



Научно-технологический
университет

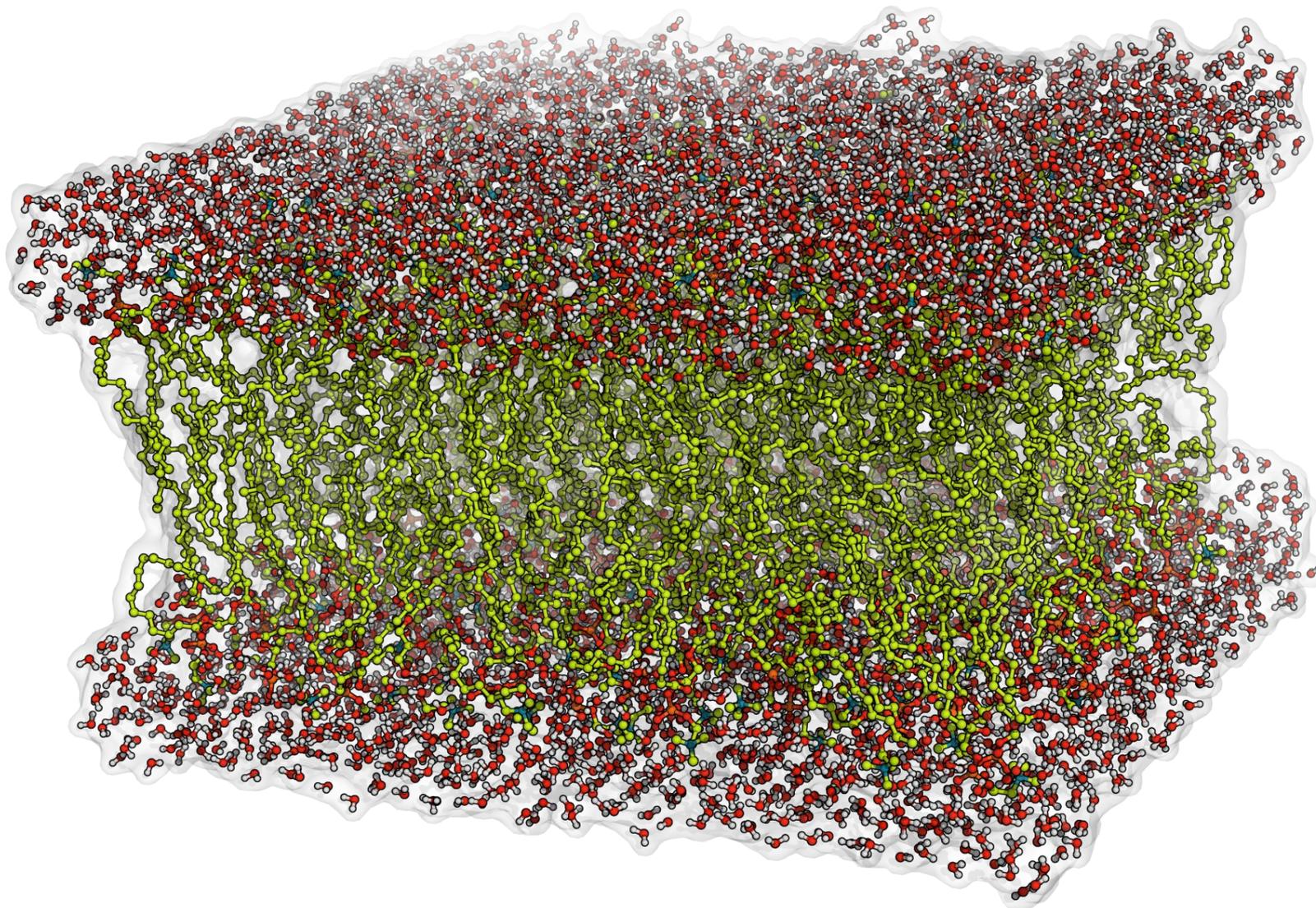
Сириус

Структурная биоинформатика | Лекция 8

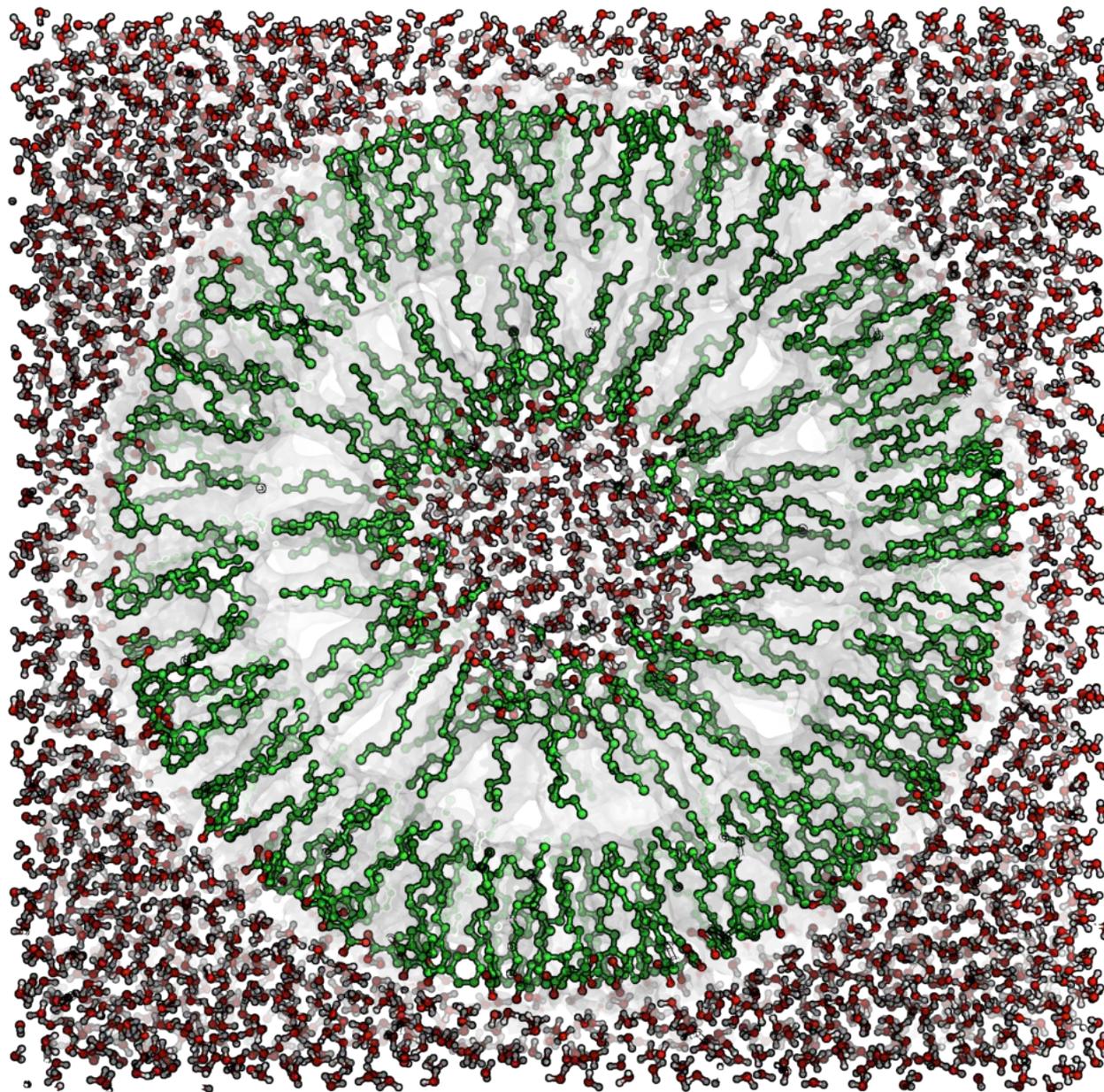
Мембранные белки. Каналы

Александр Злобин

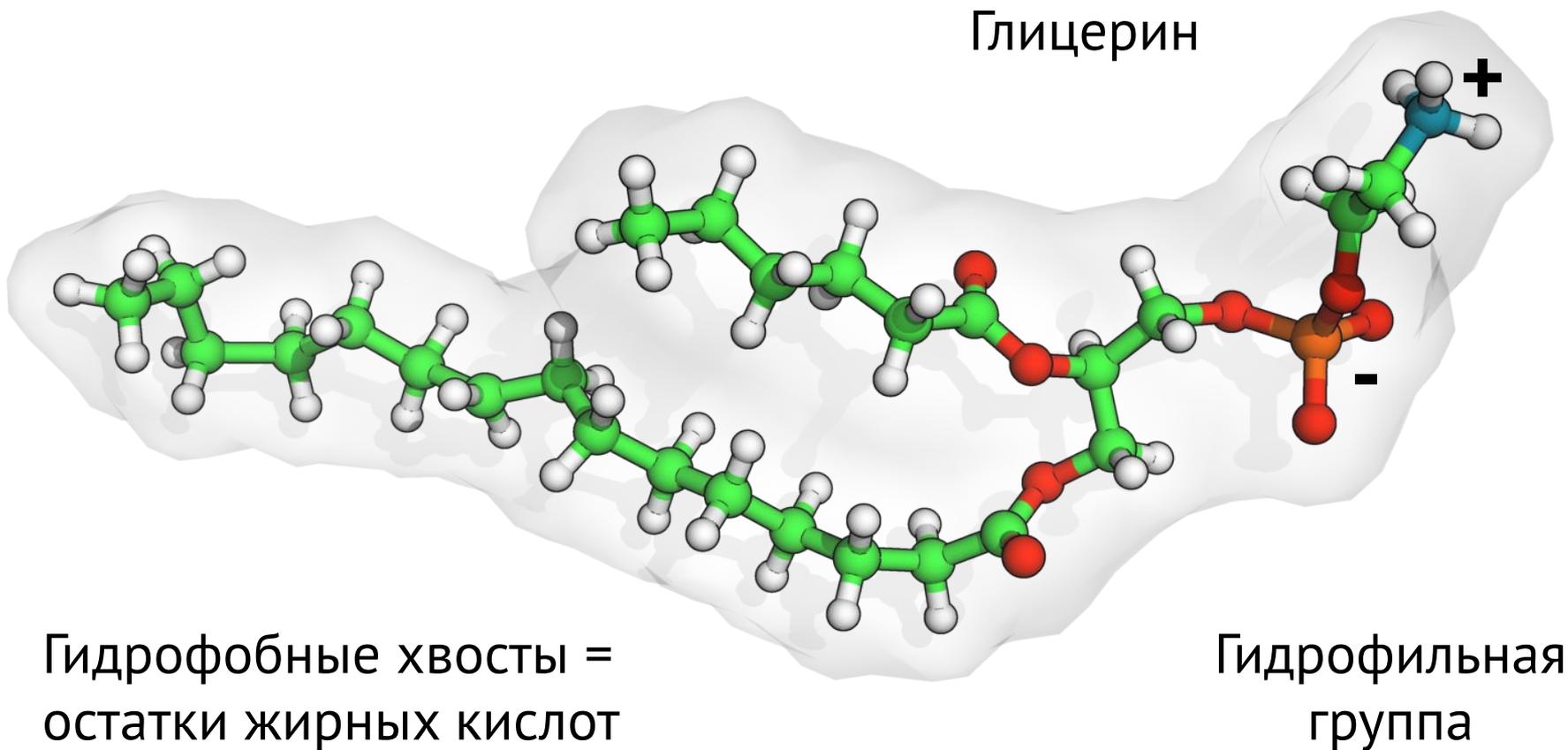
МЕМБРАНА



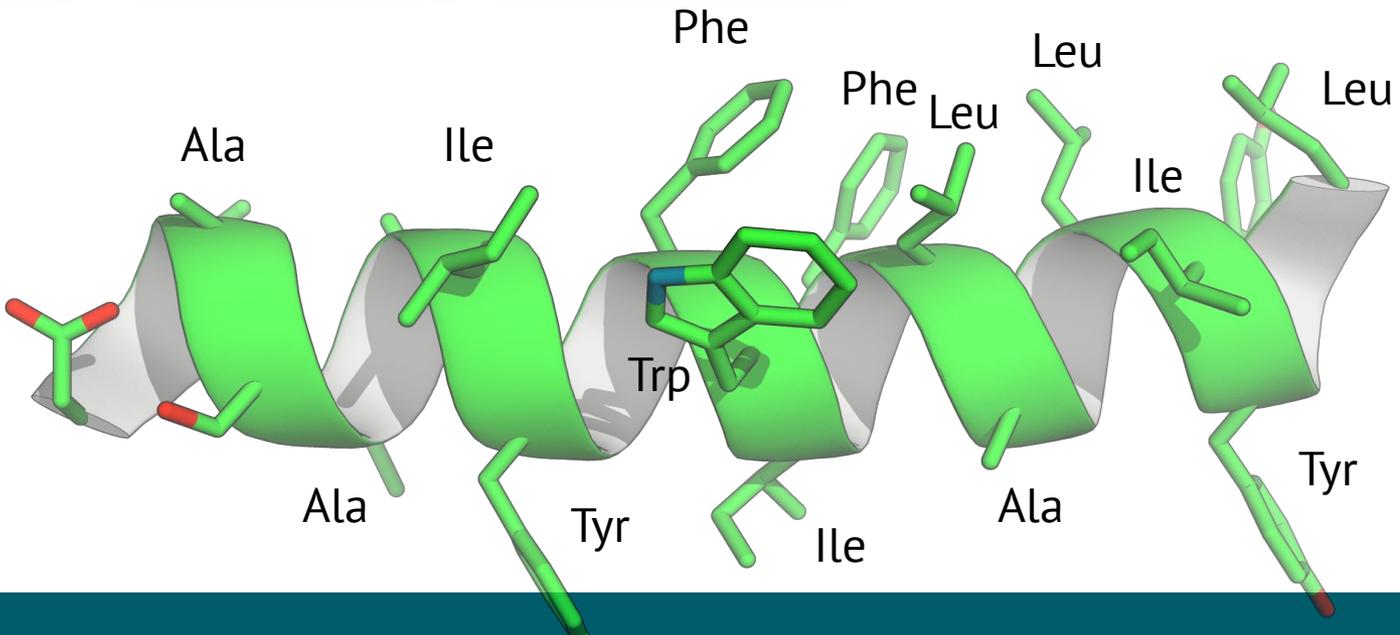
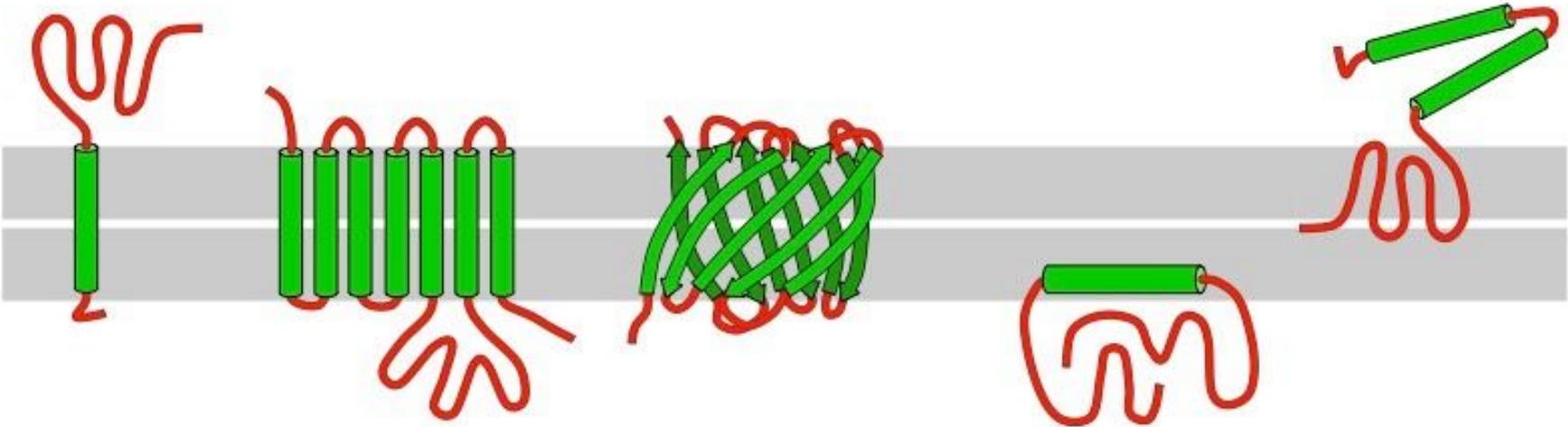
МЕМБРАНА



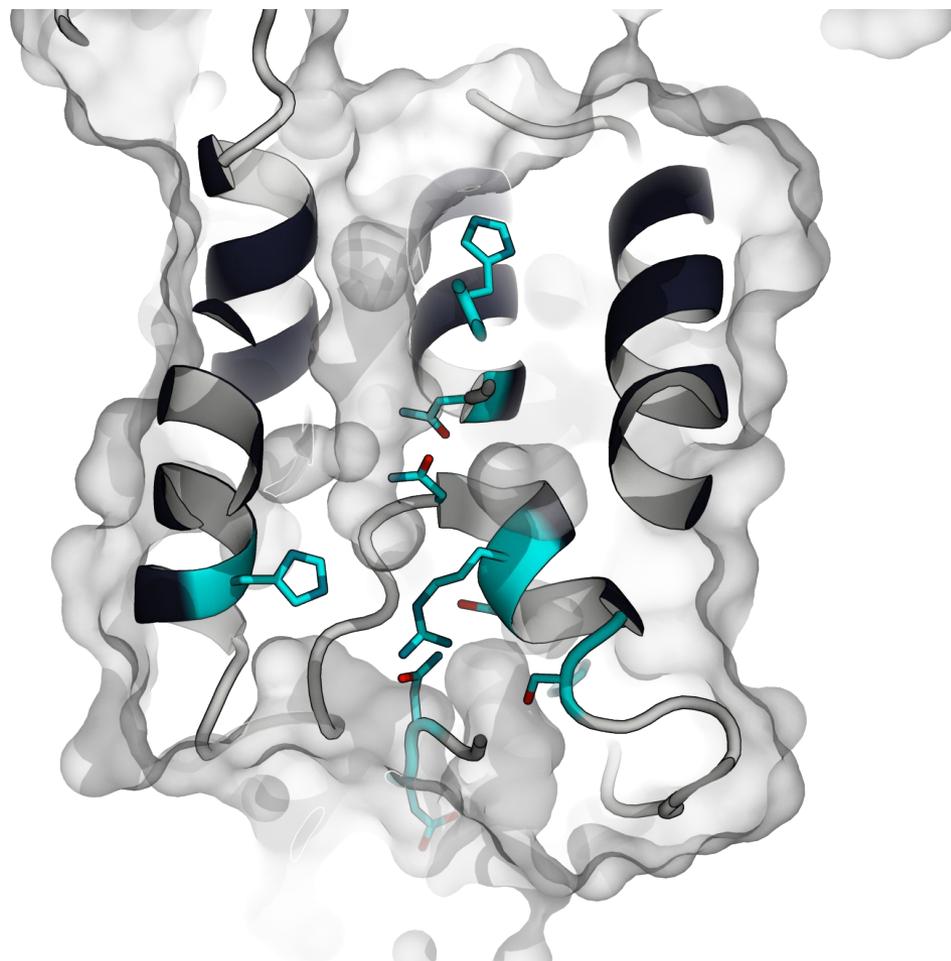
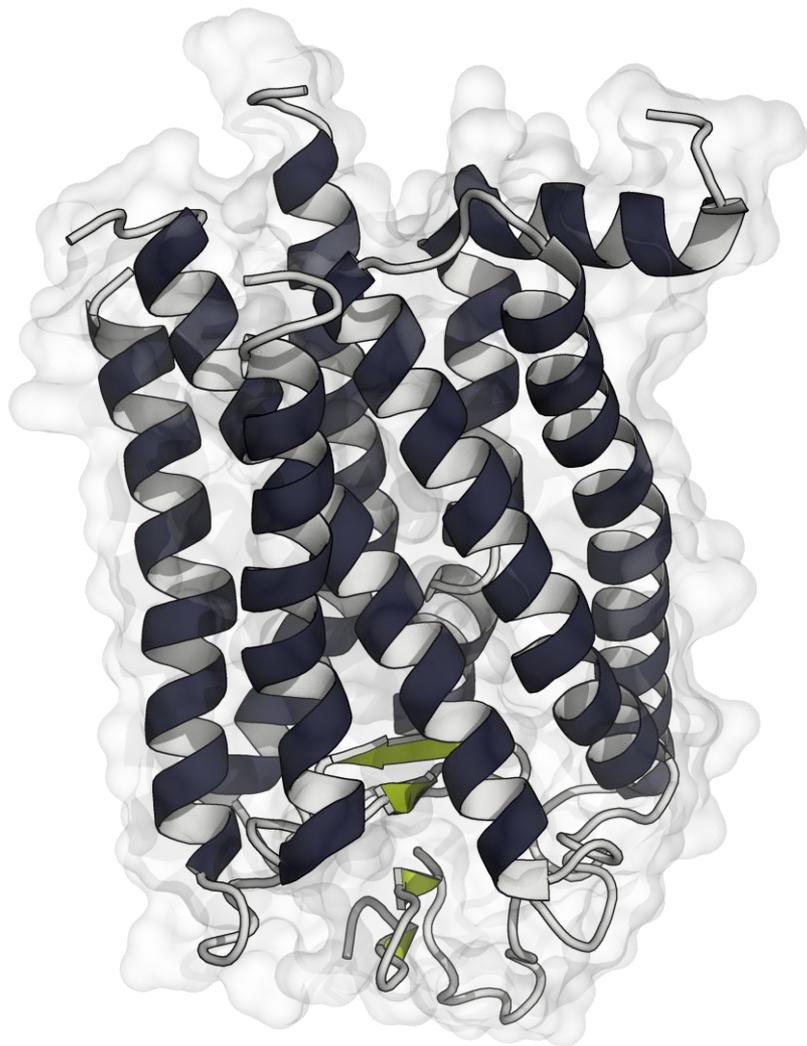
ФОСФОЛИПИДЫ



