Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Сибирский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации

Буферные системы

ПОДГОТОВИЛА: СТУДЕНТКА 6 КУРСА, 1313 ГР.

ТРИШИНА АНАСТАСИЯ ЮРЬЕВНА

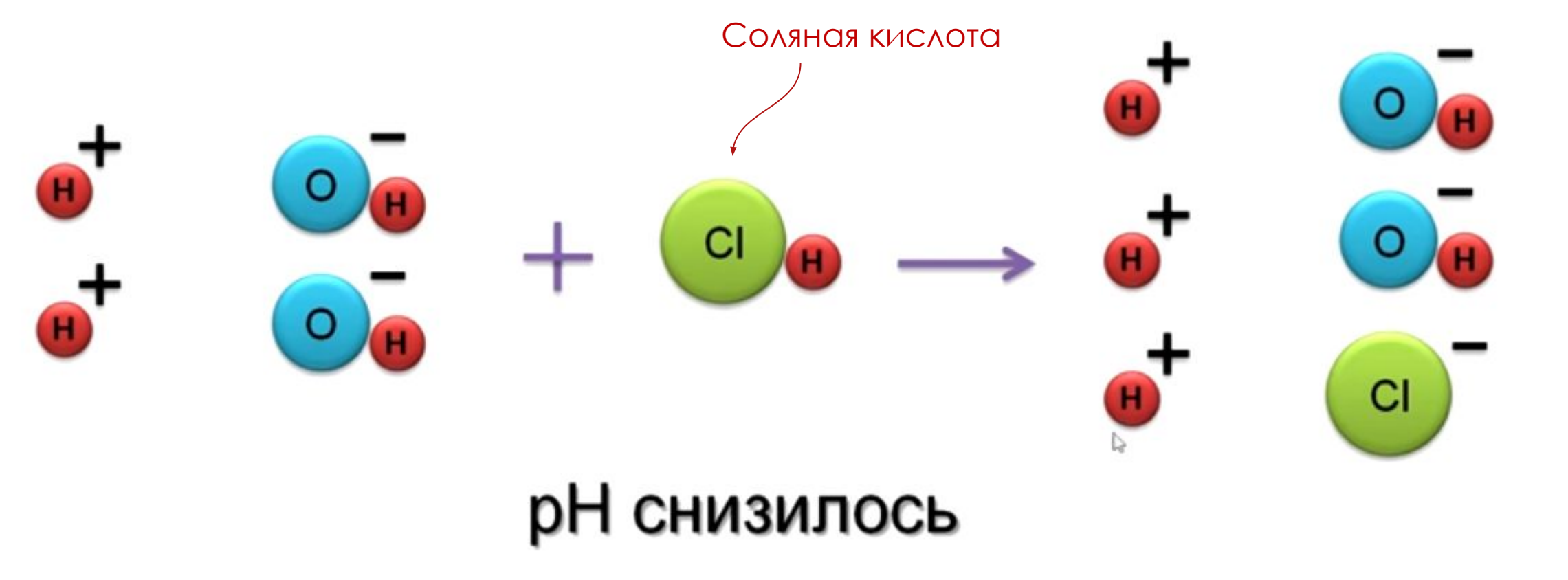
г. Томск
2018

Что это такое?

- **Бу́ферные систе́мы кро́ви** (от англ. *buff* — «смягчать удар») — физиологические системы и механизмы, обеспечивающие заданные параметры кислотно-основного равновесия в крови.
- Они являются **«первой линией защиты»**, препятствующей резким перепадам pH внутренней среды живых организмов.

