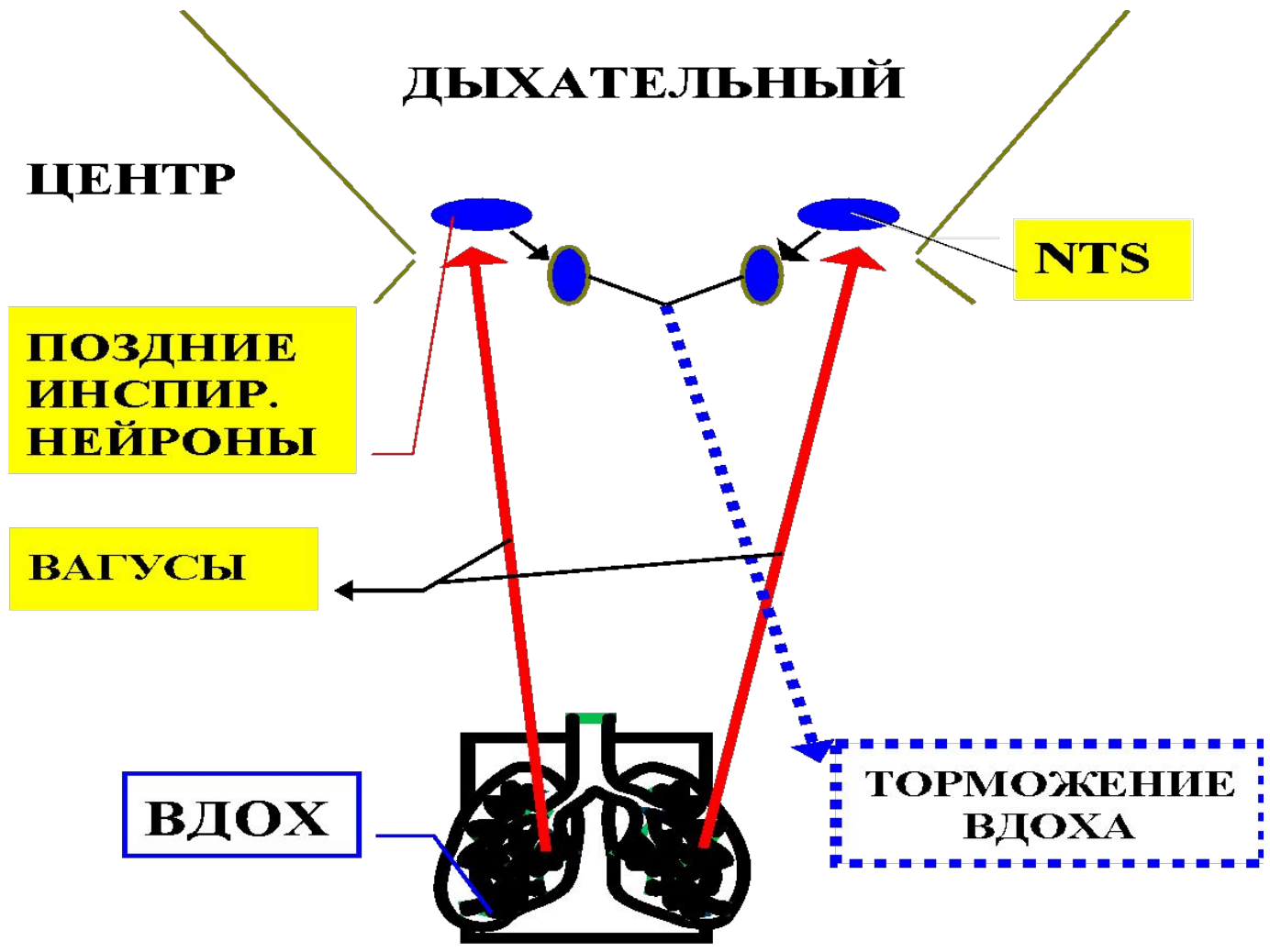
# Прямая (гуморальная) активация центра вдоха