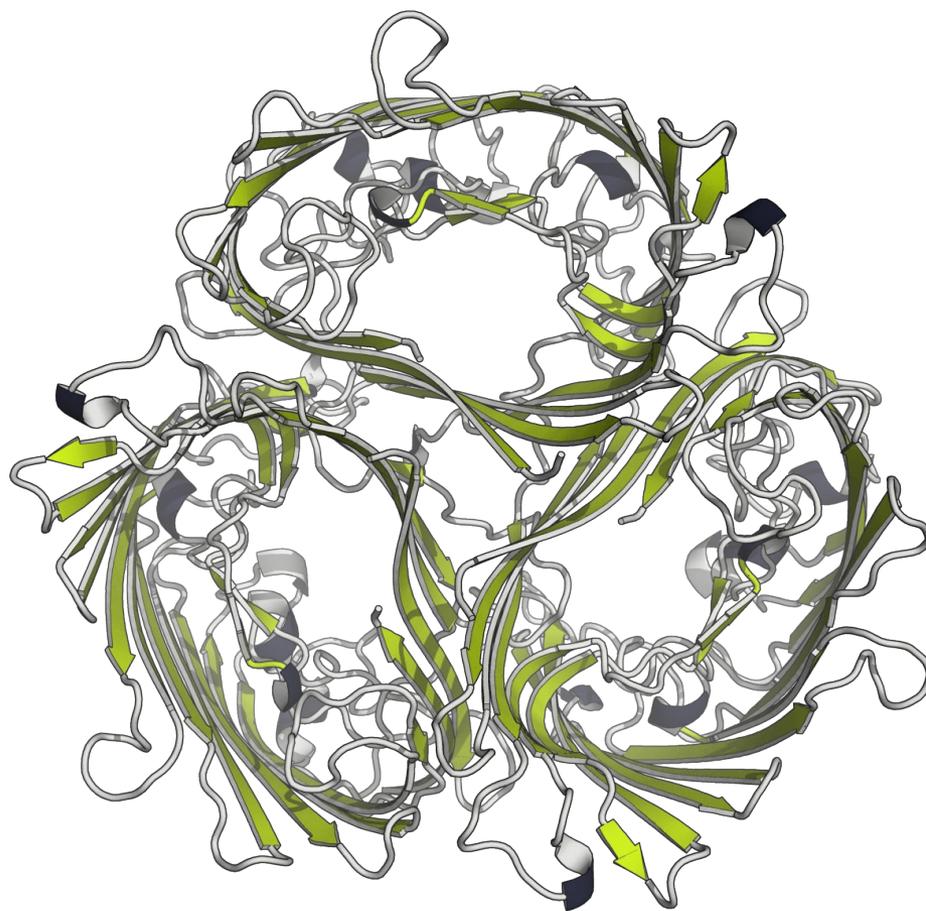
МЕМБРАННЫЕ БЕЛКИ



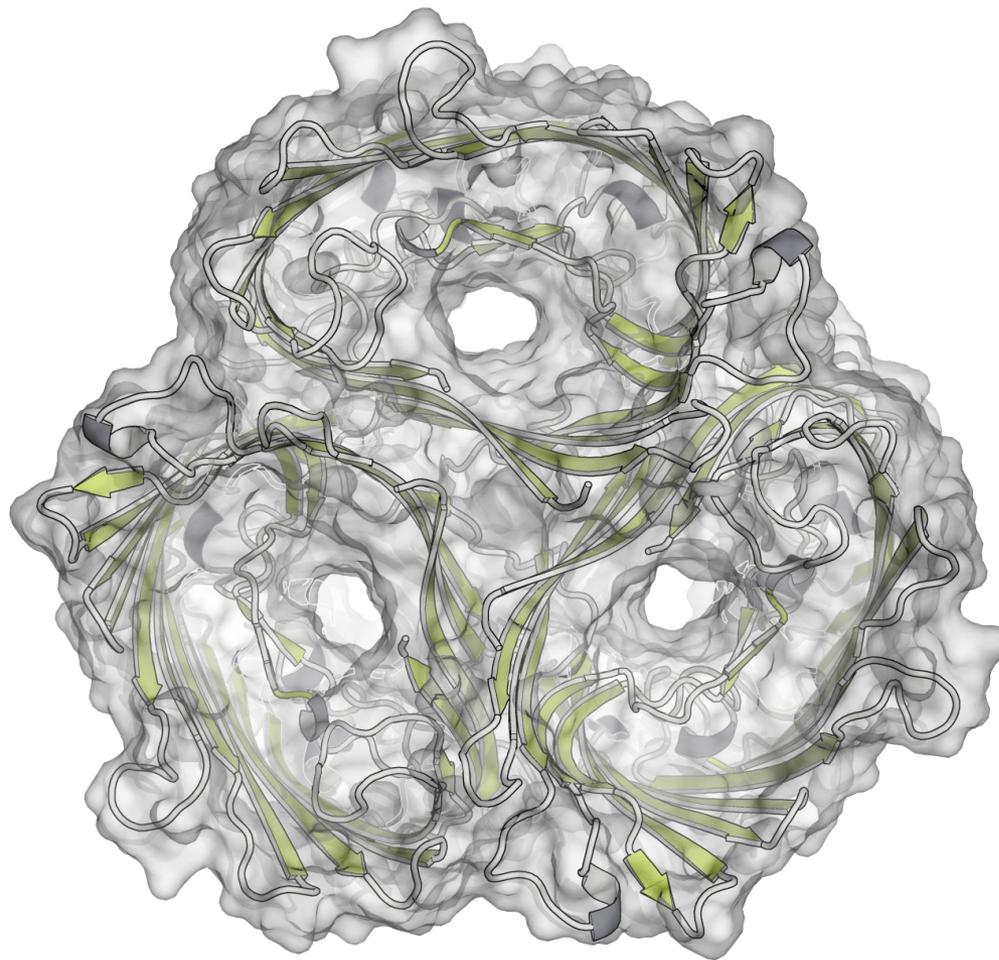
МЕМБРАННЫЕ АЛЬФА-СПИРАЛИ



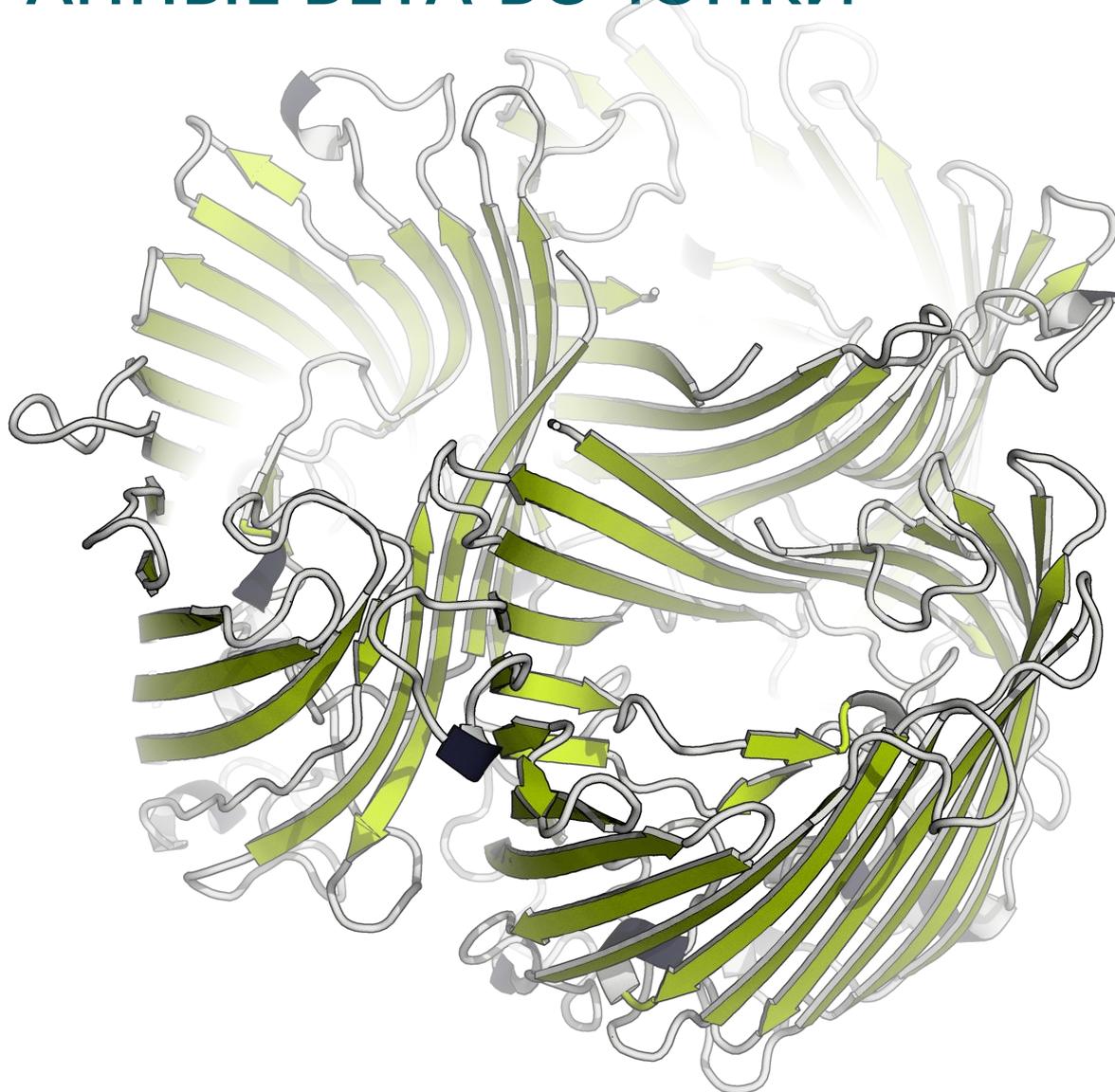
МЕМБРАННЫЕ БЕТА-БОЧОНКИ



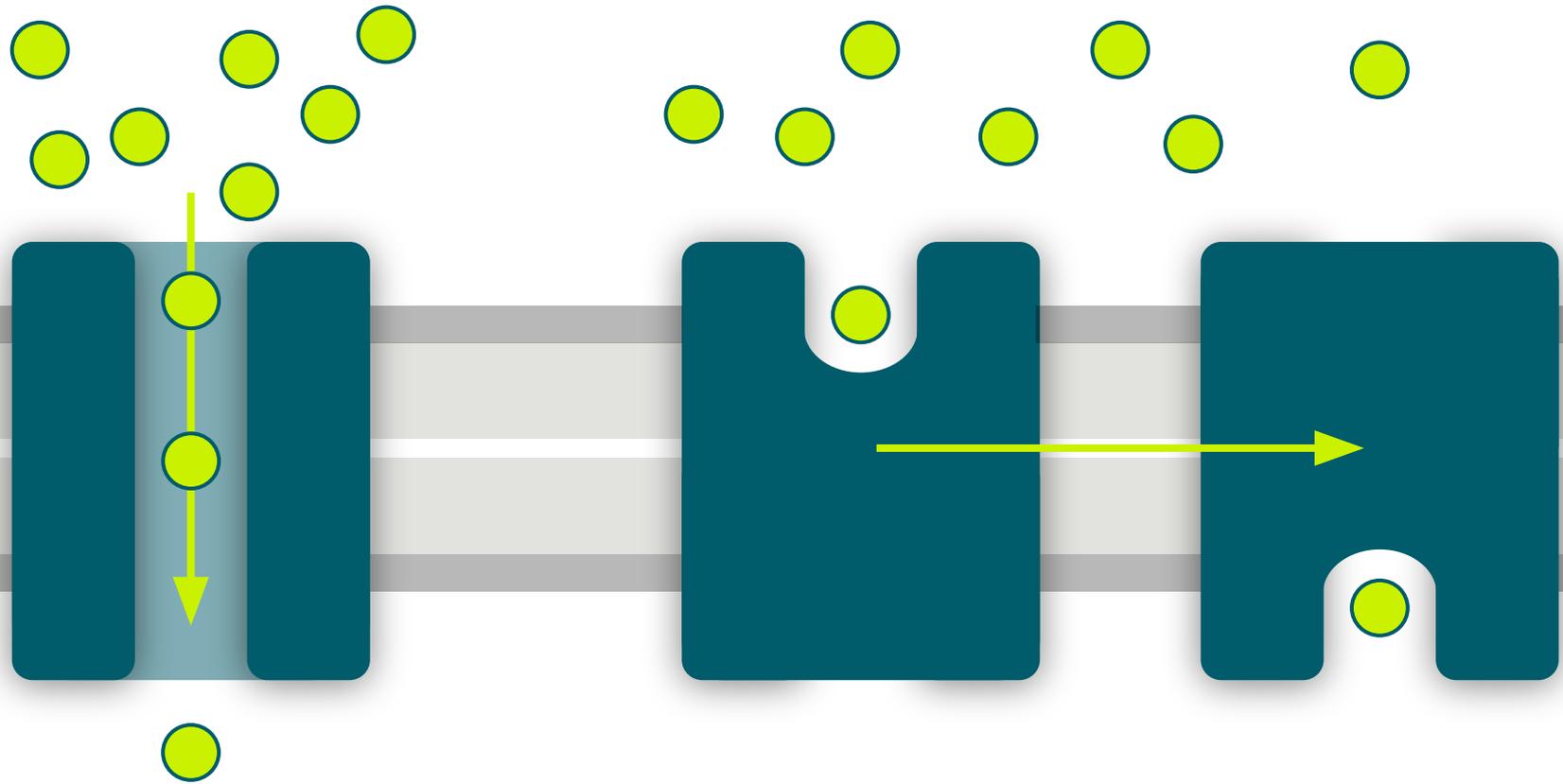
МЕМБРАННЫЕ БЕТА-БОЧОНКИ



МЕМБРАННЫЕ БЕТА-БОЧОНКИ



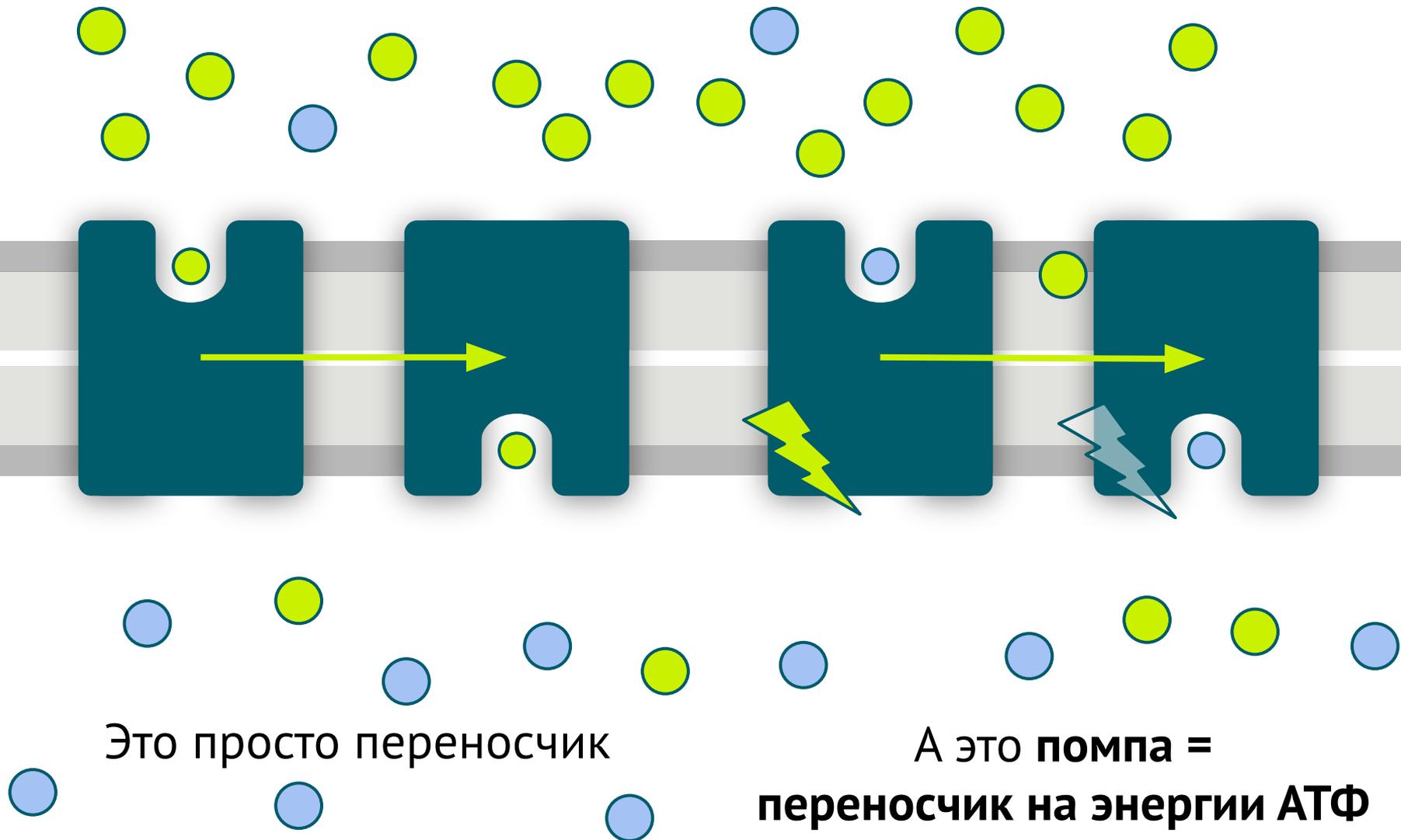
ТИПЫ МЕМБРАННЫХ БЕЛКОВ



Канал

Переносчик

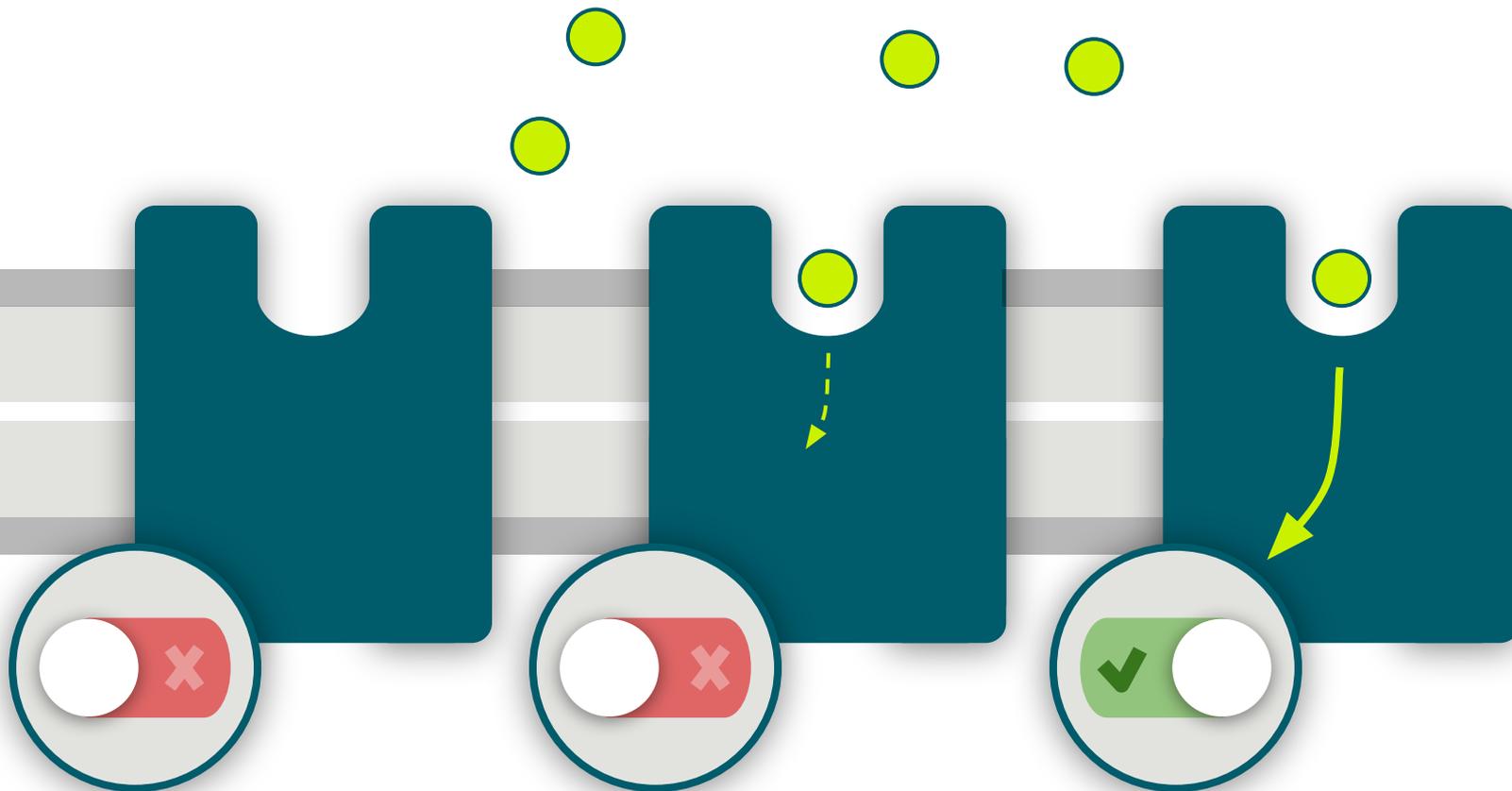
ТИПЫ МЕМБРАННЫХ БЕЛКОВ



ТИПЫ МЕМБРАННЫХ БЕЛКОВ

Снаружи

Внутри



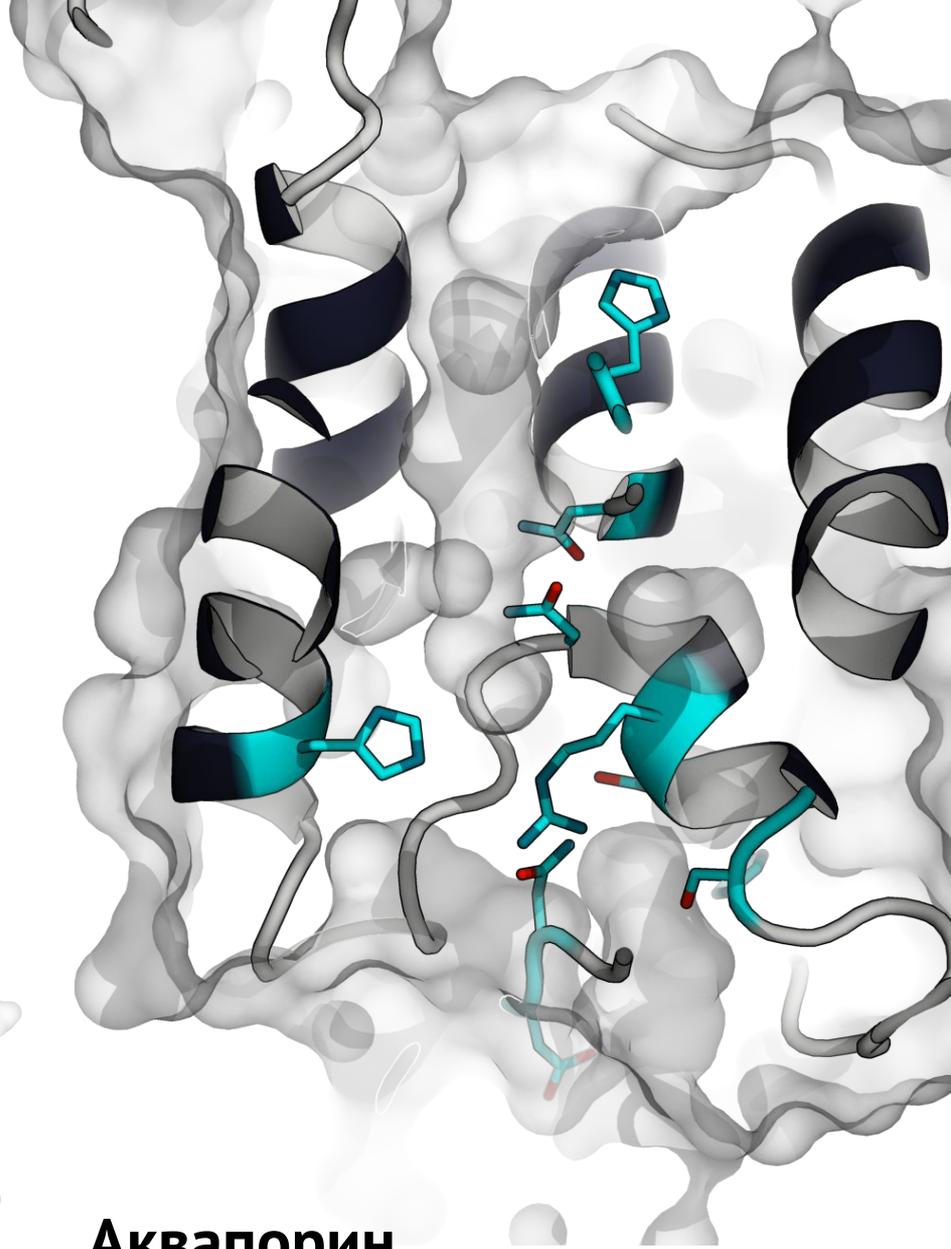
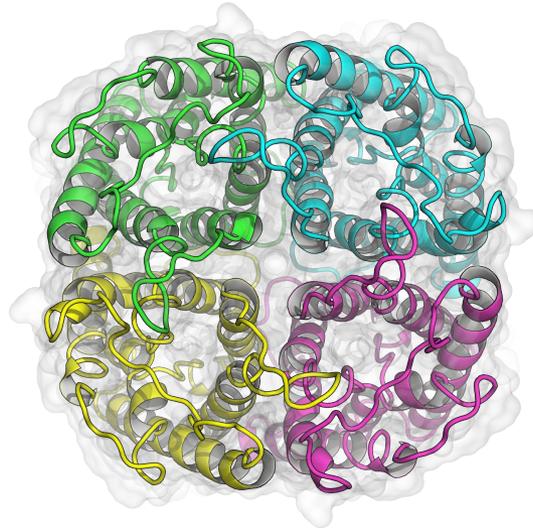
Рецептор передает не
вещества, а сигнал