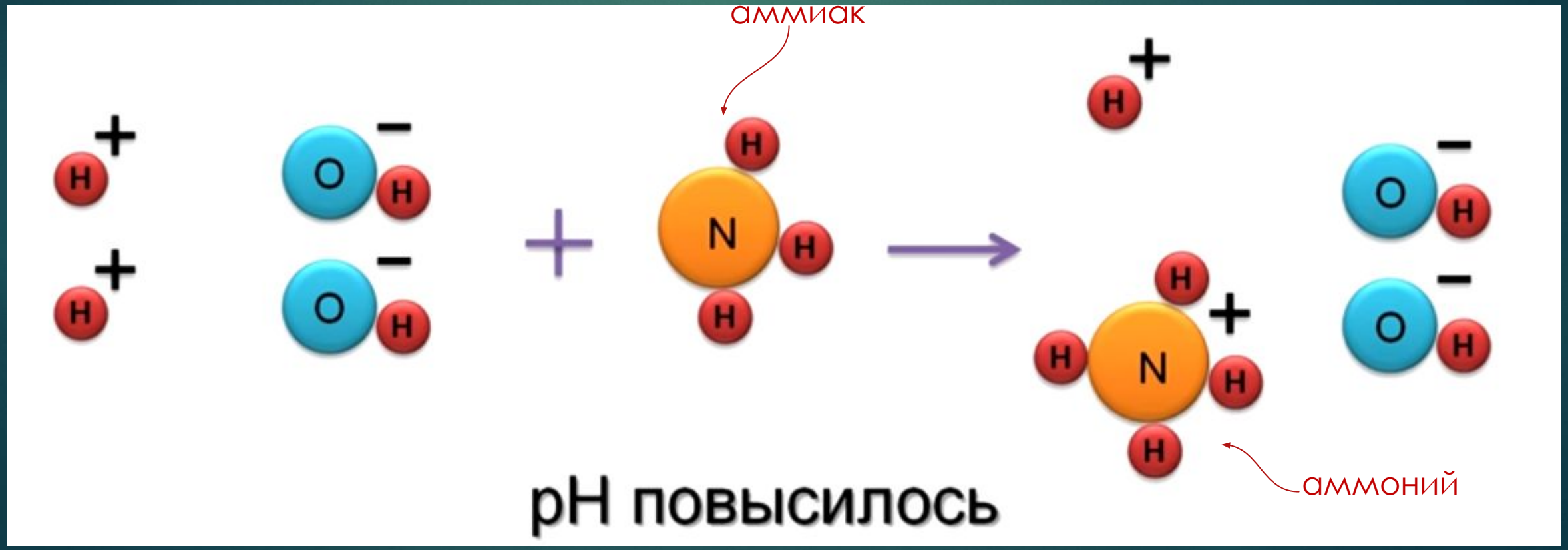
Вспоминаем химию

- **Кислоты-** это вещества, способные **отдавать H+**, тем самым увеличивая их концентрацию в среде, и следовательно **уменьшая значение pH**