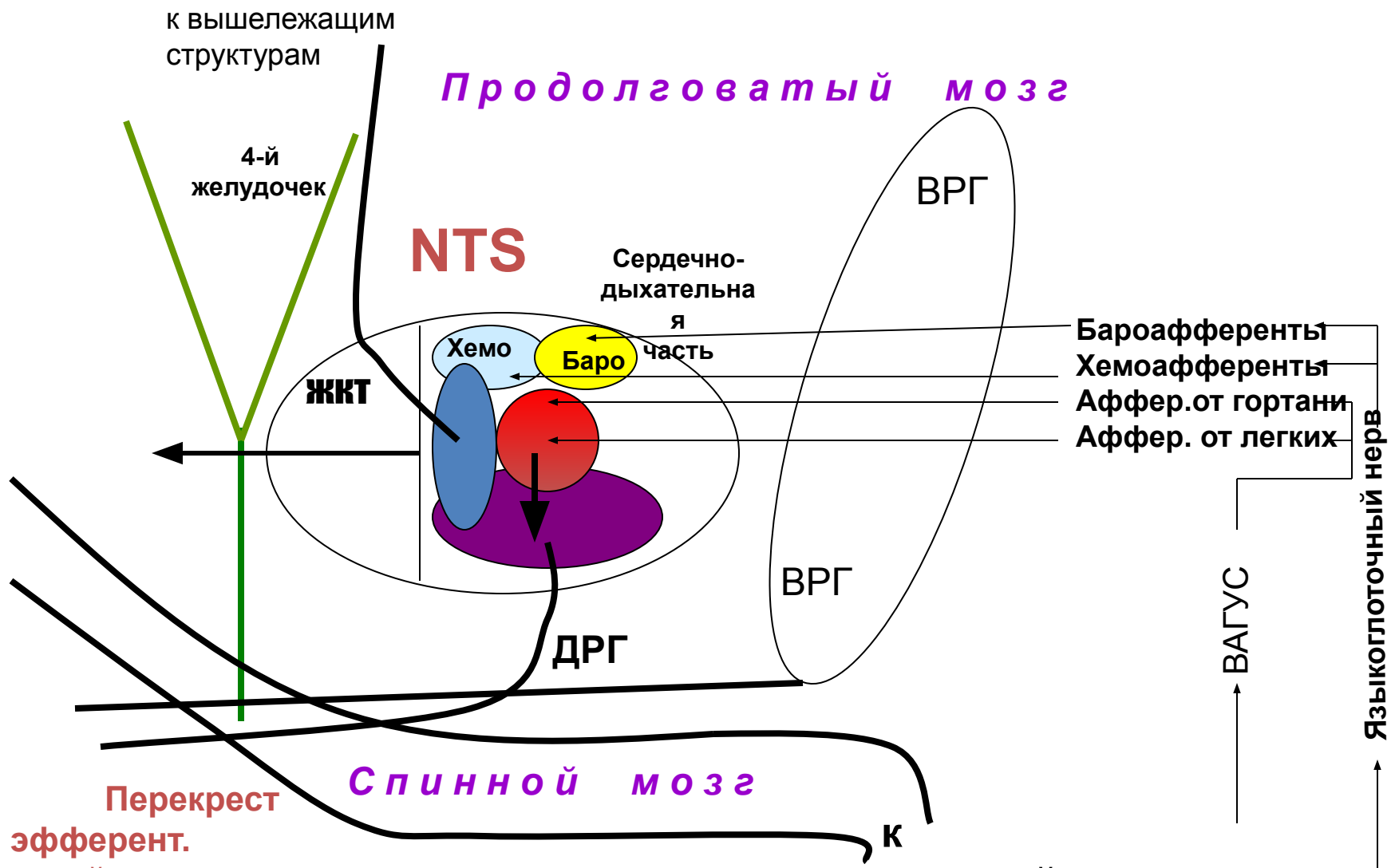
## **Вопрос № 2**

***Почему происходит  
выдох?***

# Рефлекс Геринга – Брейера (1868)



# ЯДЕРНЫЕ ГРУППЫ ПРОДОЛГОВАТОГО МОЗГА



# Нарушения и патологические ТИПЫ ДЫХАНИЯ

---

- - **асфиксия**
- - **апноэ**
- - **диспноэ - одышка**
- - **периодическое дыхание: типа Биота или Чейн-Стокса**
- - **гаспинг - дыхание**
- - **дыхание Куссмауля**