КАНАЛЫ

По каналам проходят:

- **Вода**
- Небольшие органические вещества (только у бактерий)
- Все, что угодно
- Неорганические ионы

2003

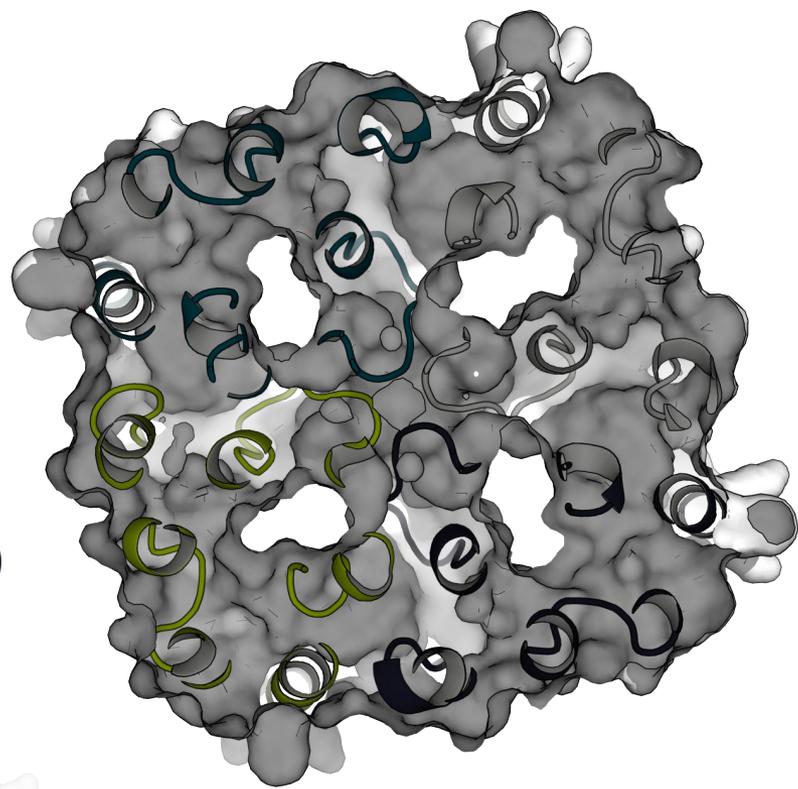


Аквапорин

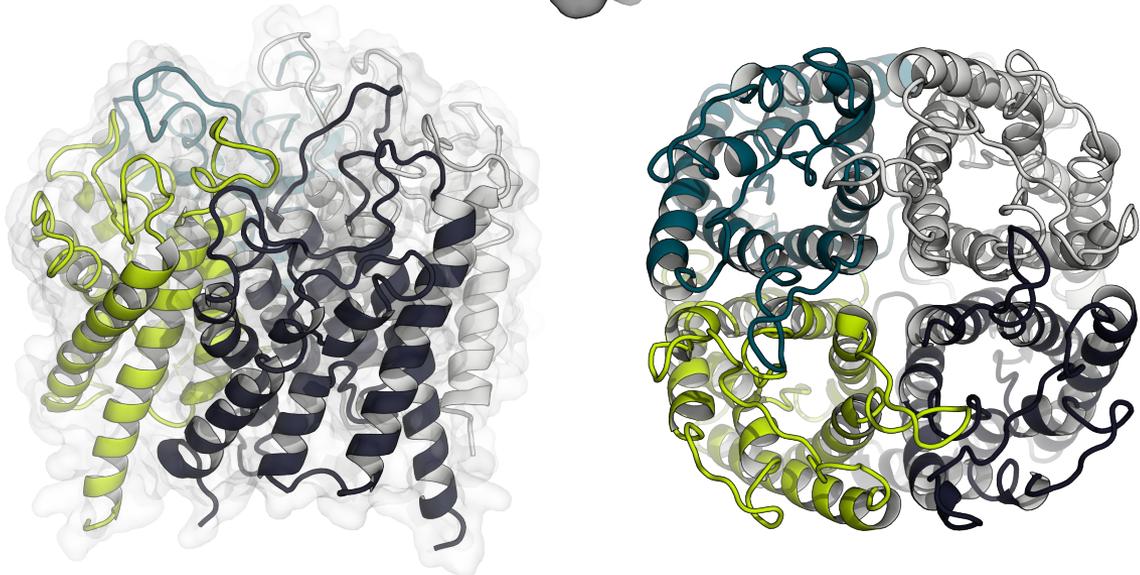
КАНАЛЫ

По каналам проходят:

- **Вода**
- Небольшие органические вещества (только у бактерий)
- Все, что угодно
- Неорганические ионы



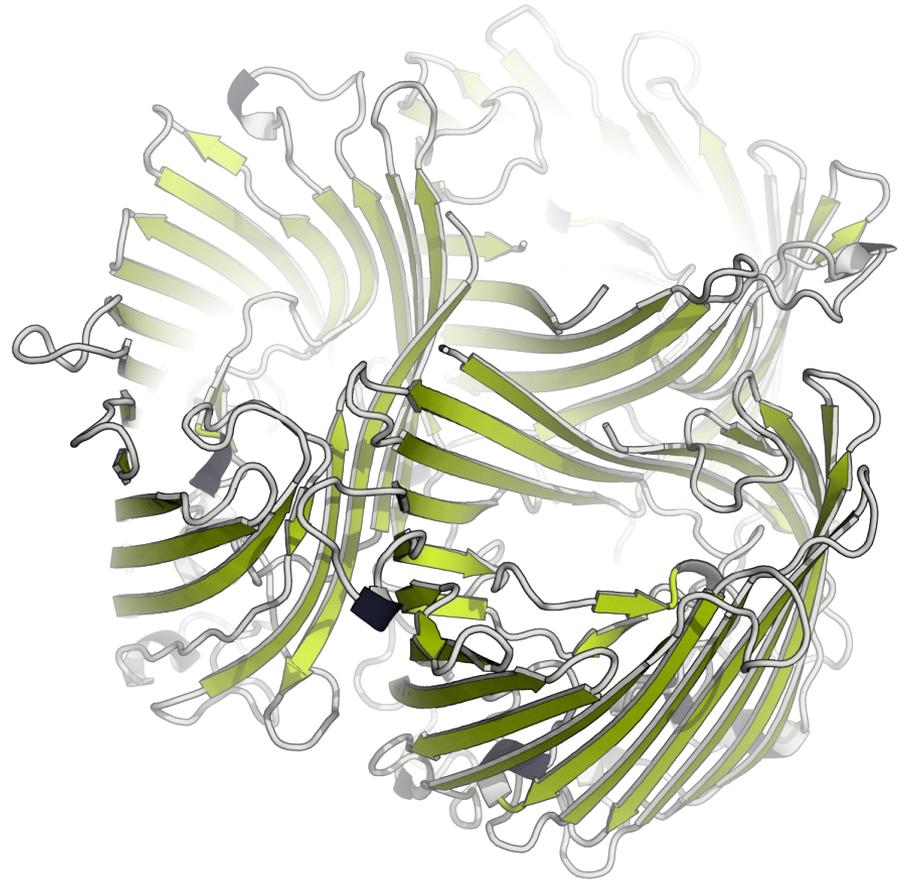
2003



КАНАЛЫ

По каналам проходят:

- Вода
- **Небольшие органические вещества** (только у бактерий)
- Все, что угодно
- Неорганические ионы



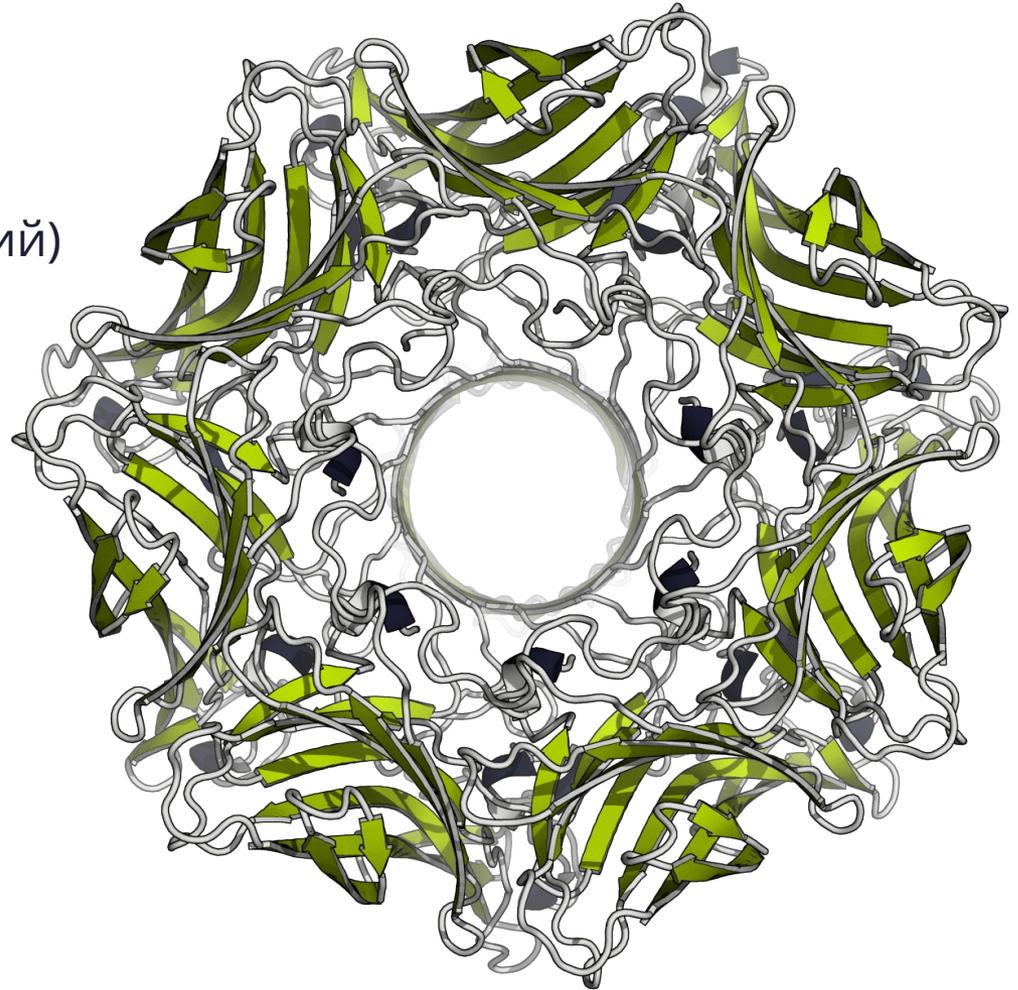
Сахарозный порин

КАНАЛЫ

Гемолизин золотистого стафилококка

По каналам проходят:

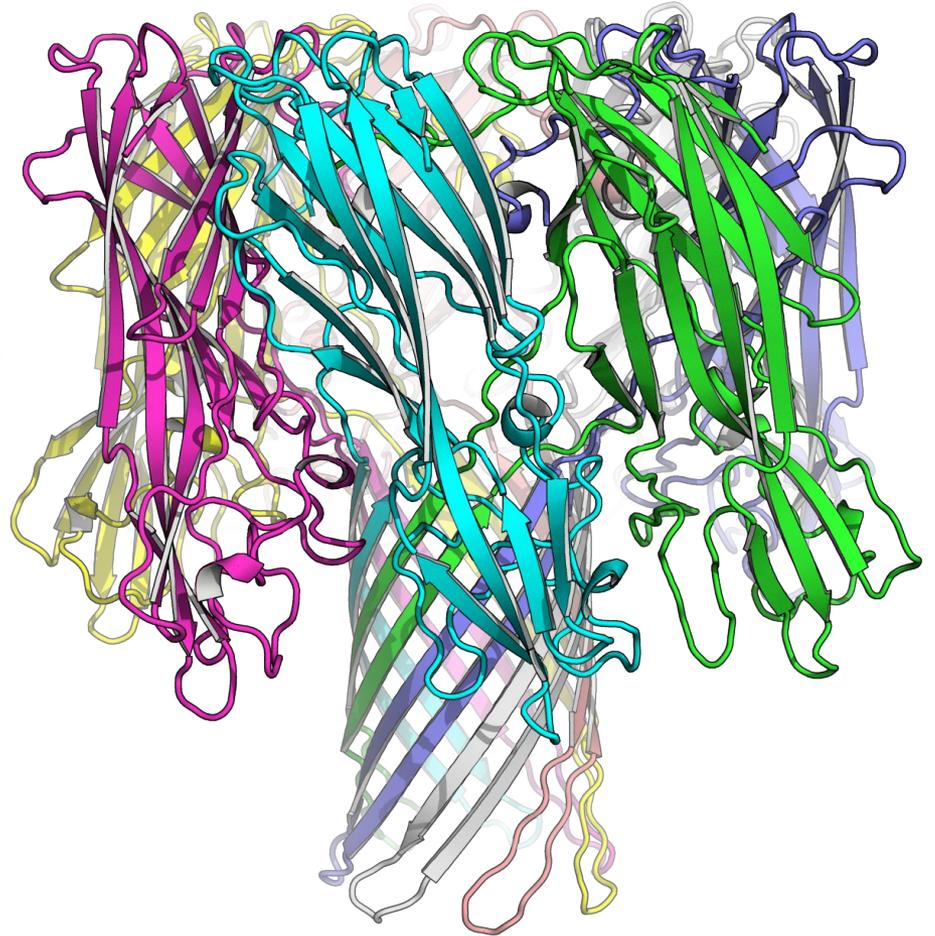
- Вода
- Небольшие органические вещества (только у бактерий)
- **Все, что угодно**
- Неорганические ионы



КАНАЛЫ

По каналам проходят:

- Вода
- Небольшие органические вещества (только у бактерий)
- **Все, что угодно**
- Неорганические ионы

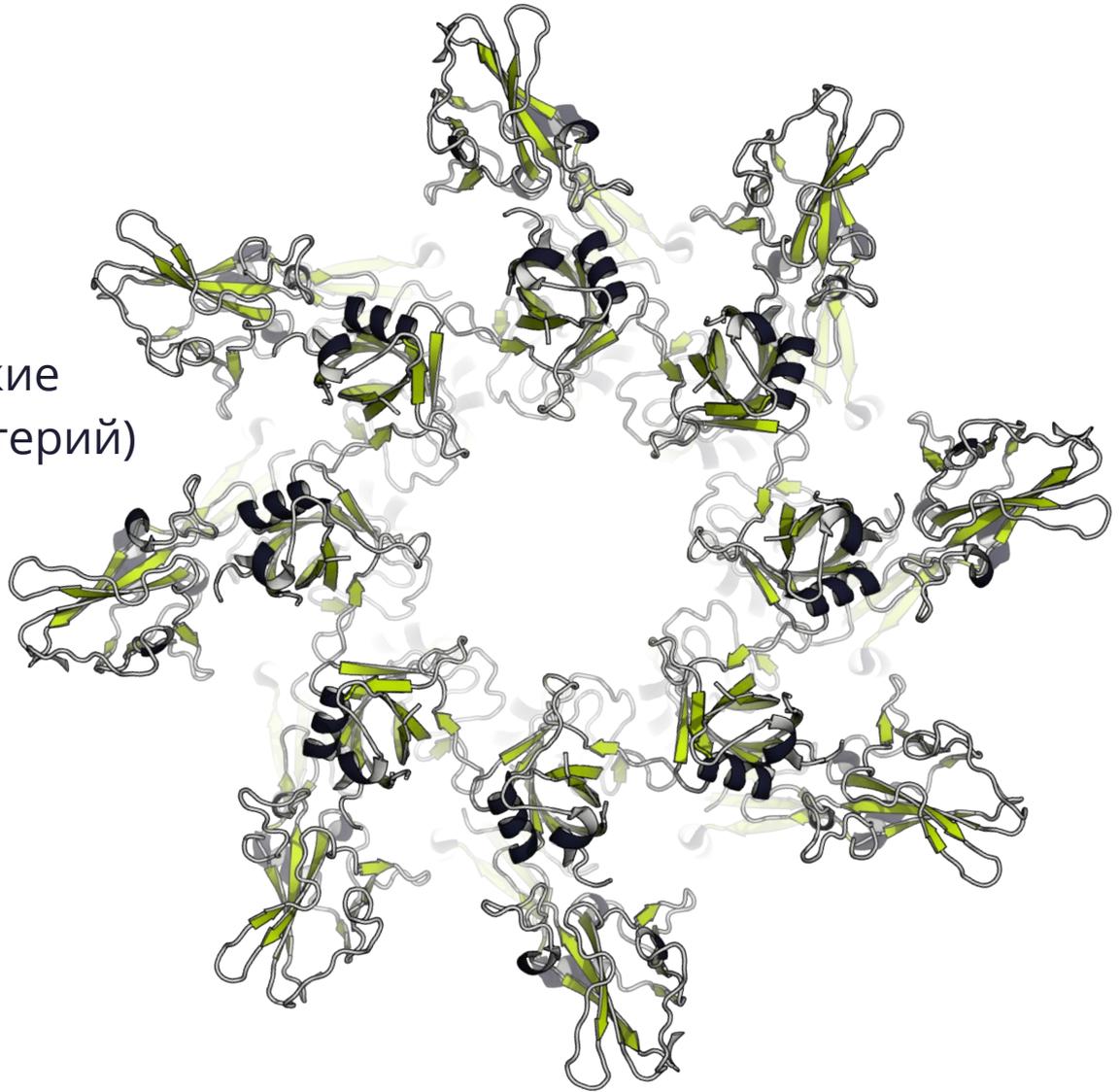


**Гемолизин золотистого
стафилококка**

КАНАЛЫ

По каналам проходят:

- Вода
- Небольшие органические вещества (только у бактерий)
- **Все, что угодно**
- Неорганические ионы