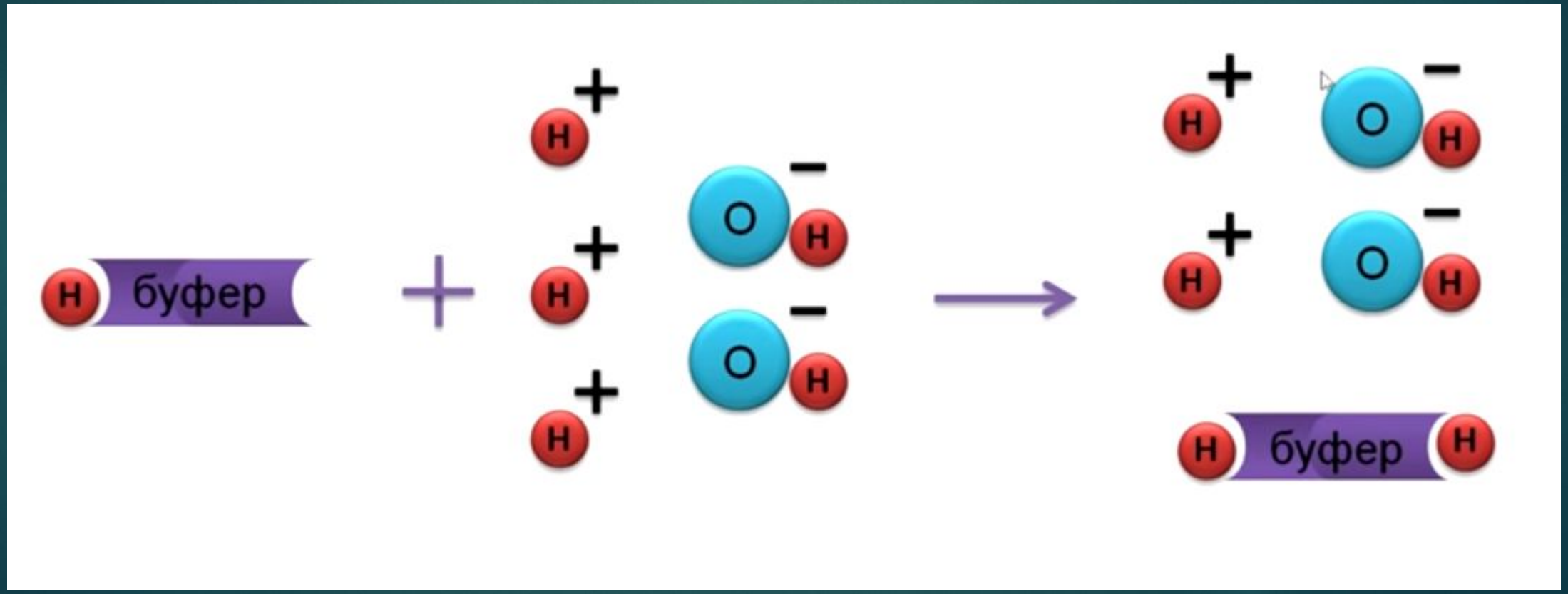
Вспоминаем химию

- **Основания** (щелочи)- вещества, способные **принимать H+**, тем самым уменьшая их количество в среде, и соответственно **повышают уровень pH**



«Буфер»

- **«Буфер»-** это такое вещество, которое при изменении pH может как **отдать H+**, так и **присоединить** его, там самым сохраняя pH гомеостаз среды



Значения pH

Нейтральный pH (внутри клетки) = 6.8

Оптимальные значения pH крови= **7.35-7.45** (сред. 7.4)

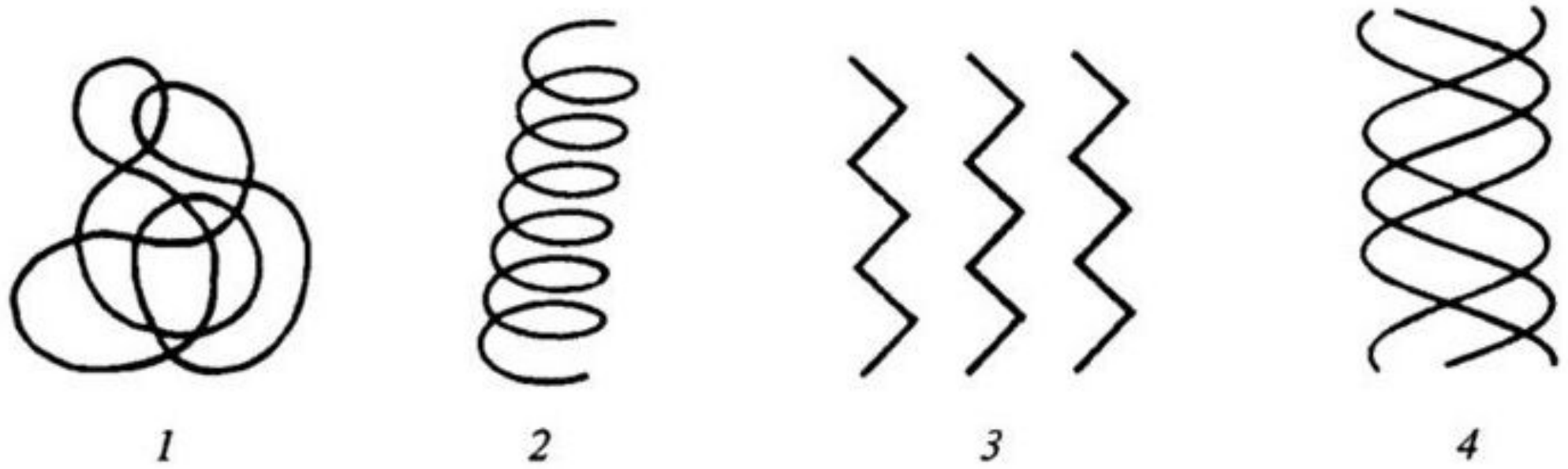
Ацидоз = pH менее 7.35

Алкалоз = pH более 7.45

Кровь- это взвесь клеток в жидкой среде, поэтому ее кислотно-основное **равновесие поддерживается совместным участием буферных систем** плазмы и клеток крови.

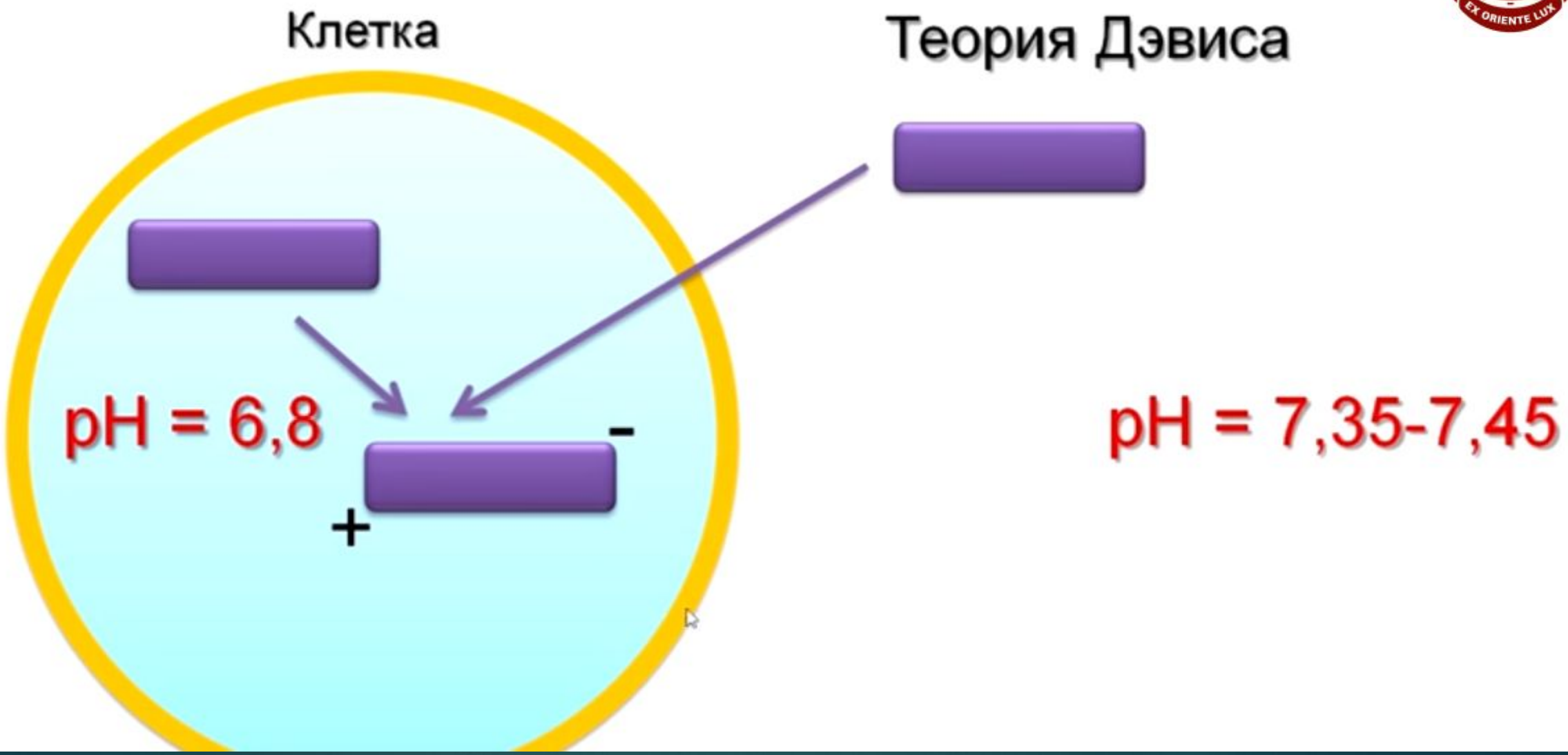
Зачем нужно поддерживать opt pH?