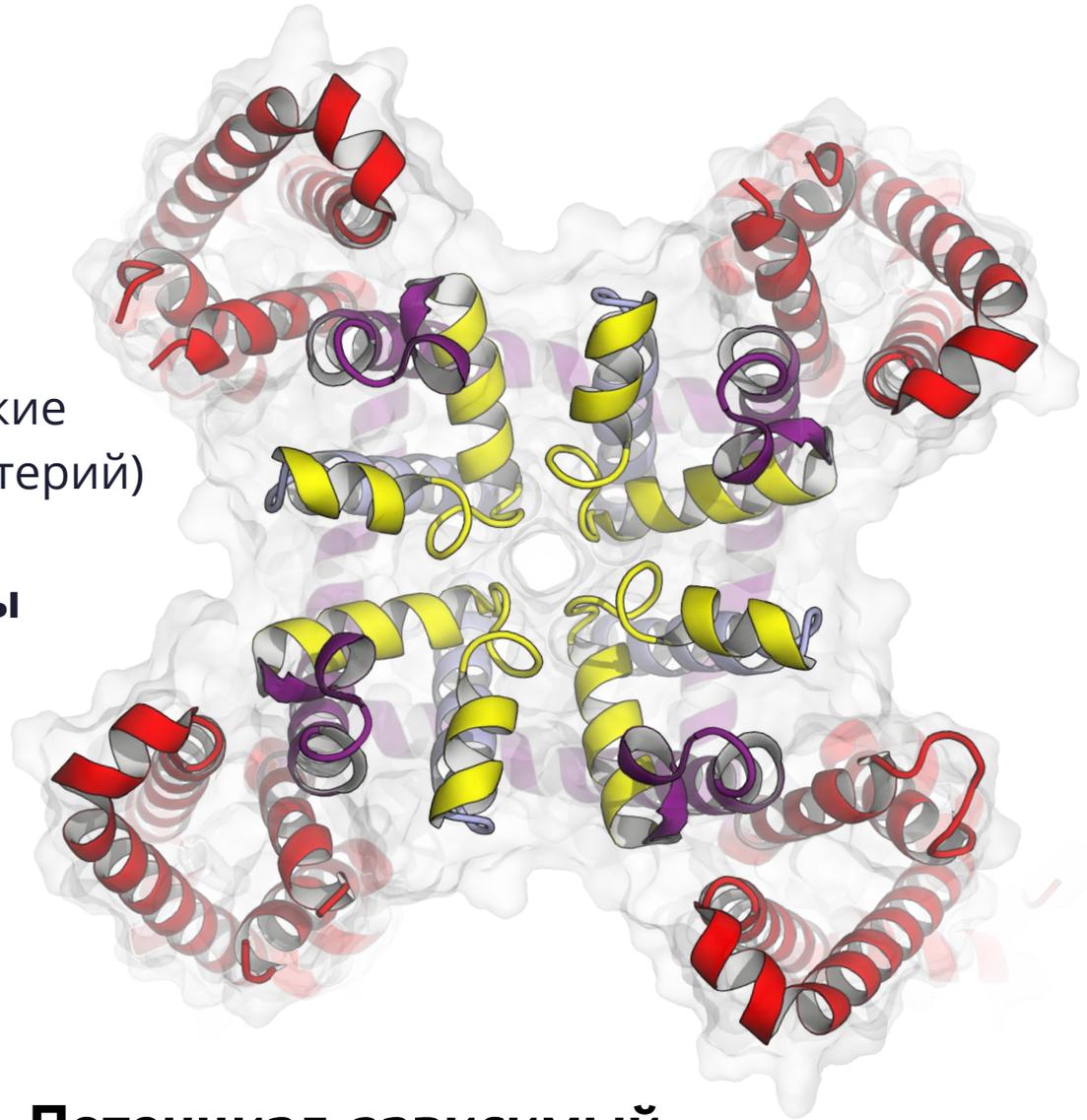


Токсин сибирской язвы

КАНАЛЫ

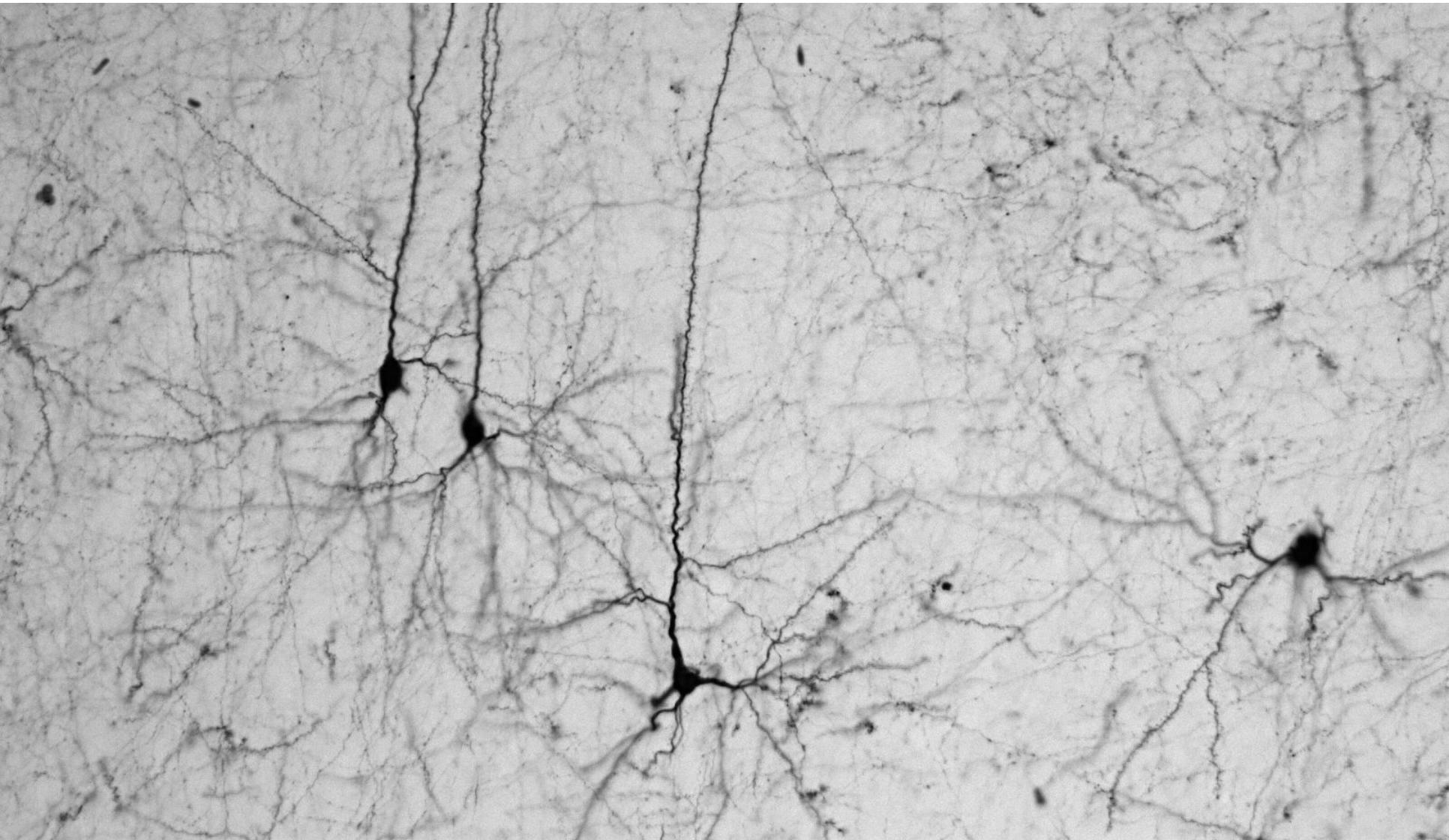
По каналам проходят:

- Вода
- Небольшие органические вещества (только у бактерий)
- Все, что угодно
- **Неорганические ионы**



**Потенциал-зависимый
натриевый канал**

ПЕРЕДАЧА НЕРВНОГО ИМПУЛЬСА



ВНУТРИ ВСЕ ПО-ДРУГОМУ

Снаружи

Очень много Na⁺

Очень мало K⁺

Очень мало белков -

Много Cl⁻

+ + + + + + + + + + + + + + + +

Снаружи заряд положительный

Внутри заряд отрицательный

- - - - - - - - - - - - - - - -

Внутри

Много K⁺

Очень мало Na⁺

Мало Cl⁻

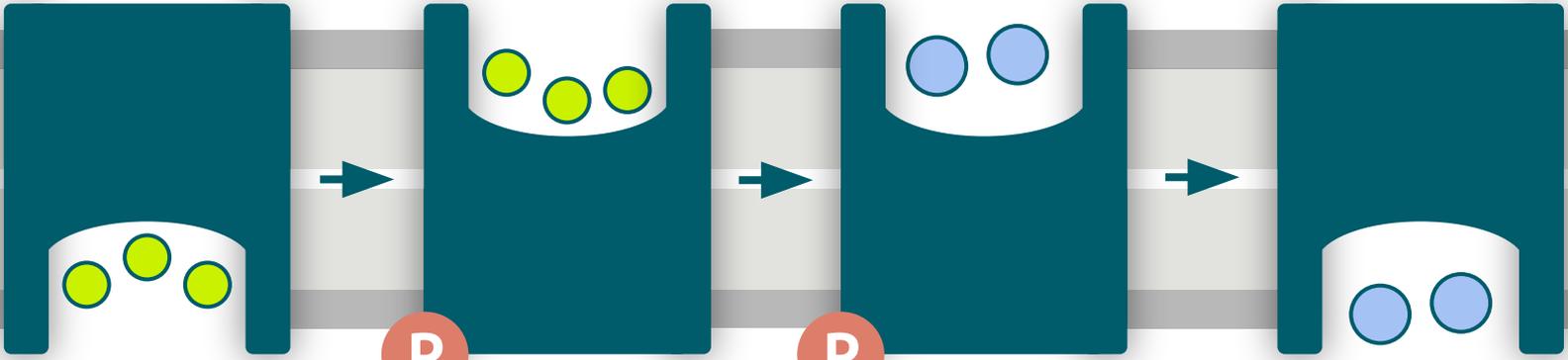
Очень много белков -

ВНУТРИ ВСЕ ПО-ДРУГОМУ ИЗ-ЗА Na^+/K^+ ПОМПЫ

1997



Na^+



АТФ

АДФ

K^+

ПОТЕНЦИАЛ МЕМБРАНЫ

Снаружи



Потенциал мембраны показывает силу, которую нужно затратить на перемещение + заряда внутрь или - заряда наружу

+ + + + + + + + + + + + + + + + + + + +

Снаружи заряд положительный

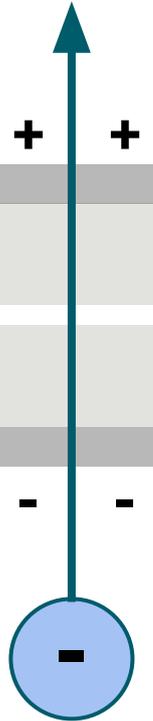
Внутри заряд отрицательный

- - - - - - - - - - - - - - - - - - - -

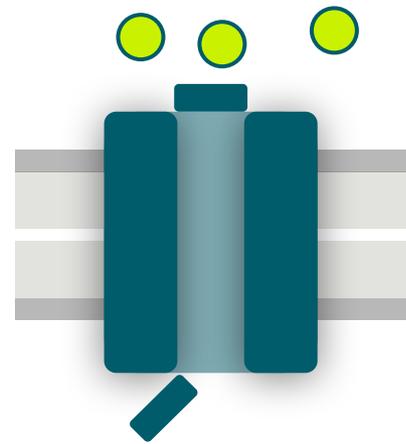
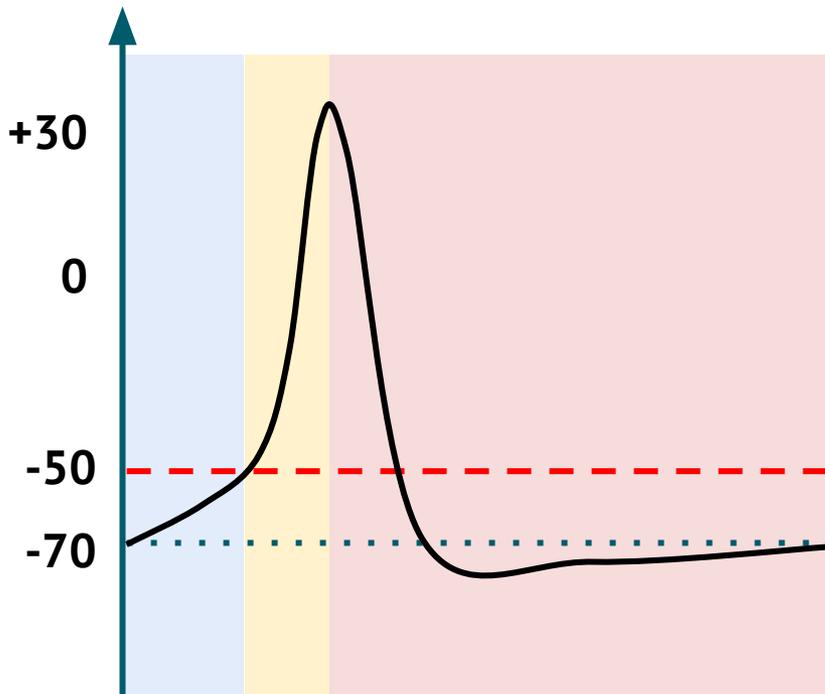
Внутри



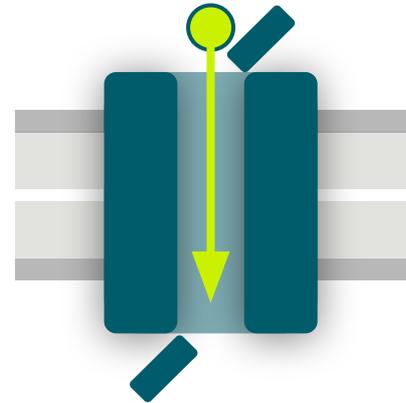
В норме потенциал равен -70 мВ, что значит, что нужно затратить -70 мН для перемещения заряда величины 1. Отрицательное число значит, что никакой силы нам прилагать не нужно, заряд сам помчится, если найдет подходящий канал.



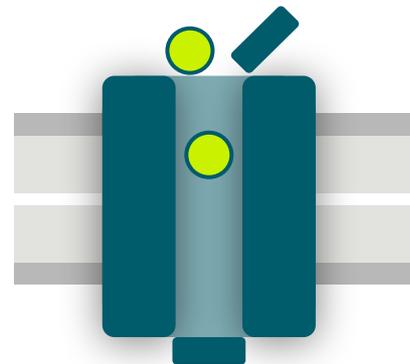
НАТРИЕВЫЙ КАНАЛ И ПОТЕНЦИАЛ ДЕЙСТВИЯ



Канал закрыт:
натрий не
может войти

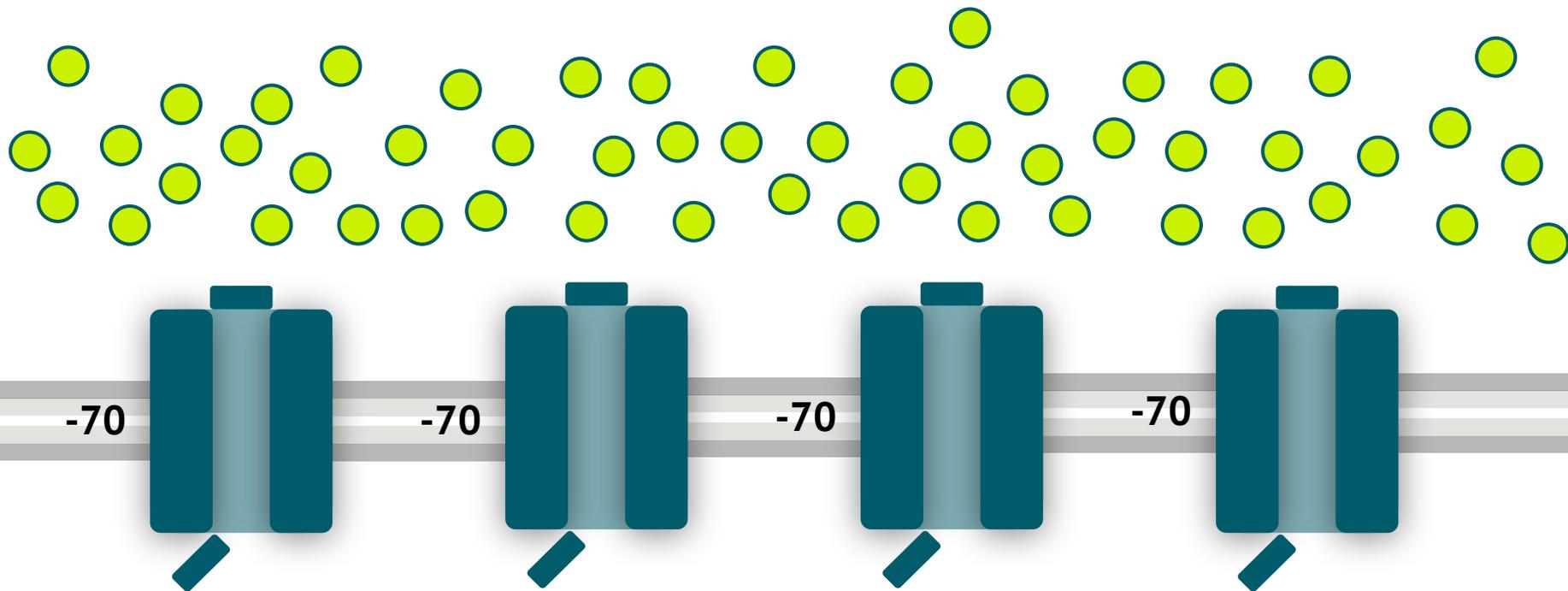


Канал открыт:
натрий
проходит
внутри

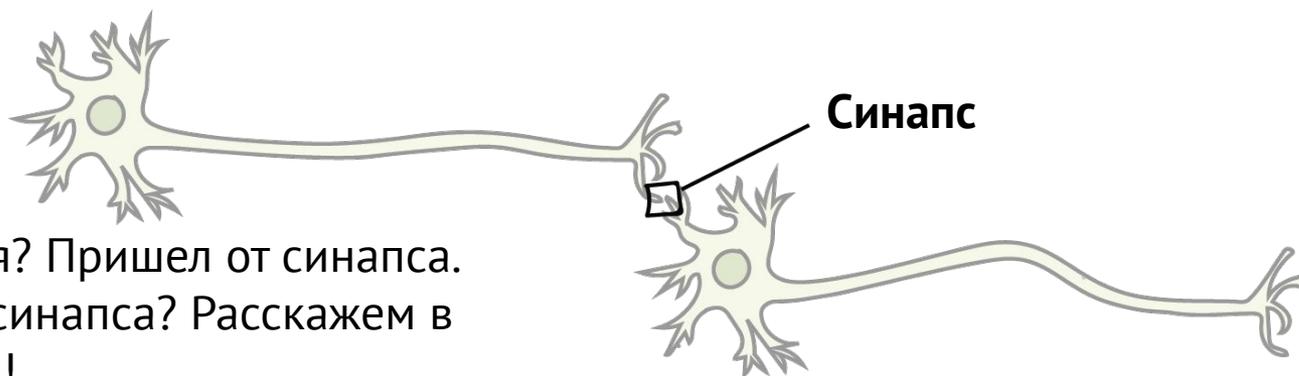
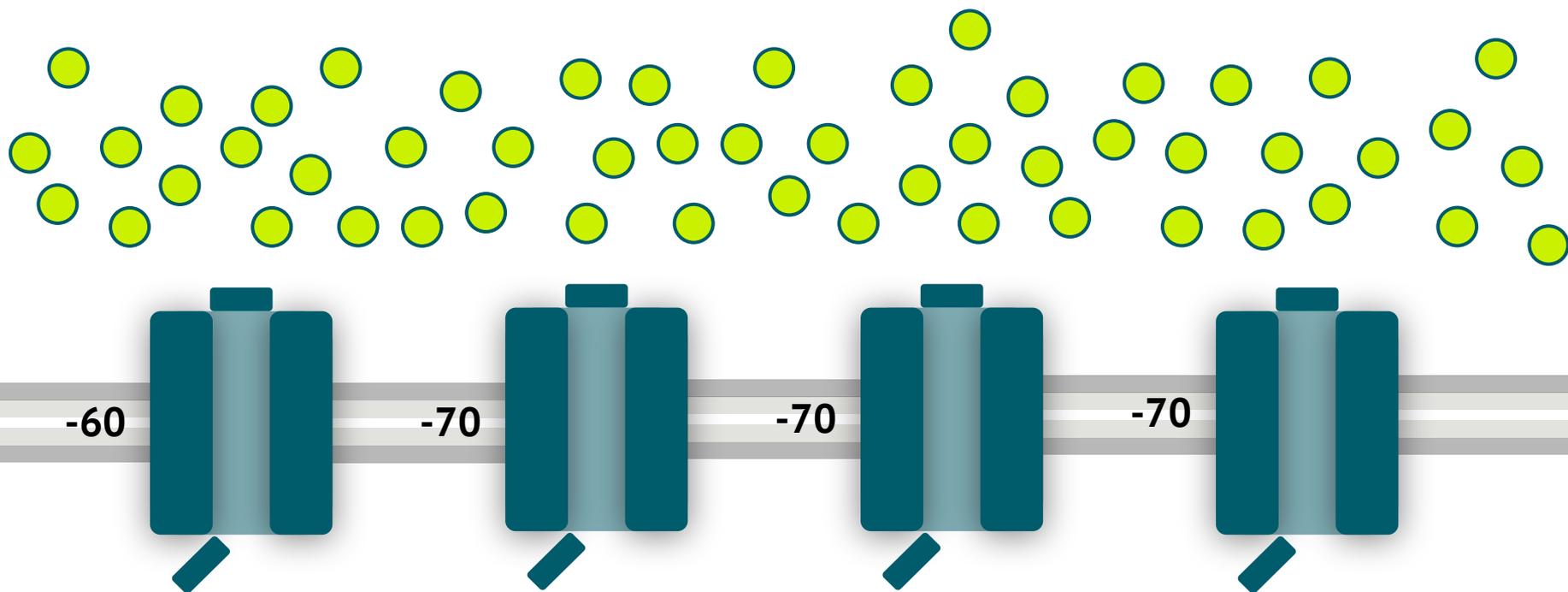