Он обеспечивает постоянство конфигурации и нормального функционирования белков



1 – глобулярный белок; *2–4* – фибриллярные белки; *2* – α-спираль; *3* – складчатый слой; *4* – тройная спираль

Даёт возможность работать механизму «клеточной ловушки»



Какие они бывают?

- бикарбона́тная
- фосфа́тная
- белко́вая
- гемоглоби́новая

Бикарбонатная Б.С.

- Мощная и самая управляемая система внеклеточной жидкости и крови
- Составляет **ок.10%** всей буферной емкости крови
- Состоит из сопряженной пары молекулы угольной кислоты H_2CO_3 (донор протона), и бикарбонат-иона HCO_3^- (акцептор)

$$H_2CO_3 \rightleftarrows H^+ + HCO_3^-$$

Донор протона — Акцептор протона

Бикарбонатная Б.С.

- При нормальном значении pH крови (7,4) **концентрация ионов HCO_3 больше конц. CO_2 примерно в 20 раз**
- Таким образом, бикарбонатная буферная система функционирует как эффективный регулятор в области **pH 7,4**
- Концентрация гидрокарбоната натрия в крови значительно превышает концентрацию H_2CO_3, **буферная ёмкость** этой системы будет значительно **выше по кислоте**

Бикарбонатная Б.С.

- **Механизм: при выделении** в кровь относительно больших количеств кислых продуктов (более сильной кислоты, чем угольная)

водородные ионы H^+ **взаимодействуют с ионами бикарбоната натрия** и **образуется слабодиссоциирующая угольная кислота** H_2CO_3 и соль

- А уже эта кислота выводится из организма путем расщепления карбоангидразой на воду и CO2 (в эритроцитах) и

гипервентиляции легких

Бикарбонатная Б.С.

- Если увеличивается количество оснований- то **основания забирают** у угольной кислоты **протон** и на «выходе» образуется **ион бикарбоната и вода.**
- При этом не происходит сколько-нибудь заметных сдвигов в величине pH
- Затем включается уже физиологические механизмы задержки в плазме CO_2 путем **гиповентиляции**

Фосфатная буферная система

- Это сопряженная кислотно-основная пара, состоящая из иона **$H_2PO_4^-$** (донор) и **иона HPO_4^{2-}** (акцептор)
- Роль кислоты в этой системе выполняет однозамещенный фосфат **NaH_2PO_4**, а роль соли двузамещенный фосфат – **Na_2HPO_4**

гидрофосфат

- Составляет всего лишь **1%** от буферной емкости крови

$$H_2PO_4^- \rightleftarrows H^+ + HPO_4^{2-}$$

Донор протона — Акцептор протона

Фосфатная буферная система

- При взаимодействии Na_2HPO_4 с какой- либо введенной в систему кислотой образуется **нейтральная соль и NaH_2PO_4**, а следовательно **концентрация ионов водорода понижается**

$$Na_2HPO_4 + H_2CO_3 \leftrightarrow NaH_2PO_4 + NaHCO_3$$

Фосфатная буферная система

- При поступлении в кровь оснований избыток **OH^--групп нейтрализуется кислотными H^+, а расход ионов H^+ восполняется повышением диссоциации NaH_2PO_4**.
- Основное значение фосфатный буфер имеет для регуляции pH **интерстициальной жидкости** и **мочи**.