Канал
инактивирован:
натрий не
может пройти

НЕРВНЫЙ ИМПУЛЬС

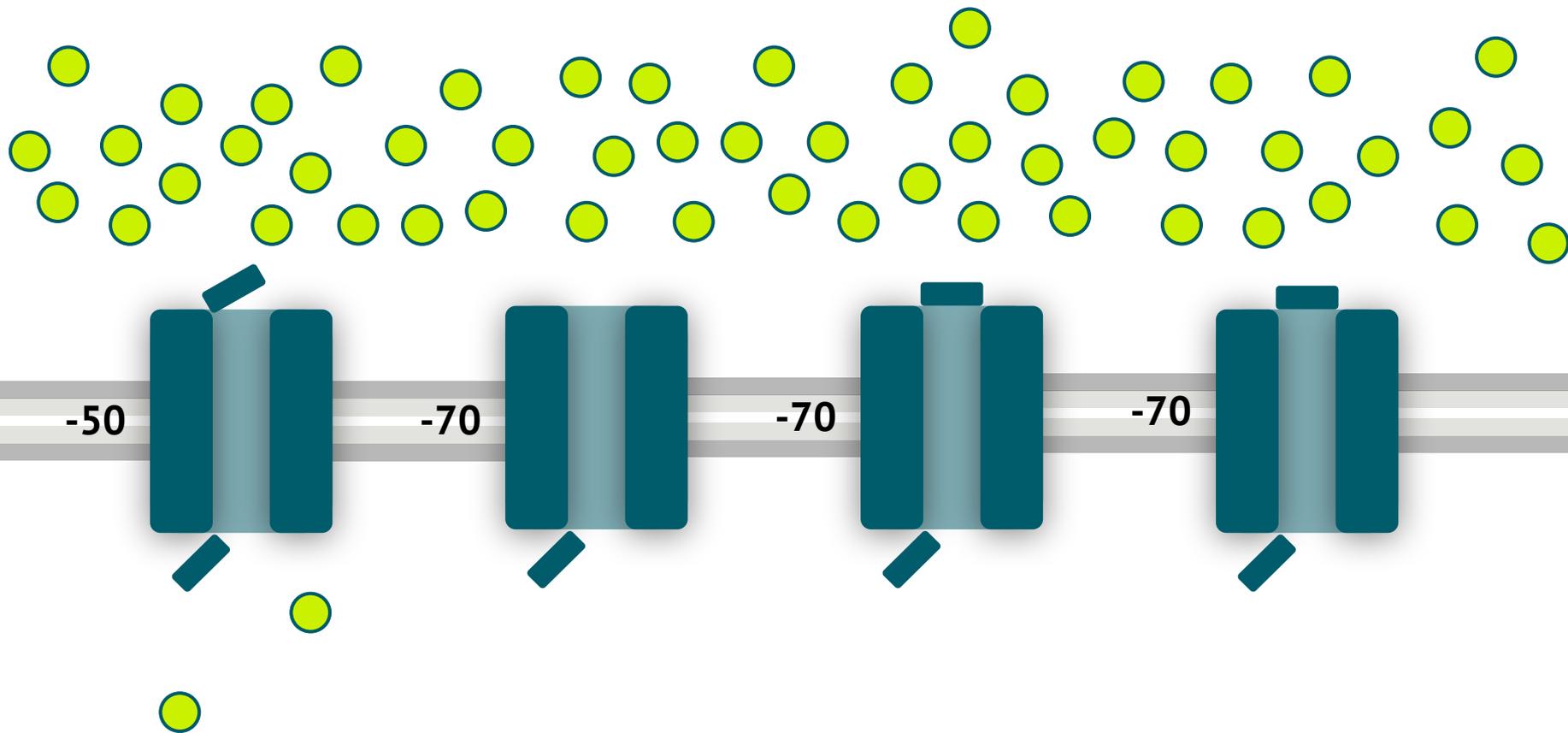


НЕРВНЫЙ ИМПУЛЬС

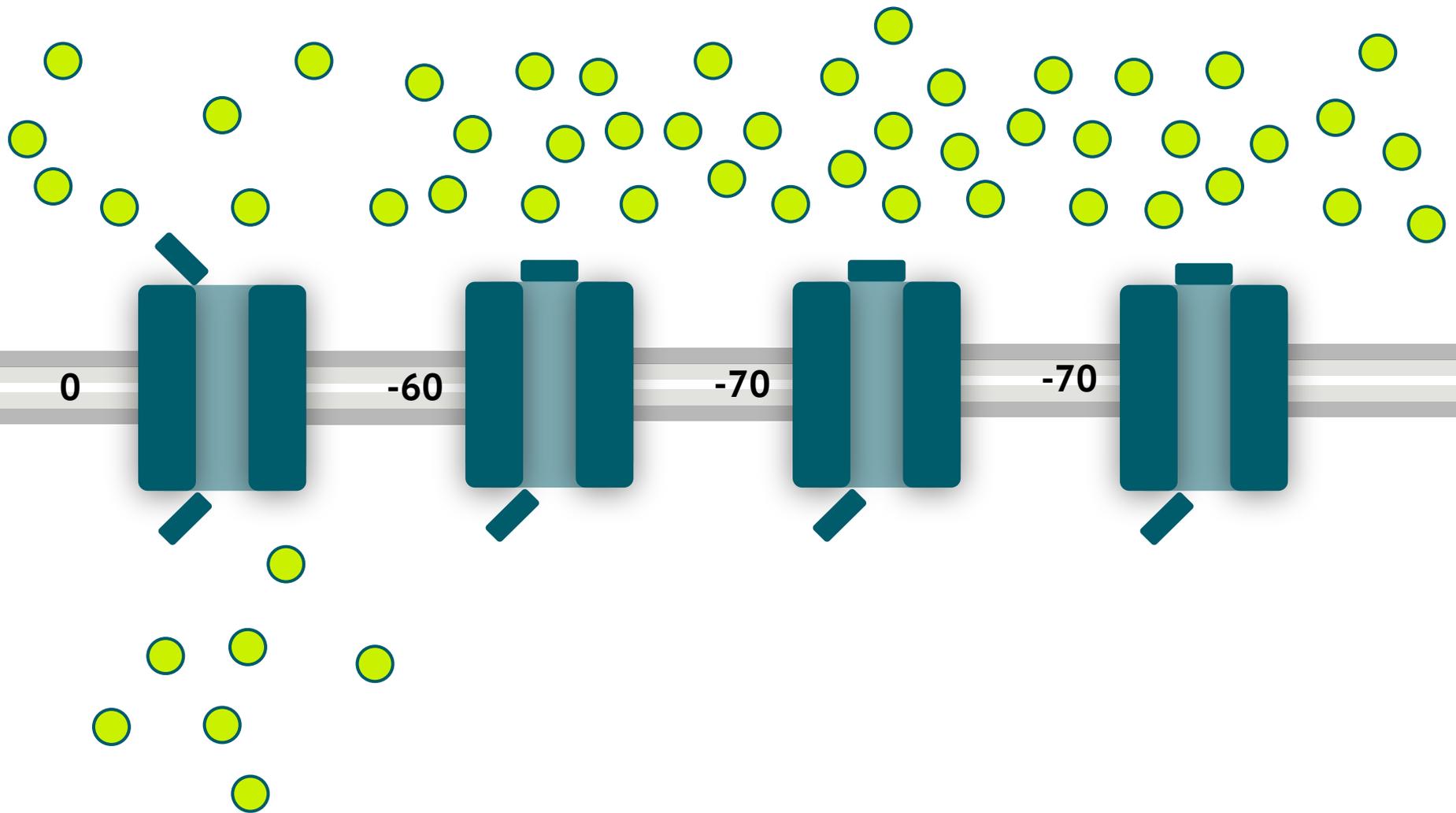


Как он тут оказался? Пришел от синапса.
Как он оказался у синапса? Расскажем в
следующей лекции!

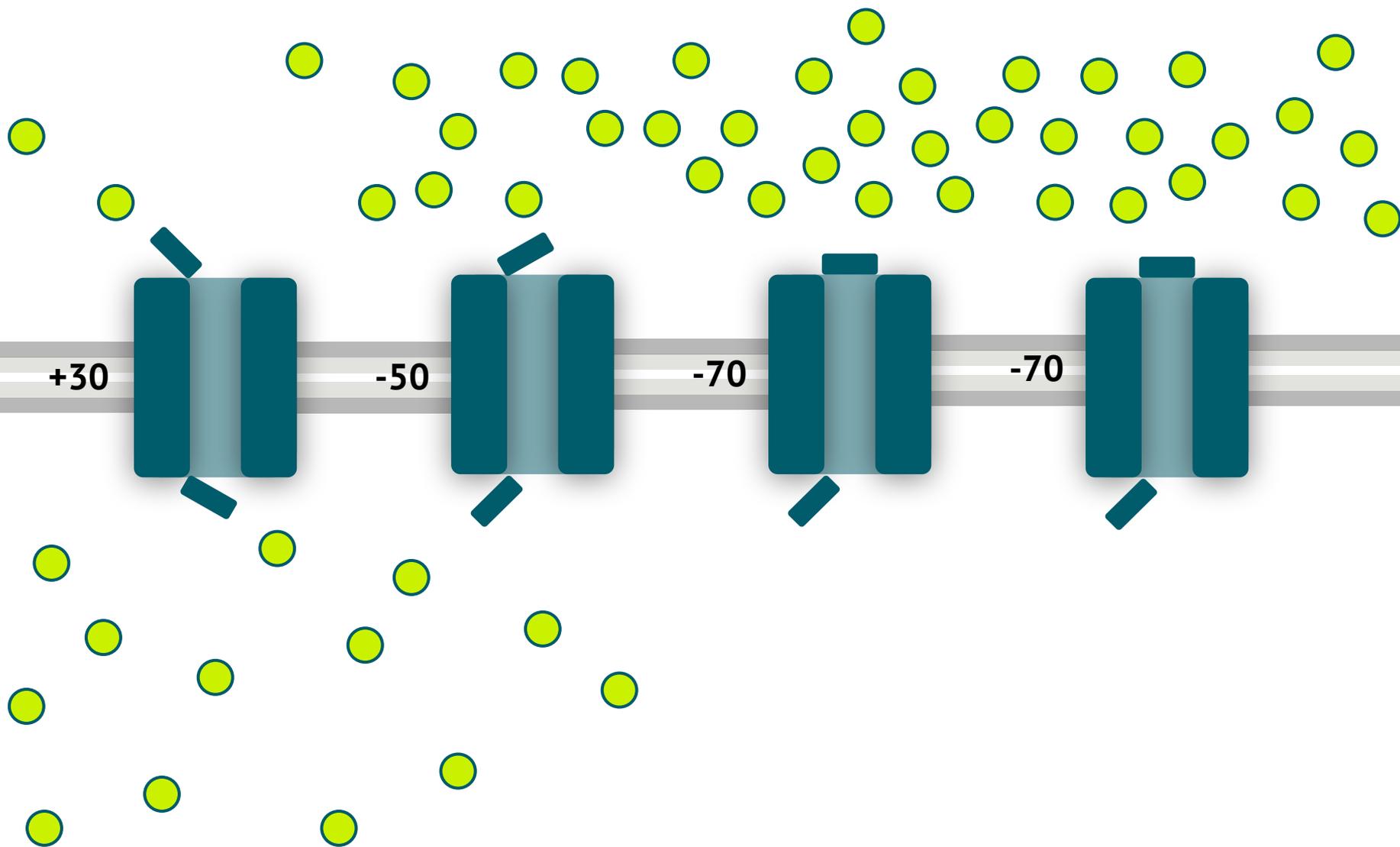
НЕРВНЫЙ ИМПУЛЬС



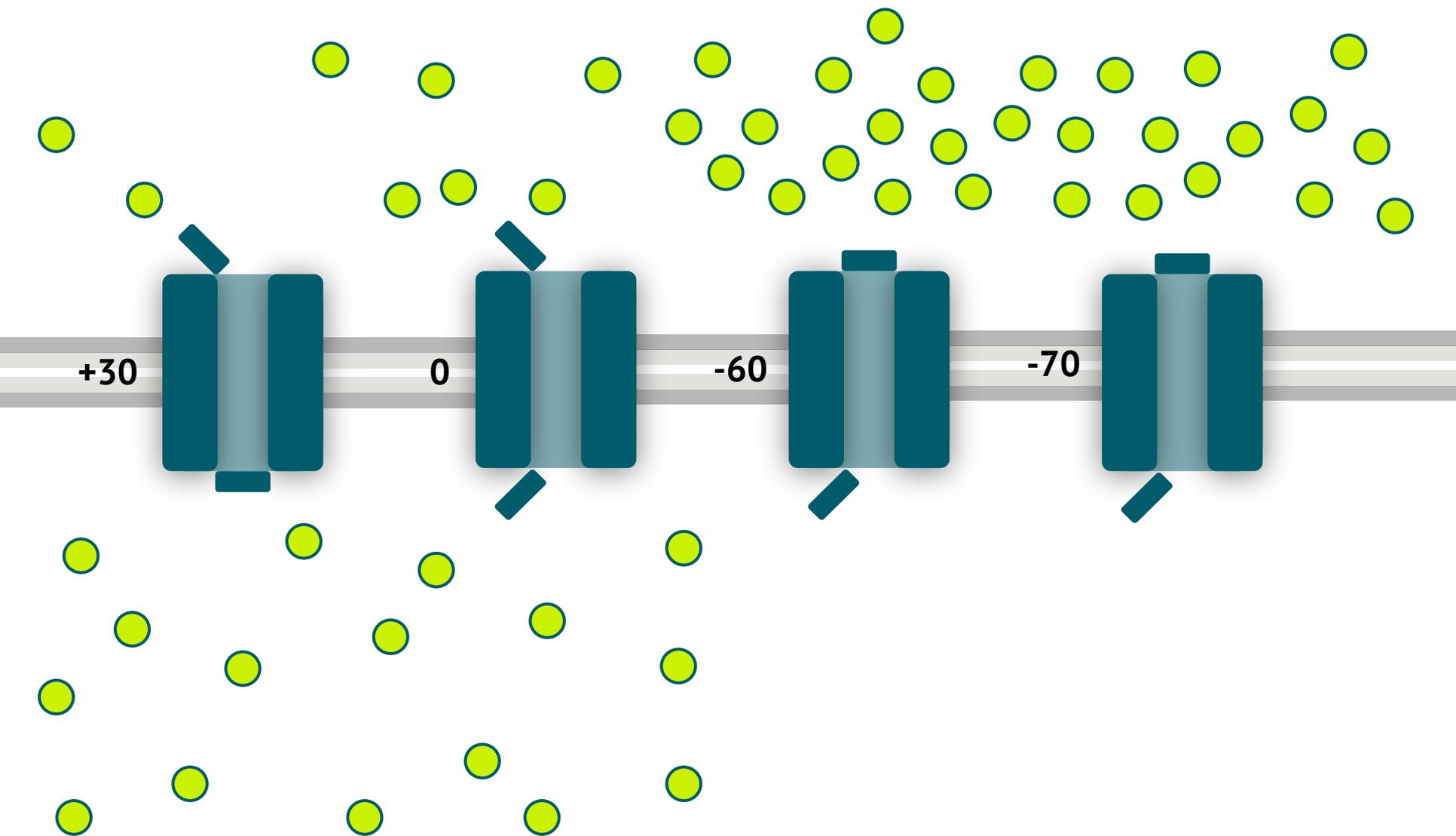
НЕРВНЫЙ ИМПУЛЬС



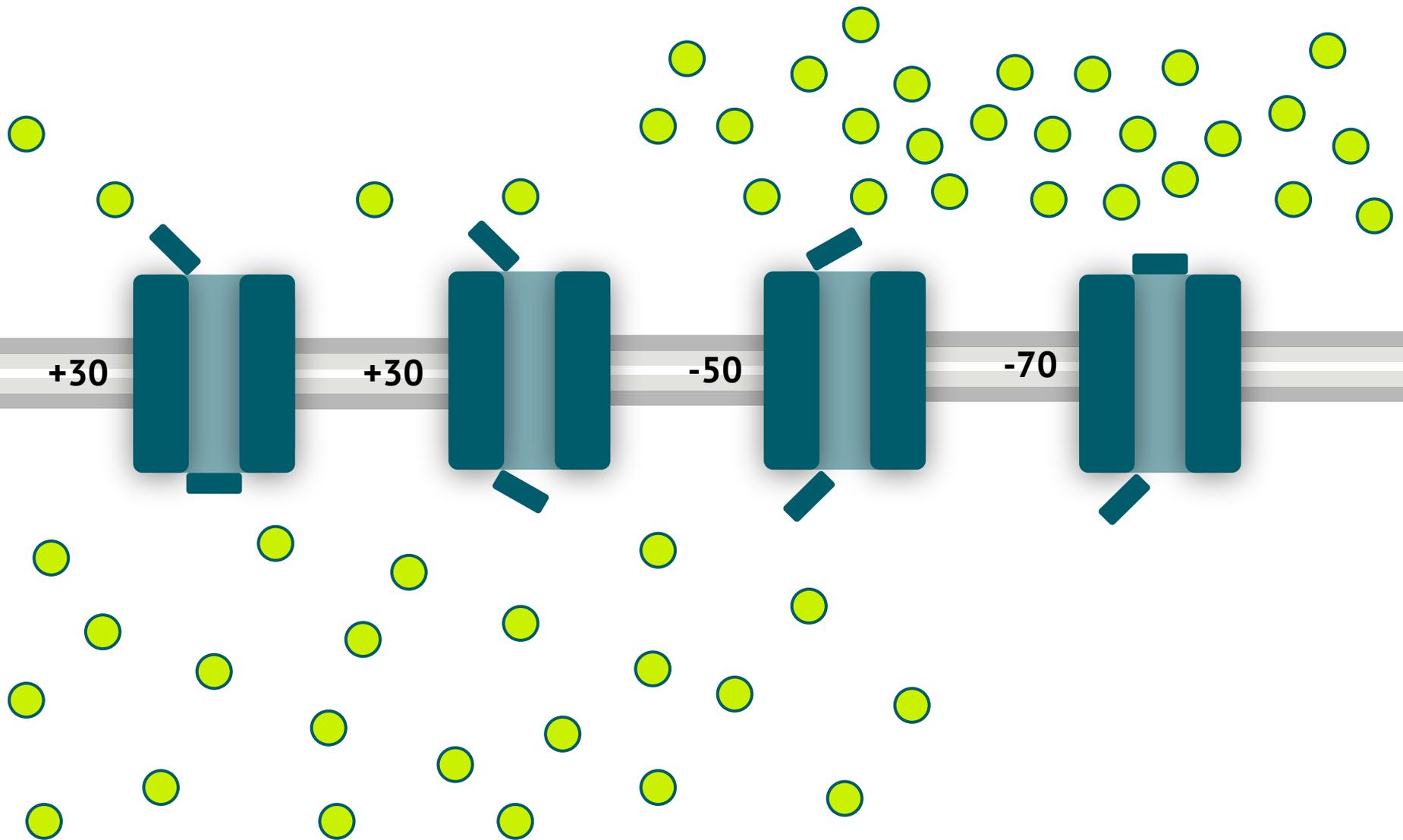
НЕРВНЫЙ ИМПУЛЬС



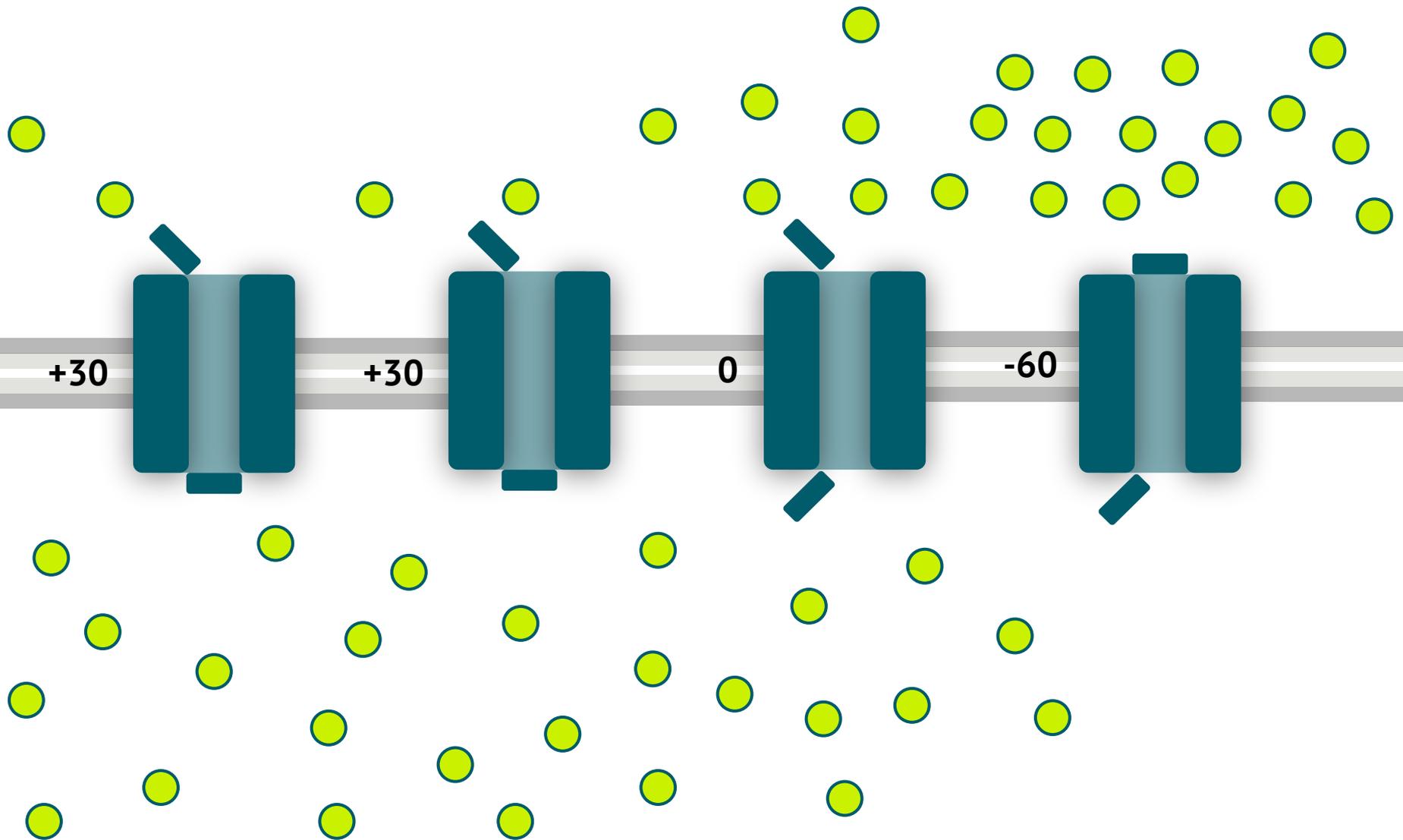
НЕРВНЫЙ ИМПУЛЬС



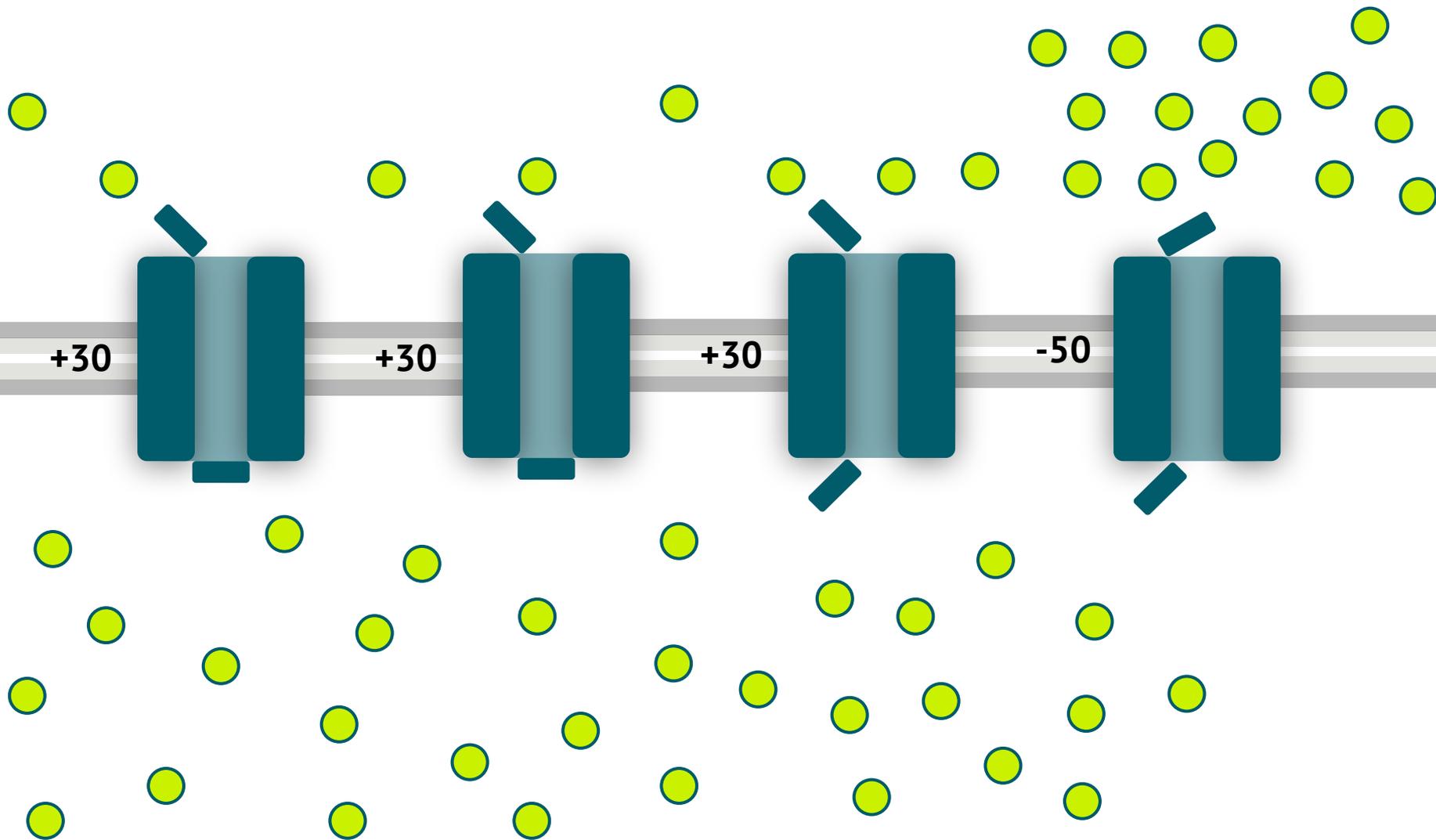
НЕРВНЫЙ ИМПУЛЬС



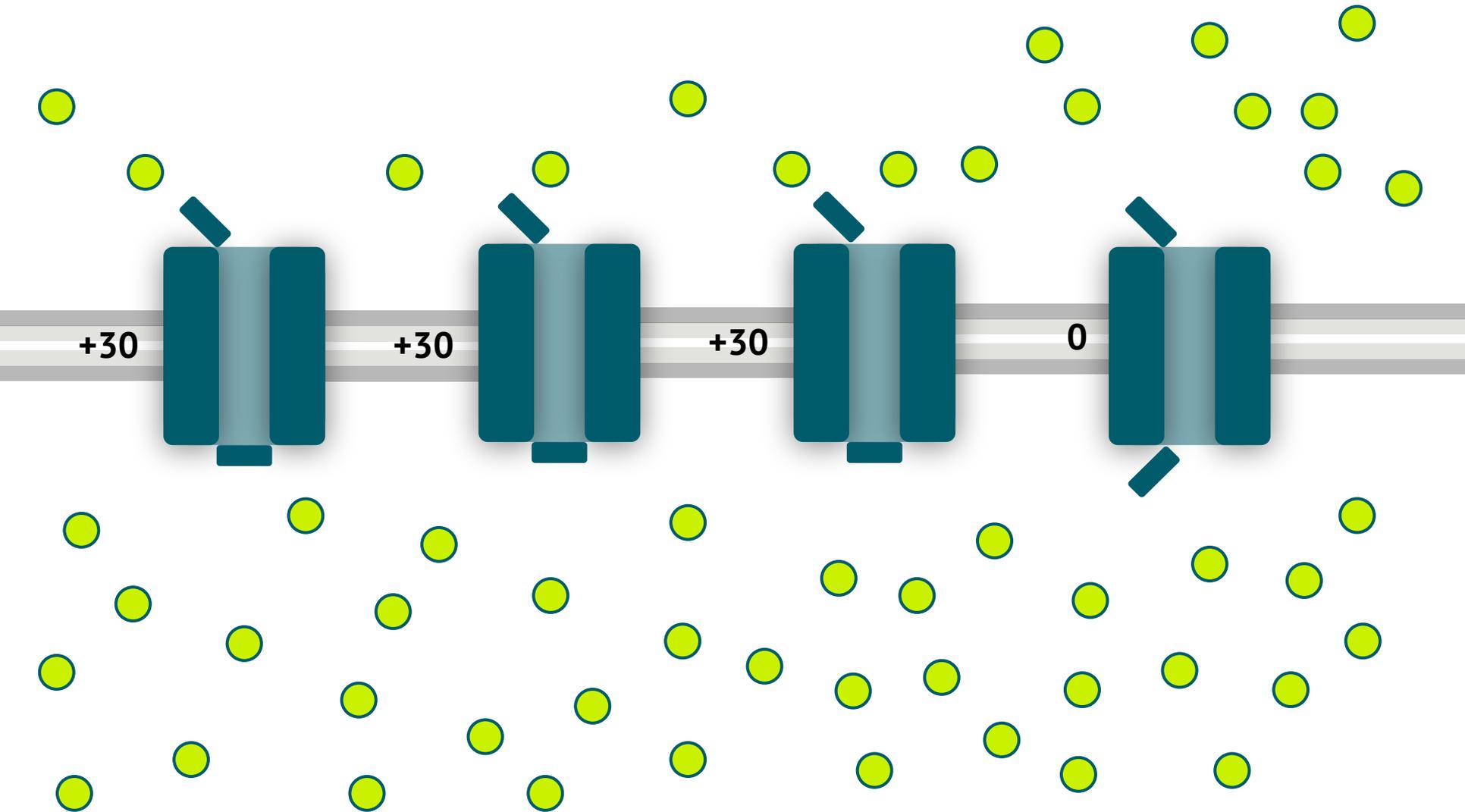
НЕРВНЫЙ ИМПУЛЬС



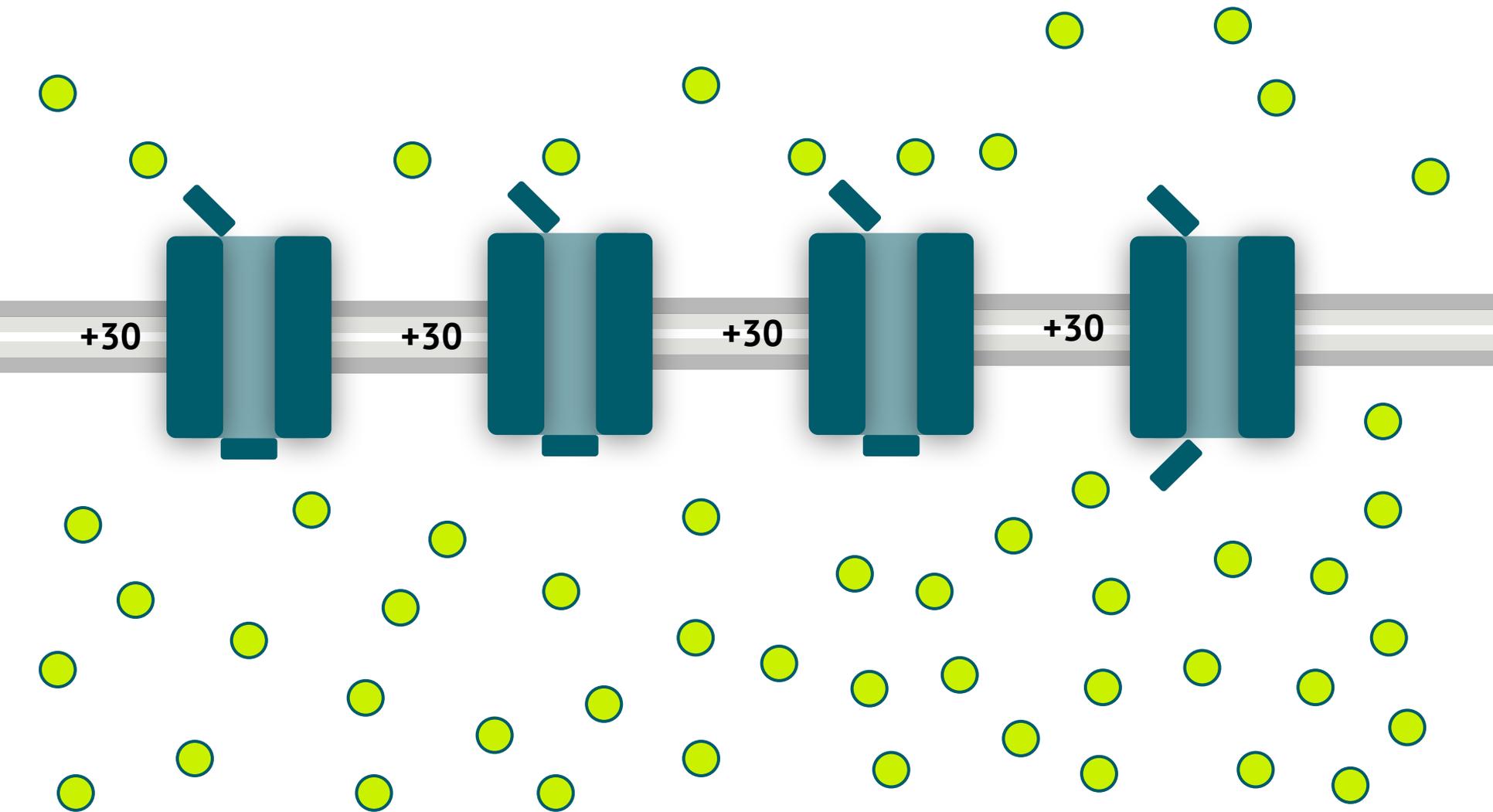
НЕРВНЫЙ ИМПУЛЬС



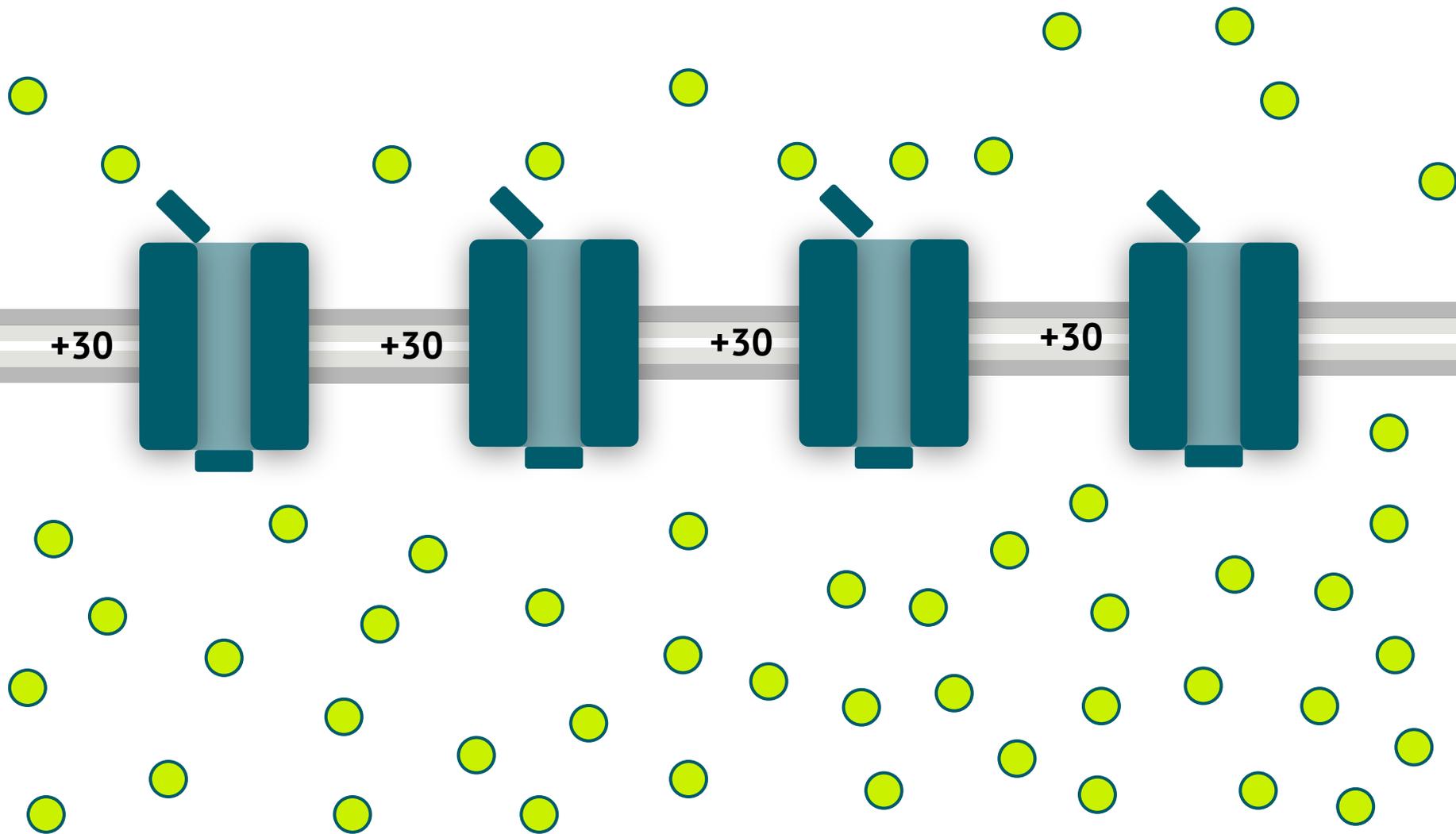
НЕРВНЫЙ ИМПУЛЬС



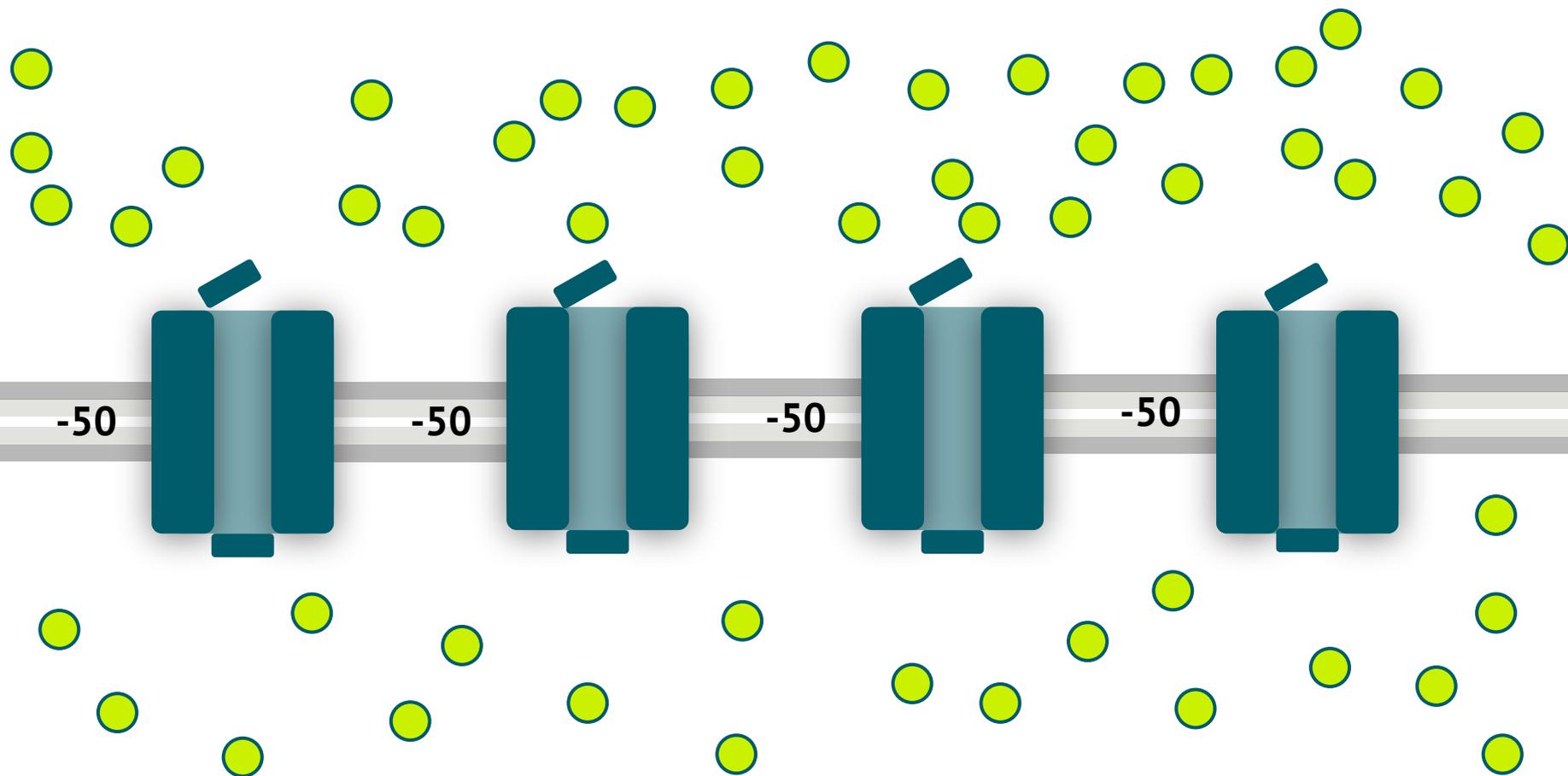
НЕРВНЫЙ ИМПУЛЬС



НЕРВНЫЙ ИМПУЛЬС

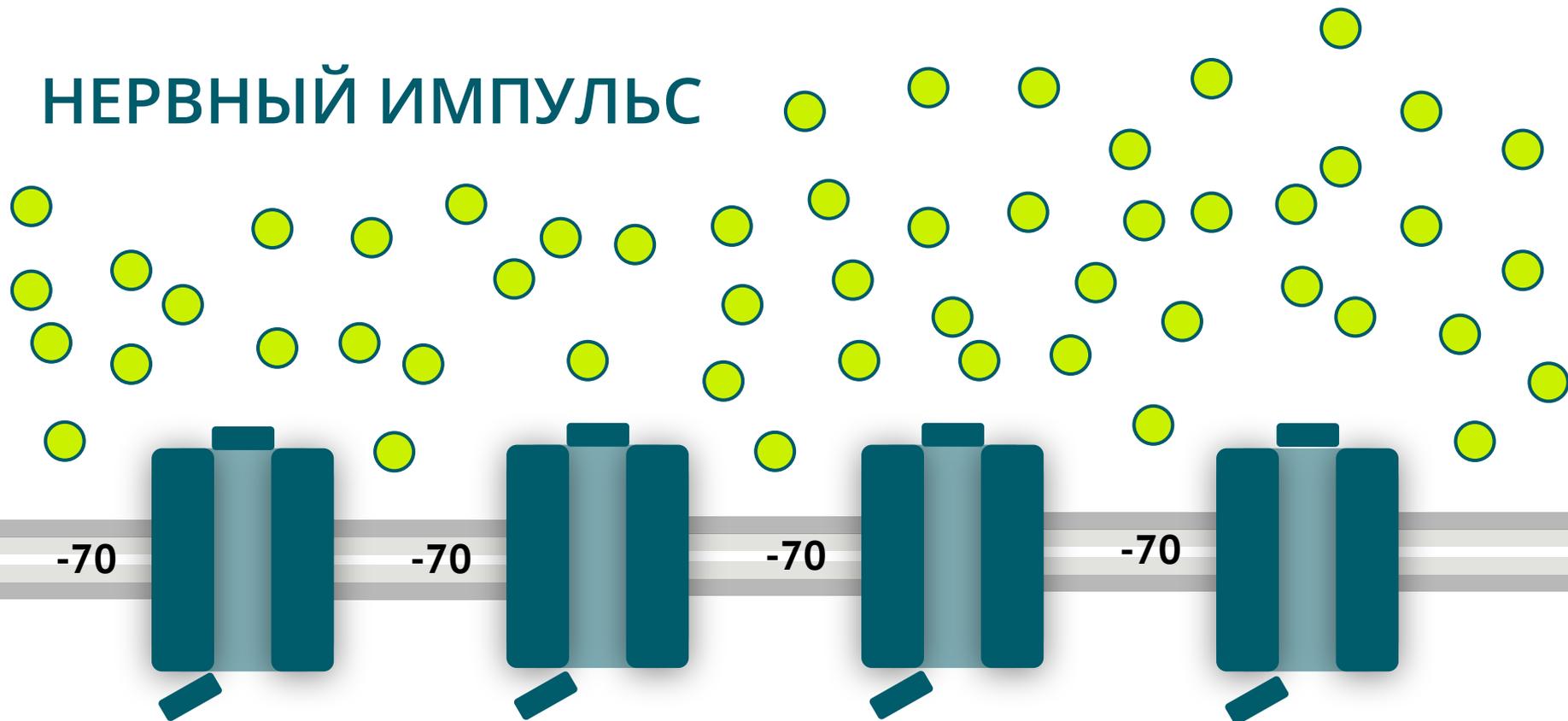


НЕРВНЫЙ ИМПУЛЬС



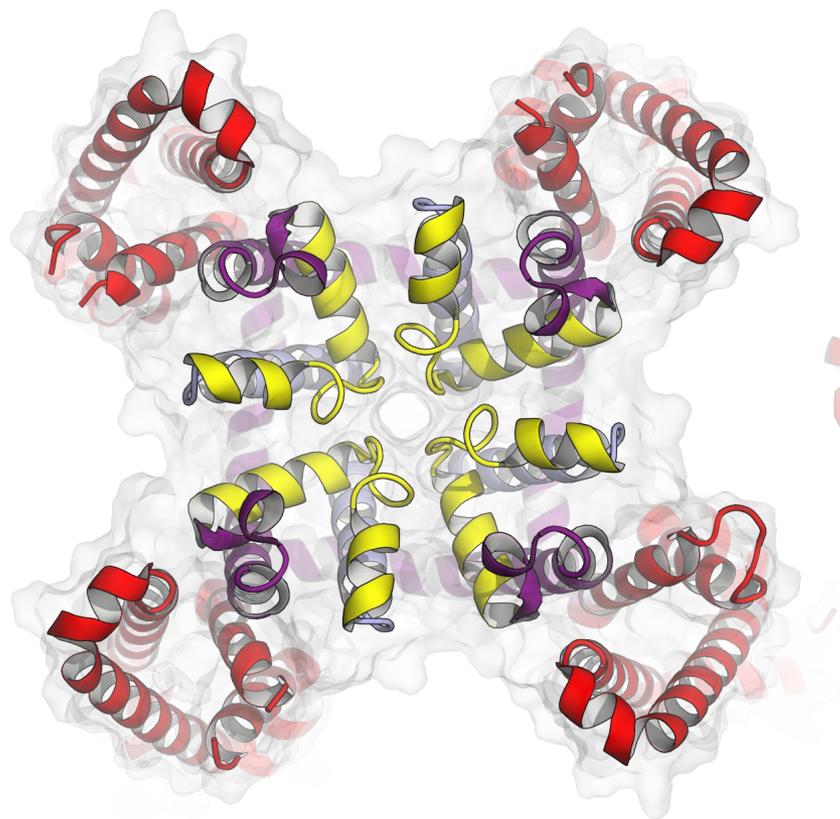
Na⁺/K⁺ помпа медленно откачивает ионы натрия наружу.
Входные ворота каналов закрываются

НЕРВНЫЙ ИМПУЛЬС



Na⁺/K⁺ помпа откачала ионы натрия наружу.
Входные ворота закрыты. Выходные ворота открылись.