Фосфатная буферная система

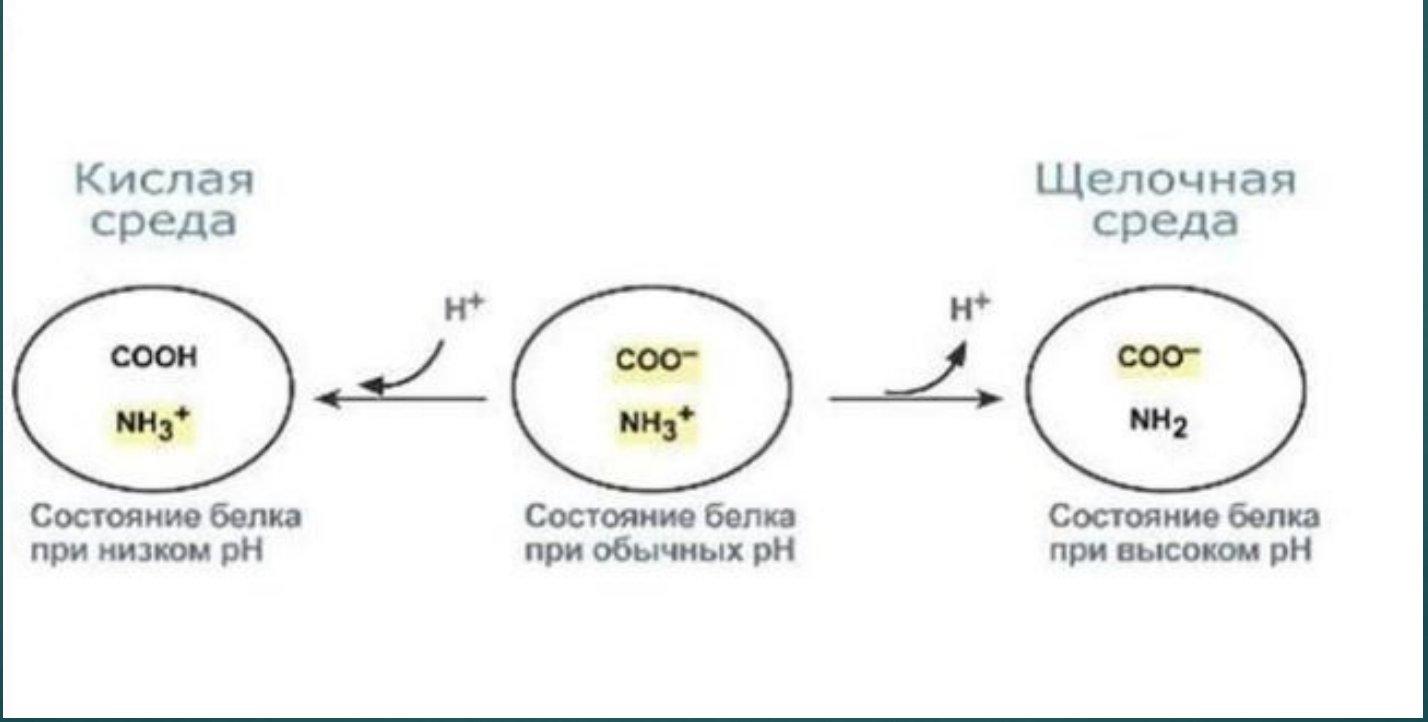
- Буферная пара ($H_2PO_4^-$–HPO_4^{2-}) способна оказывать влияние при изменениях pH в интервале от **6,1 до 7,7** и может обеспечивать определенную буферную емкость внутриклеточной жидкости, величина pH которой в пределах 6,9–7,4.
- В крови максимальная емкость фосфатного буфера проявляется вблизи значения pH 7,2.
- Фосфатный буфер в крови находится **в тесном взаимодействии с бикарбонатной** буферной системой.

Белковая буферная система

- Имеет меньшее значение для поддержания КОР в плазме крови,
- Белки образуют буферную систему благодаря наличию **кислотно-основных групп** в молекуле белков:
  белок–H^+(кислота, донор протонов)
  и белок (сопряженное основание, акцептор протонов).

Белковая буферная система

- Белковая буферная система плазмы крови эффективна в области значений pH **7,2–7,4.**



Гемоглобиновая буферная система

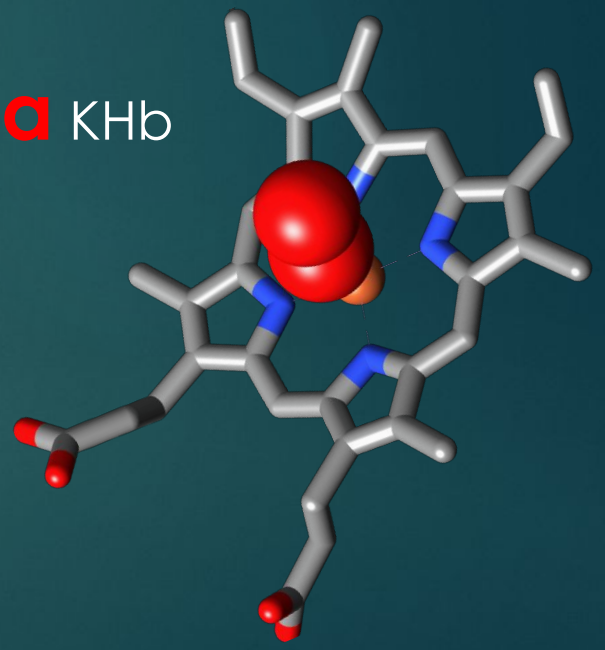
- **Самая мощная** БС, в 9 раз мощнее бикарбонатного буфера
- Составляет **75%** от всей буферной емкости крови

Константа диссоциации кислотных групп гемоглобина **зависит от его насыщения кислородом**:

- Если Hb насыщен O2- он становится более сильной кислотой ($HHbO_2$)
- Но когда он отдал свой O2- он становится очень слабой кислотой (HHb)

Гемоглобиновая буферная система

- Итак, **гемоглобиновая БС** состоит из **неионизированного гемоглобина** HHb (слабая кислота, донор) и **калиевой соли гемоглобина** KHb (сопряженное основание, акцептор).
- Точно так же может быть рассмотрена **оксигемоглобиновая** БС.
- Система гемоглобина и оксигемоглобина являются **взаимопревращающимися системами** и существуют как **единое целое**.