НАТРИЕВЫЙ КАНАЛ

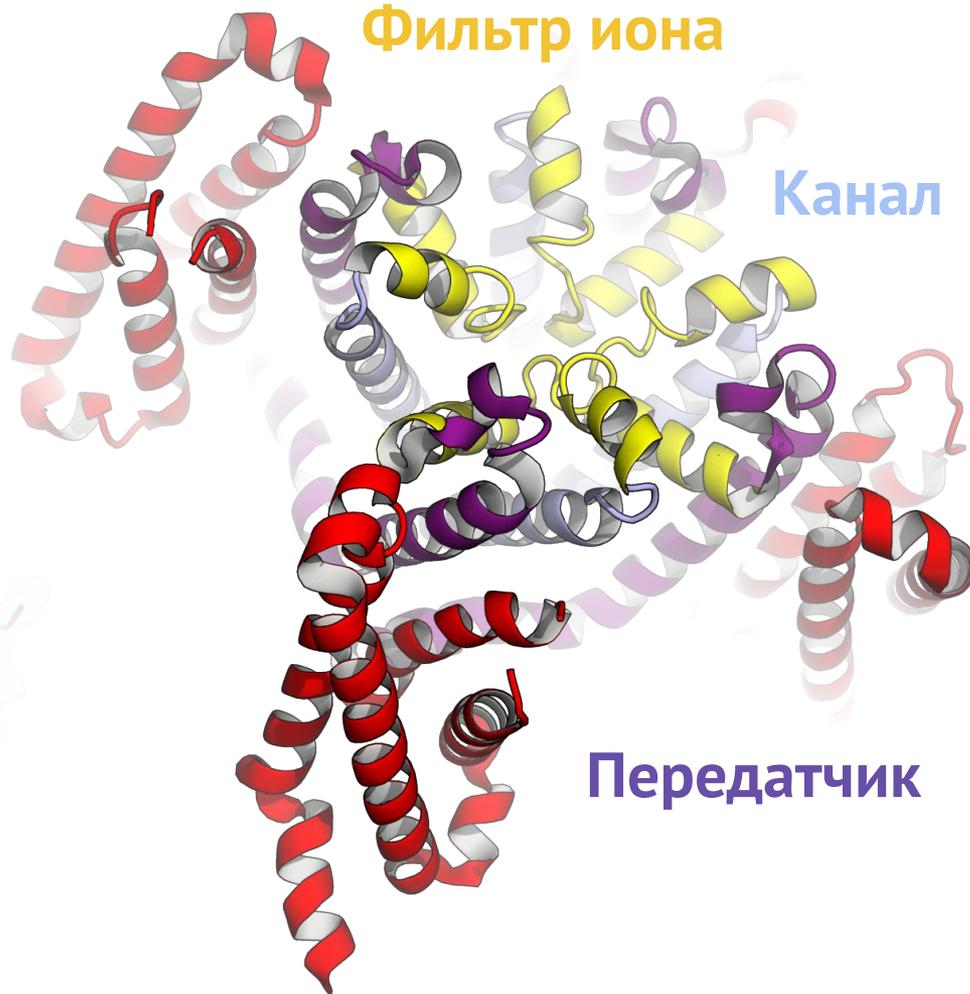


Сенсор заряда

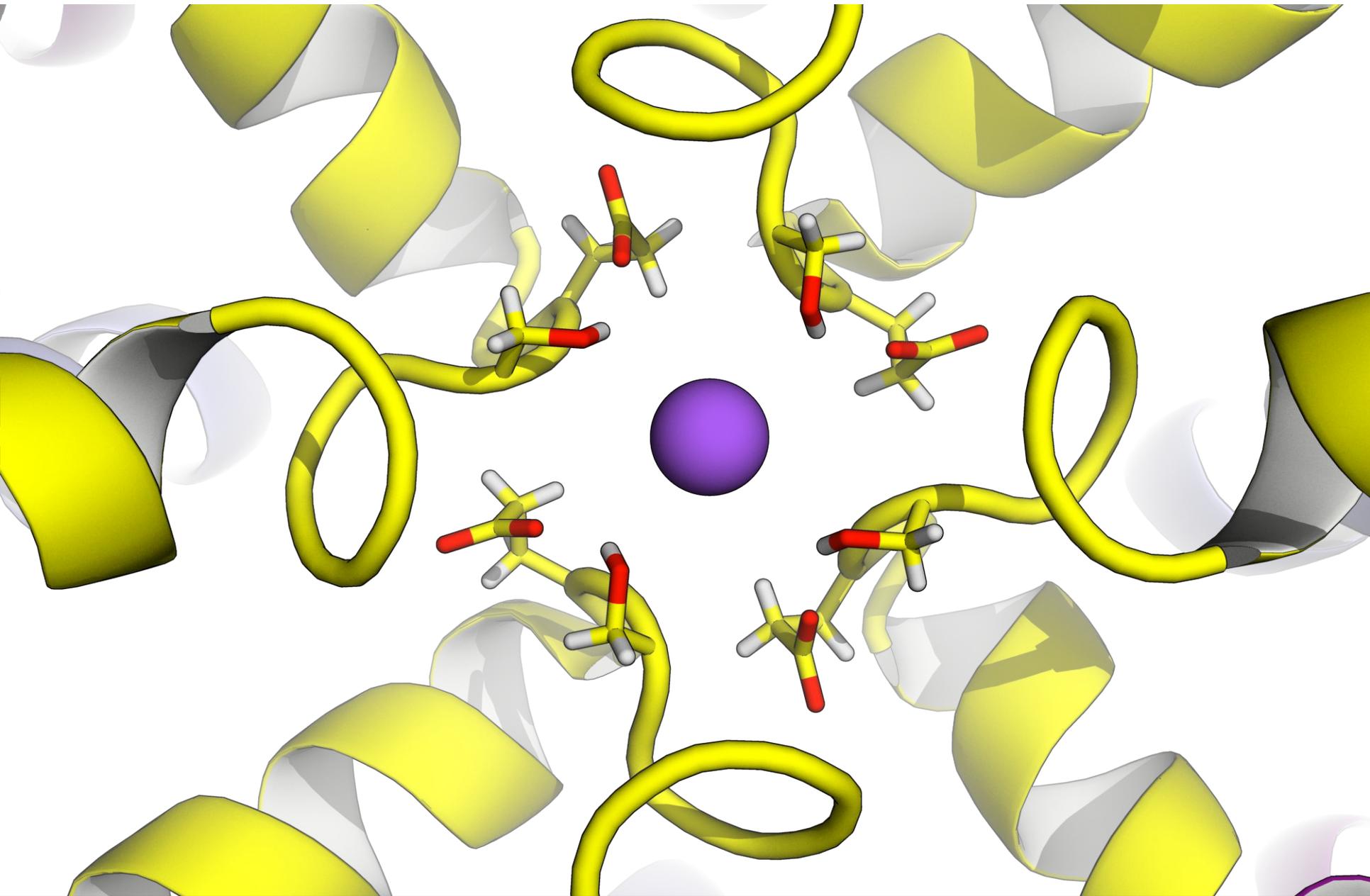
Фильтр иона

Канал

Передачик



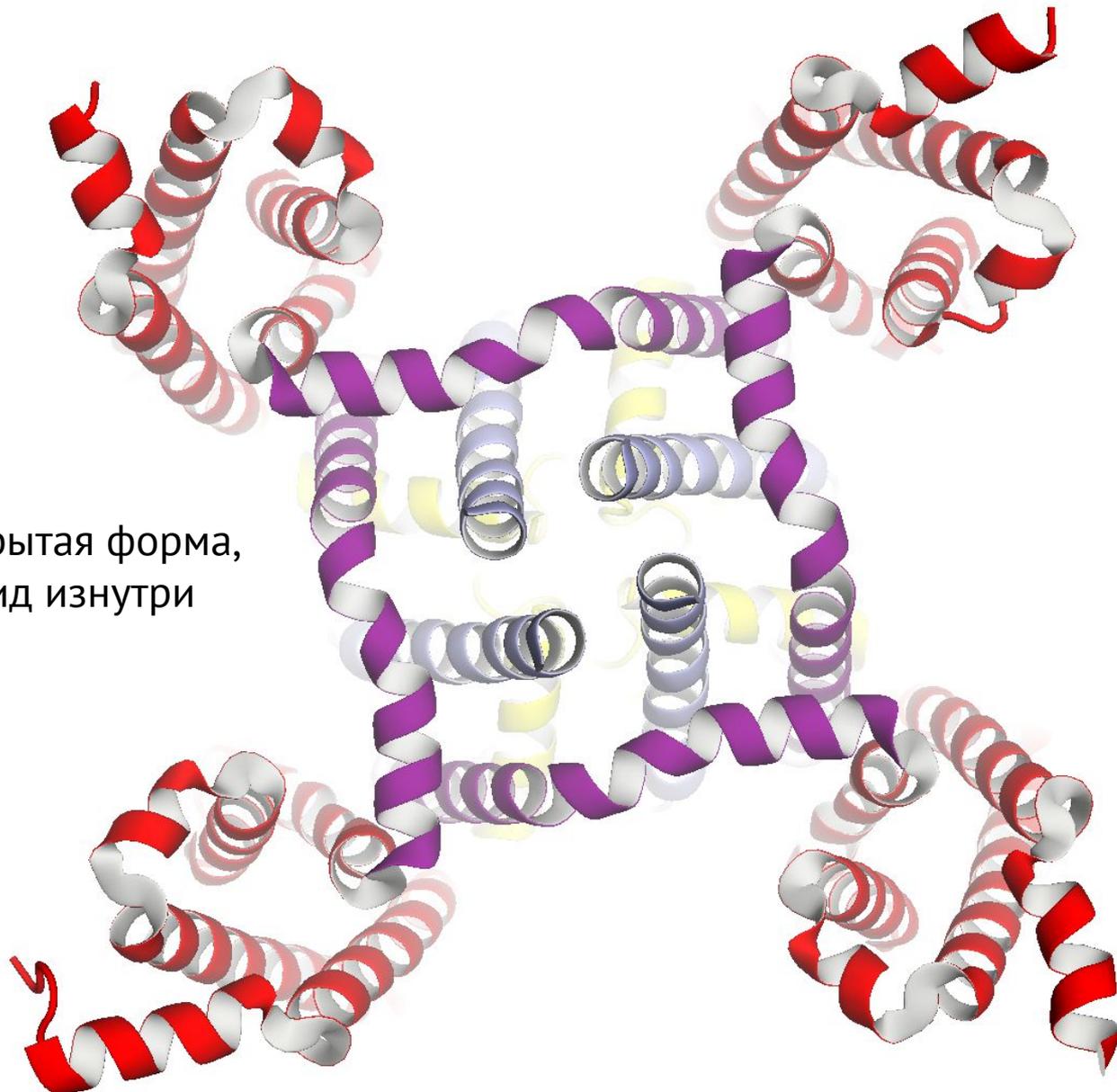
ФИЛЬТР



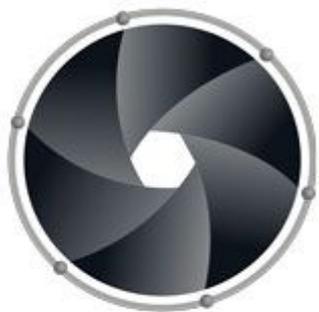
ОТКРЫТИЕ



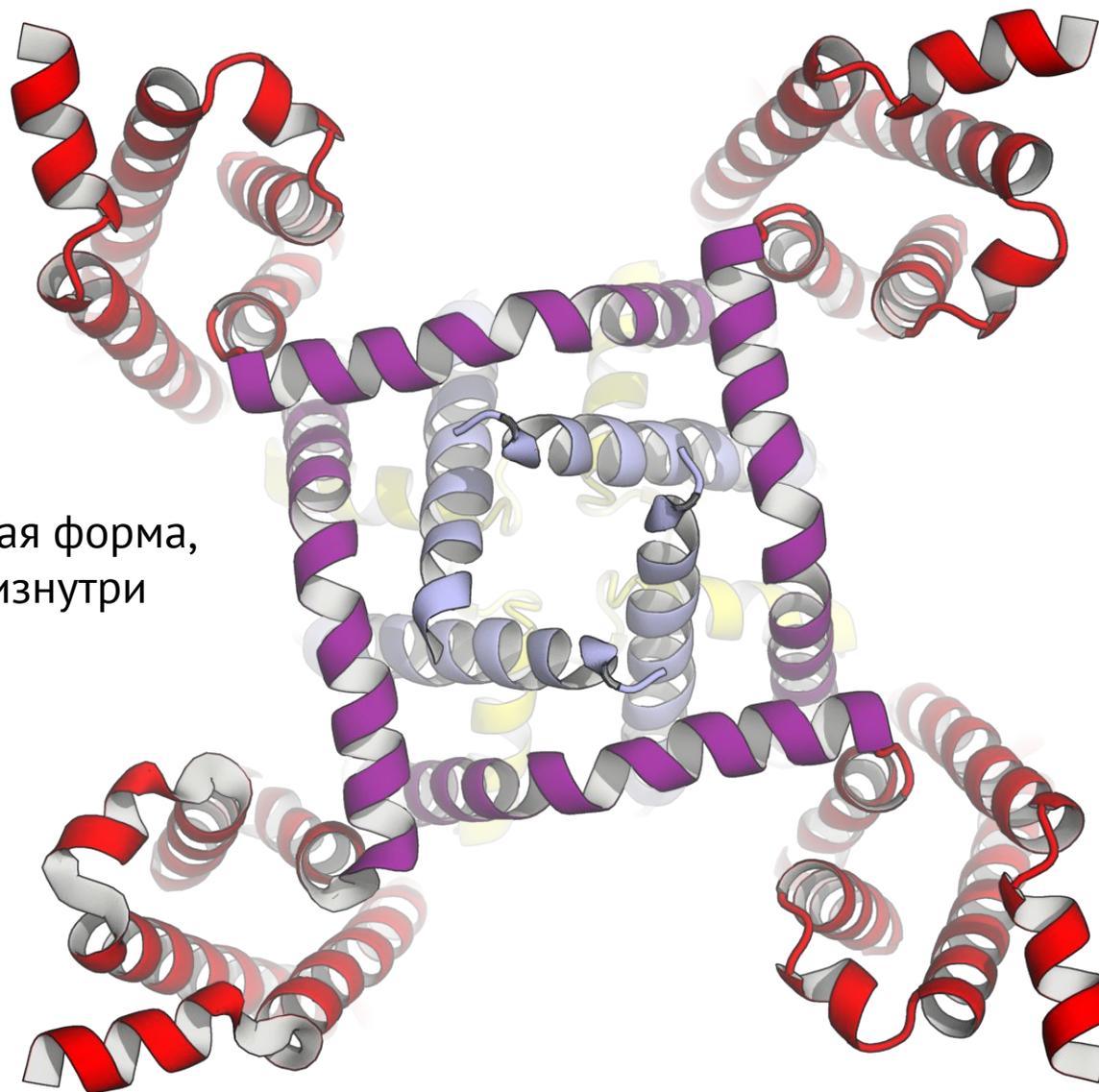
Закрытая форма,
вид изнутри



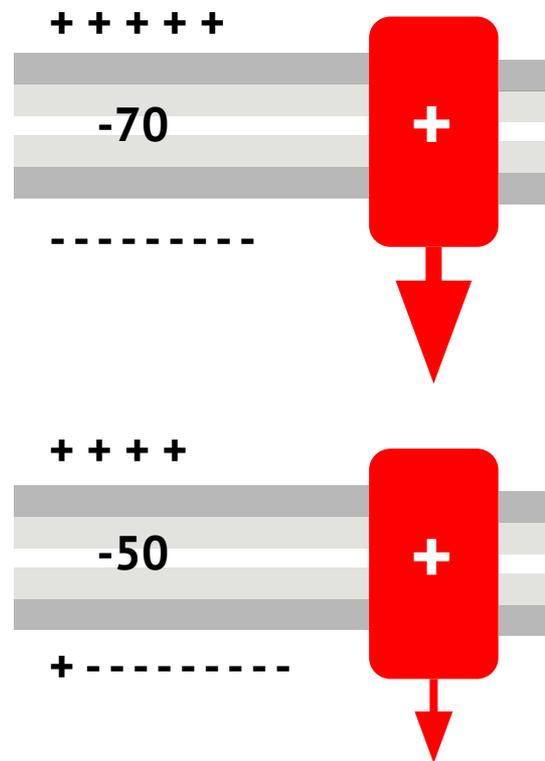
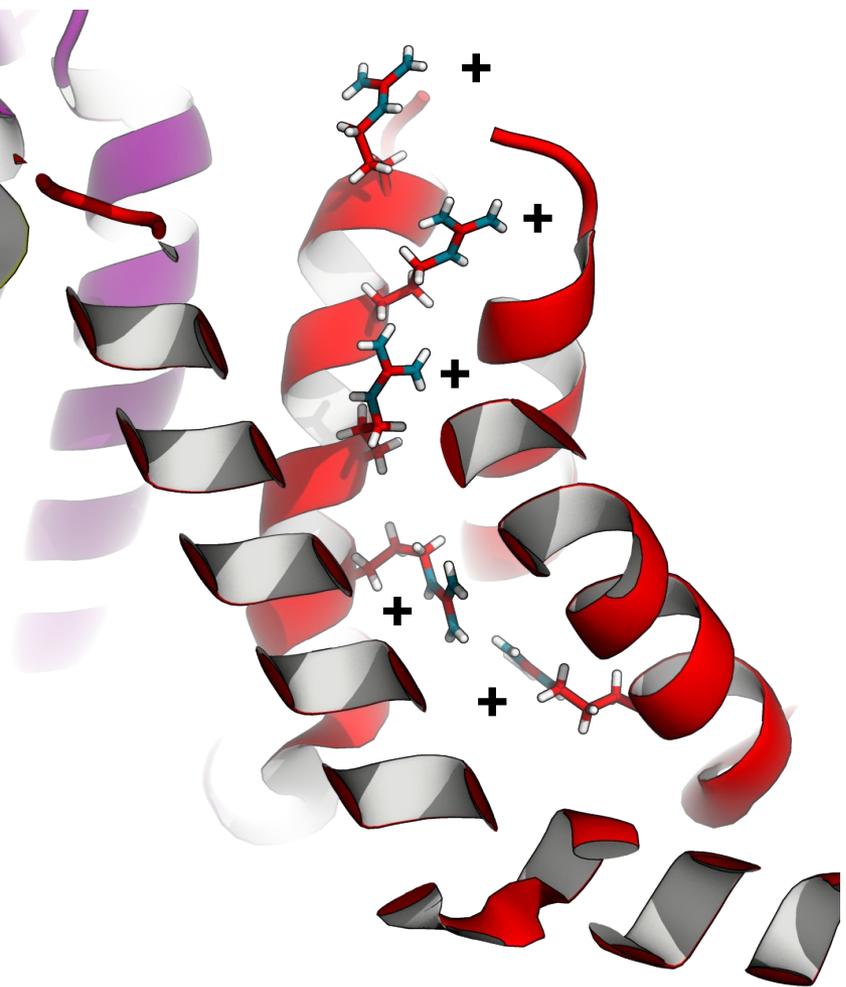
ОТКРЫТИЕ



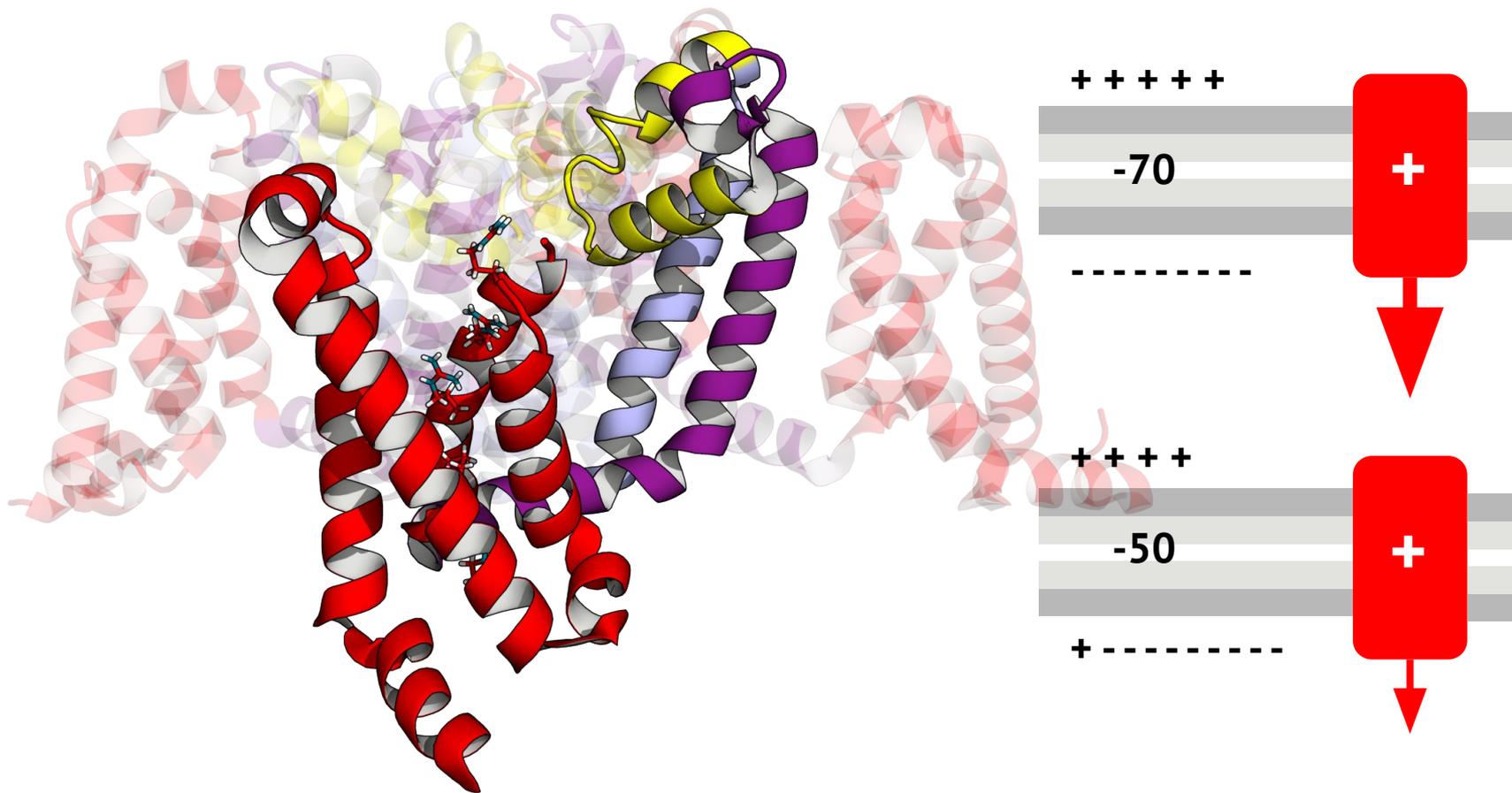
Открытая форма,
вид изнутри



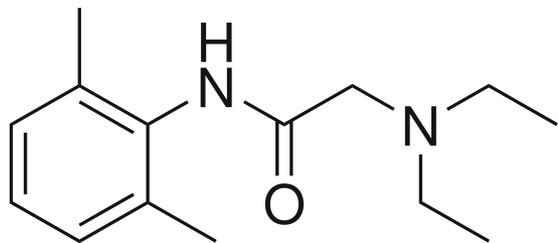
ОТКРЫТИЕ: ПОЧЕМУ ОНО ПРОИСХОДИТ



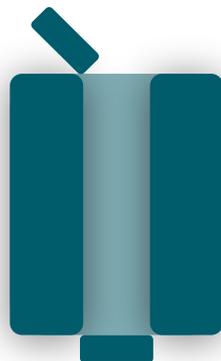
ОТКРЫТИЕ: ПОЧЕМУ ОНО ПРОИСХОДИТ



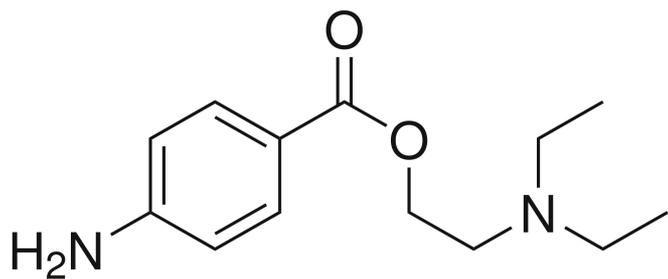
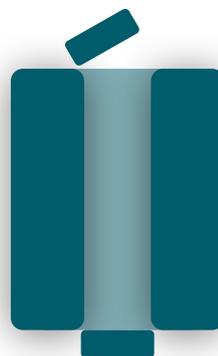
АНЕСТЕТИКИ