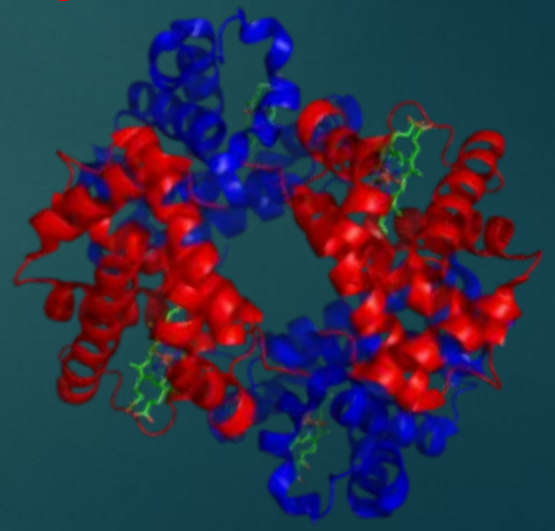
Гемоглобиновая буферная система

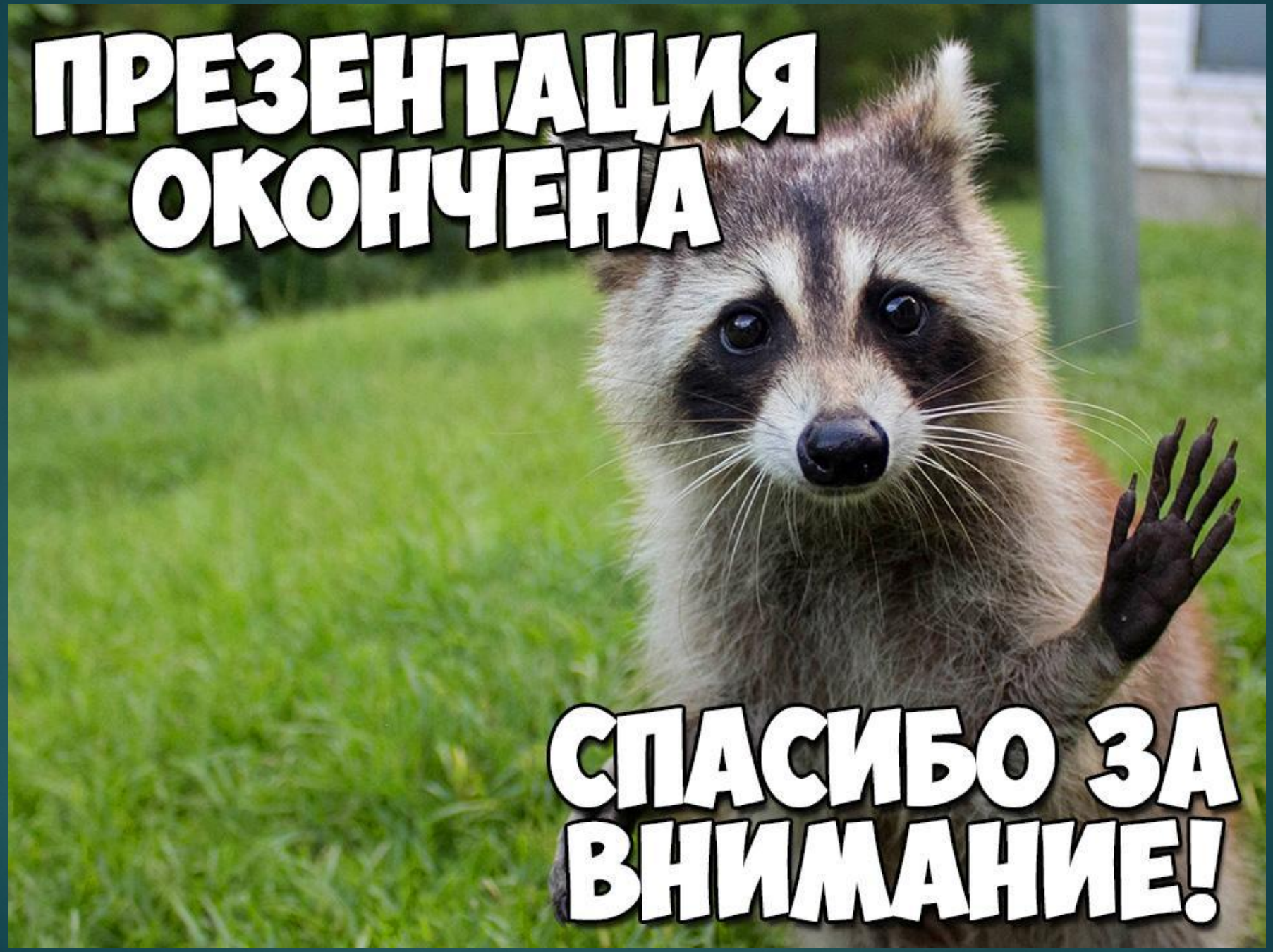
- Буферные свойства гемоглобина обусловлены возможностью **взаимодействия кислот с калиевой солью гемоглобина** с образованием эквивалентного количества соответствующей **калийной соли** кислоты и **свободного гемоглобина**:

$$KHb + H_2CO_3 \longrightarrow KHCO_3 + HHb$$

Гемоглобиновая буферная система

- Гемоглобин (HHb), попадая в капилляры легких, **превращается в окси-гемоглобин** ($HHbO_2$), что приводит к некоторому **подкислению** крови, вытеснению части H_2CO_3 из бикарбонатов и **понижению щелочного резерва крови** .




ПРЕЗЕНТАЦИЯ
ОКОНЧЕНА
СПАСИБО ЗА
ВНИМАНИЕ!