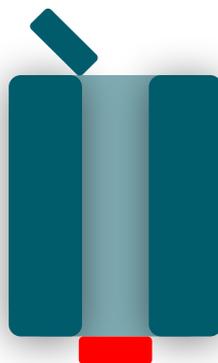
Лидокаин



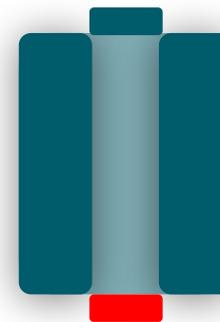
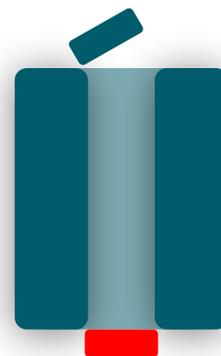
В норме:



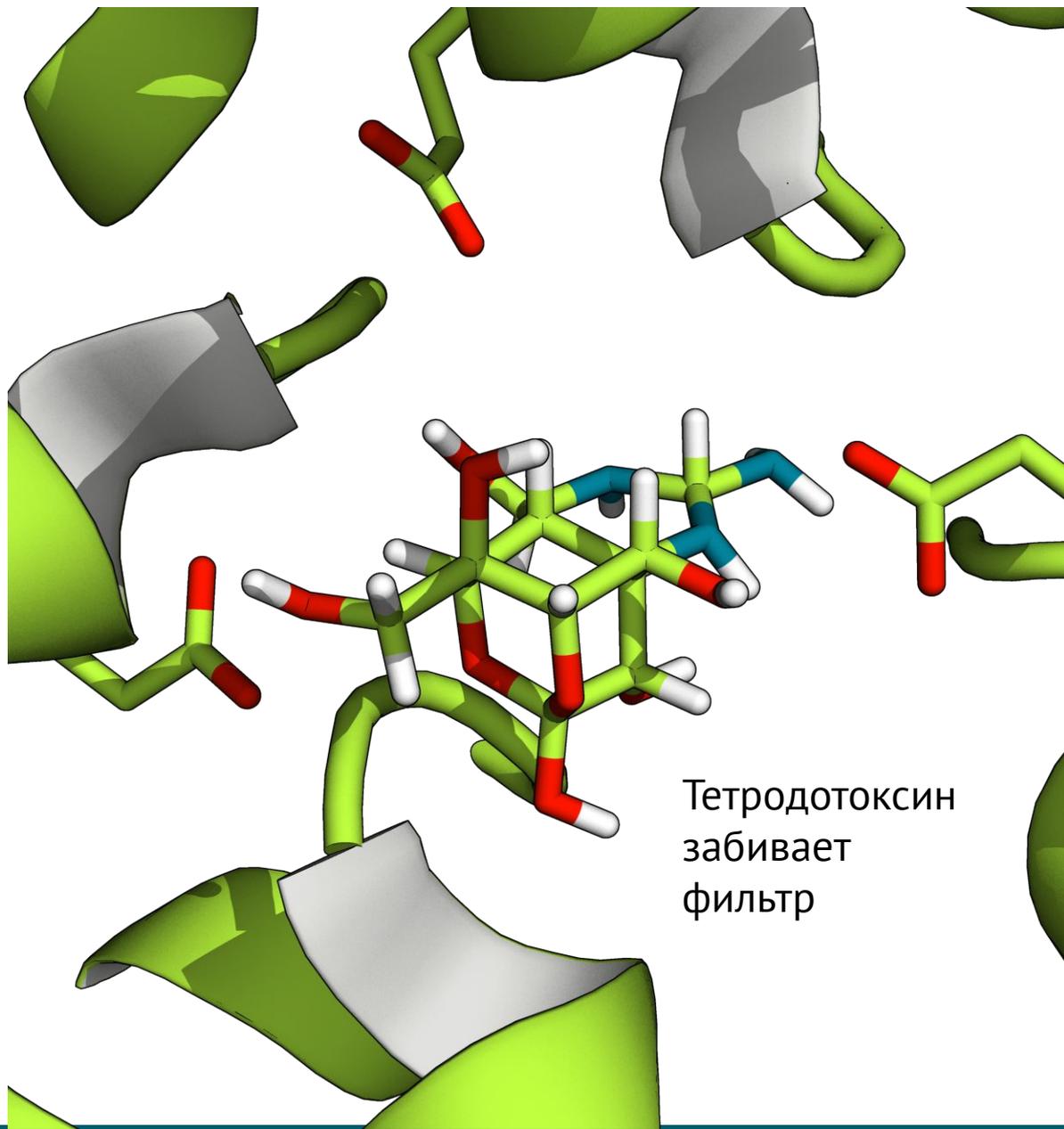
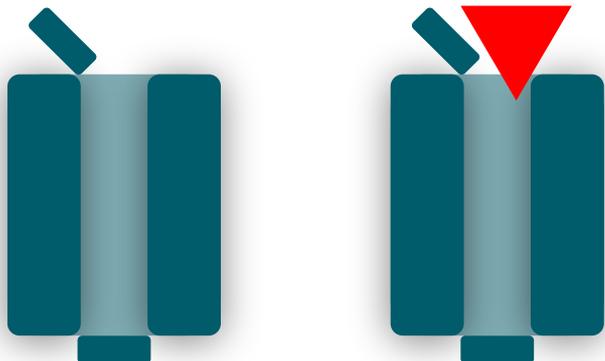
Новокаин



Под анестетиком:



ТОКСИНЫ

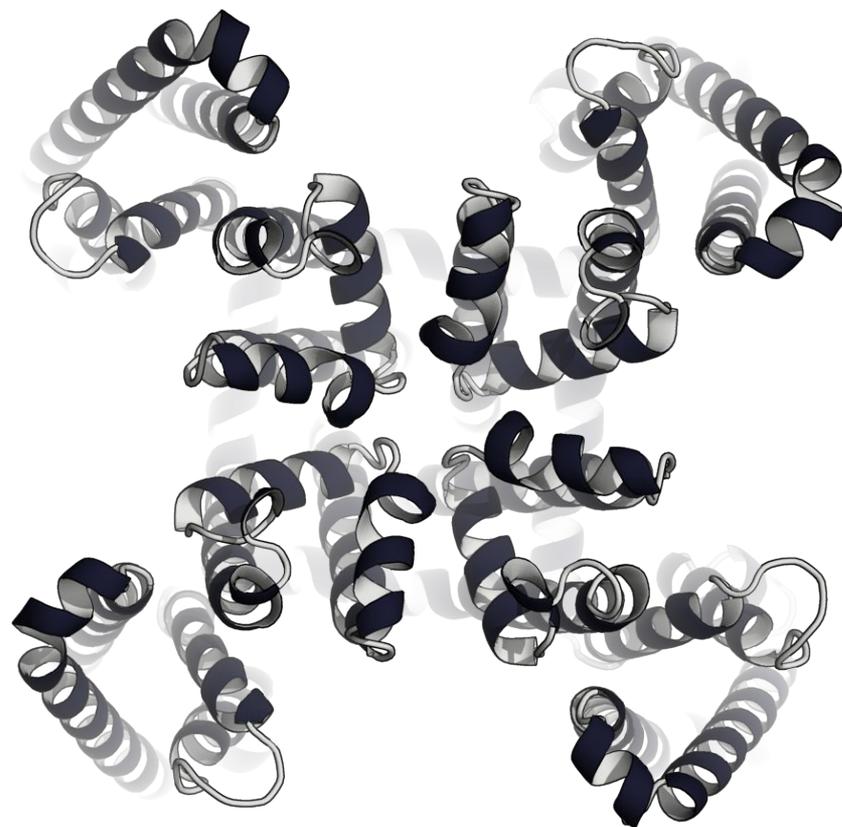


Тетродотоксин
забивает
фильтр

ИОННЫЕ КАНАЛЫ

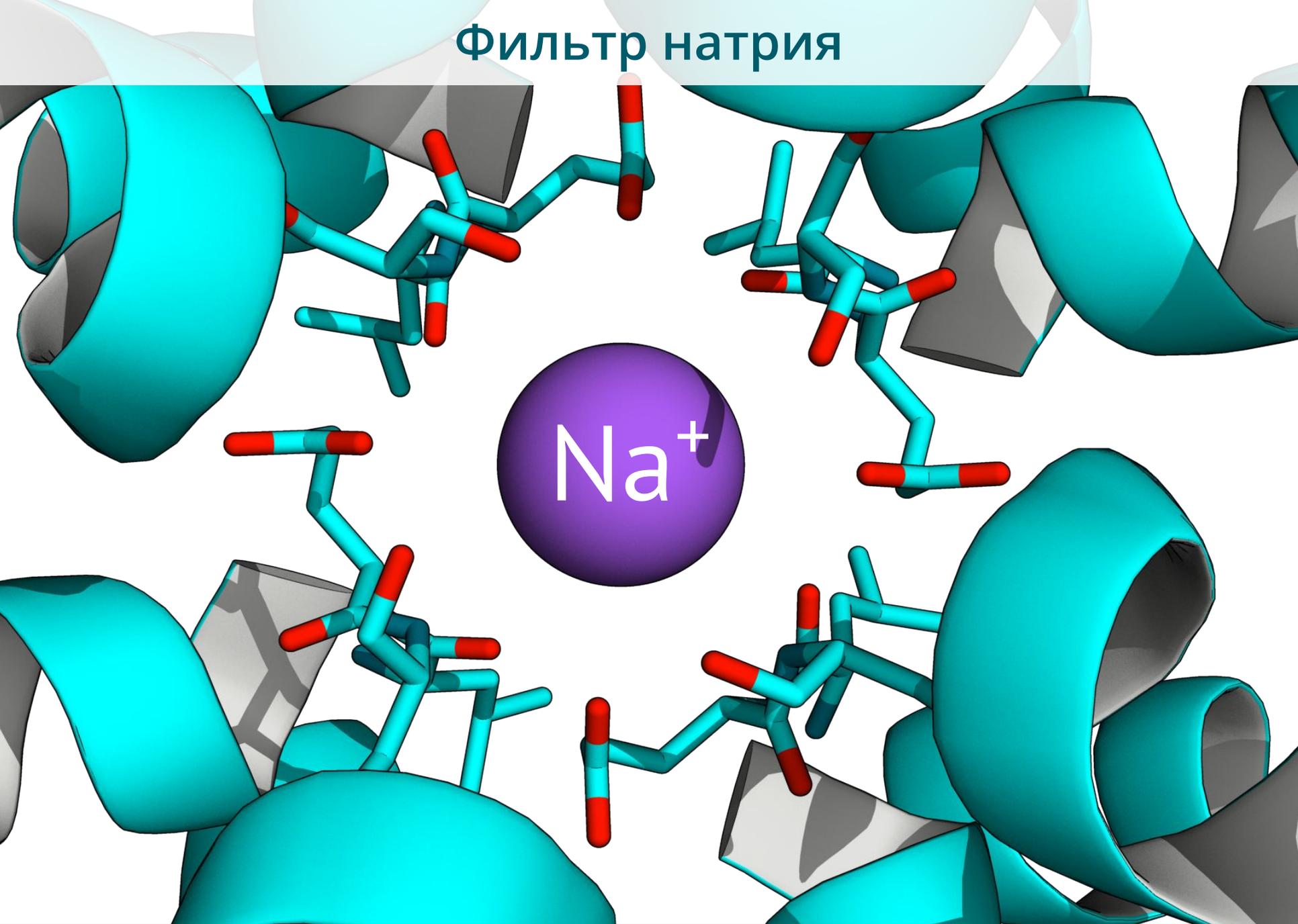


**Потенциал-зависимый
натриевый канал**

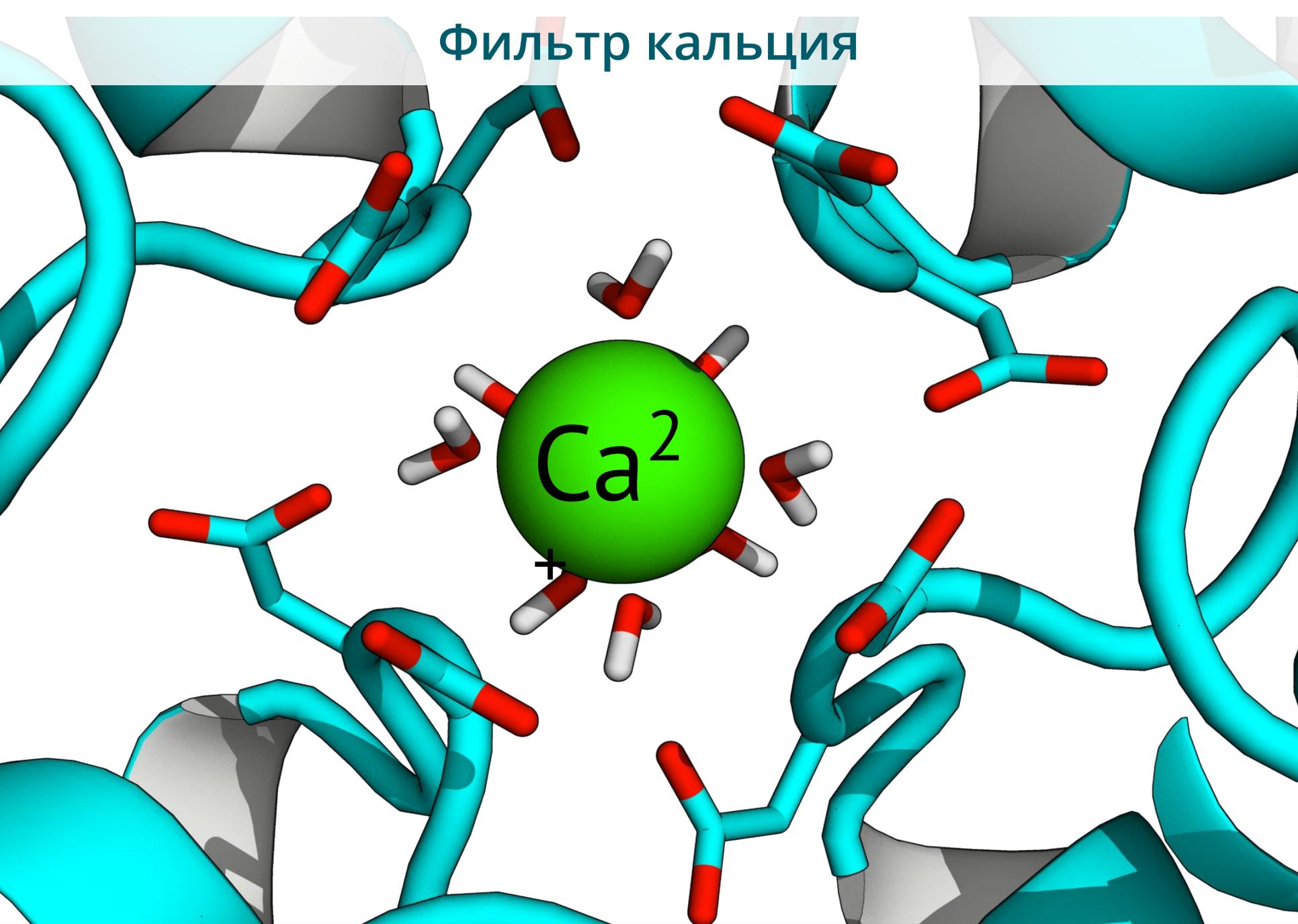


**Потенциал-зависимый
кальциевый канал**

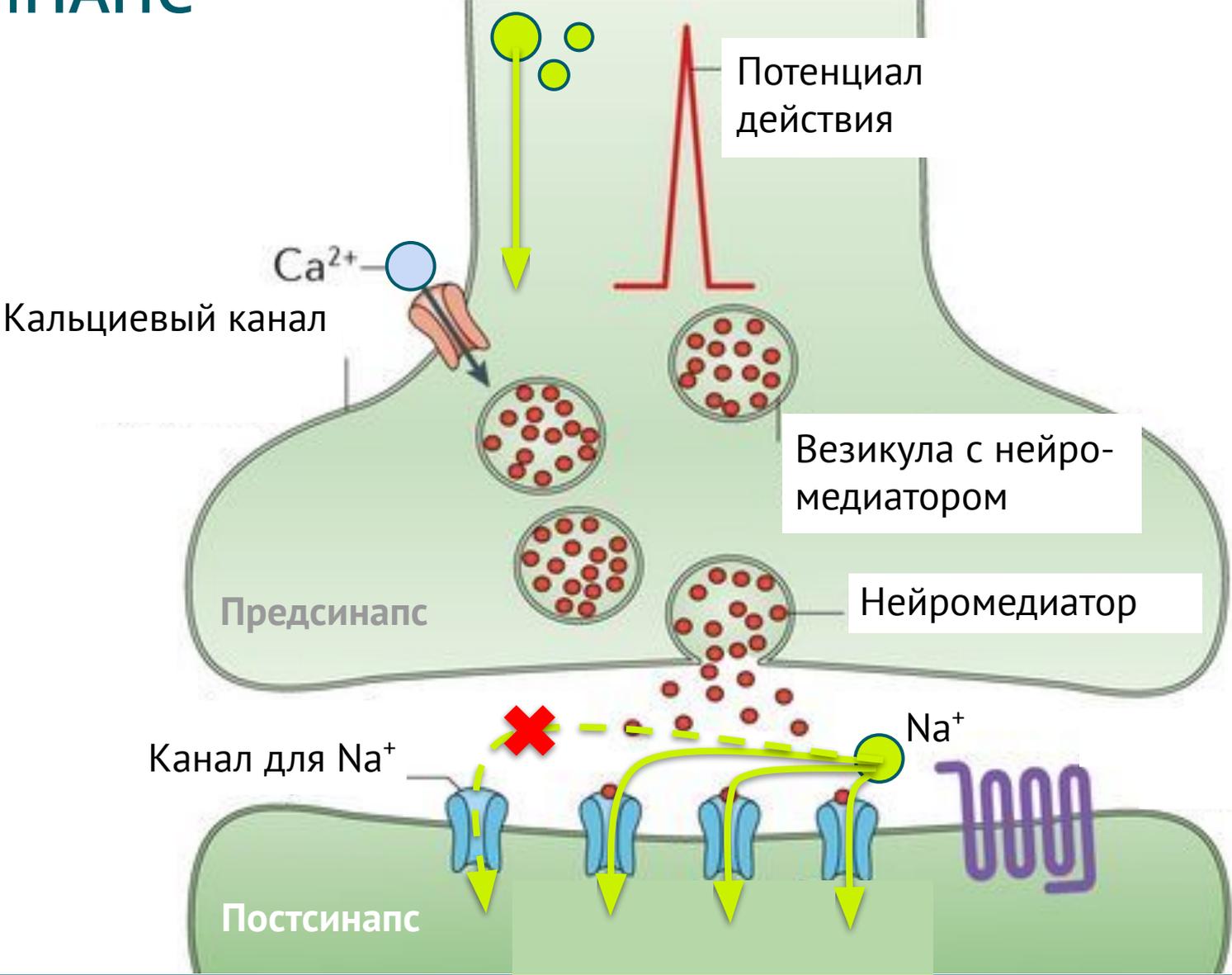
Фильтр натрия



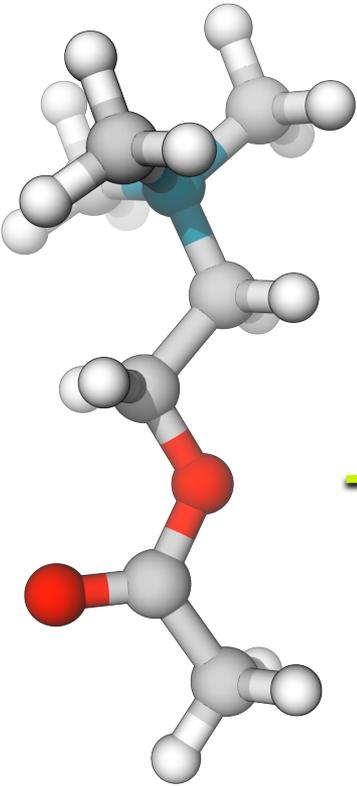
Фильтр кальция



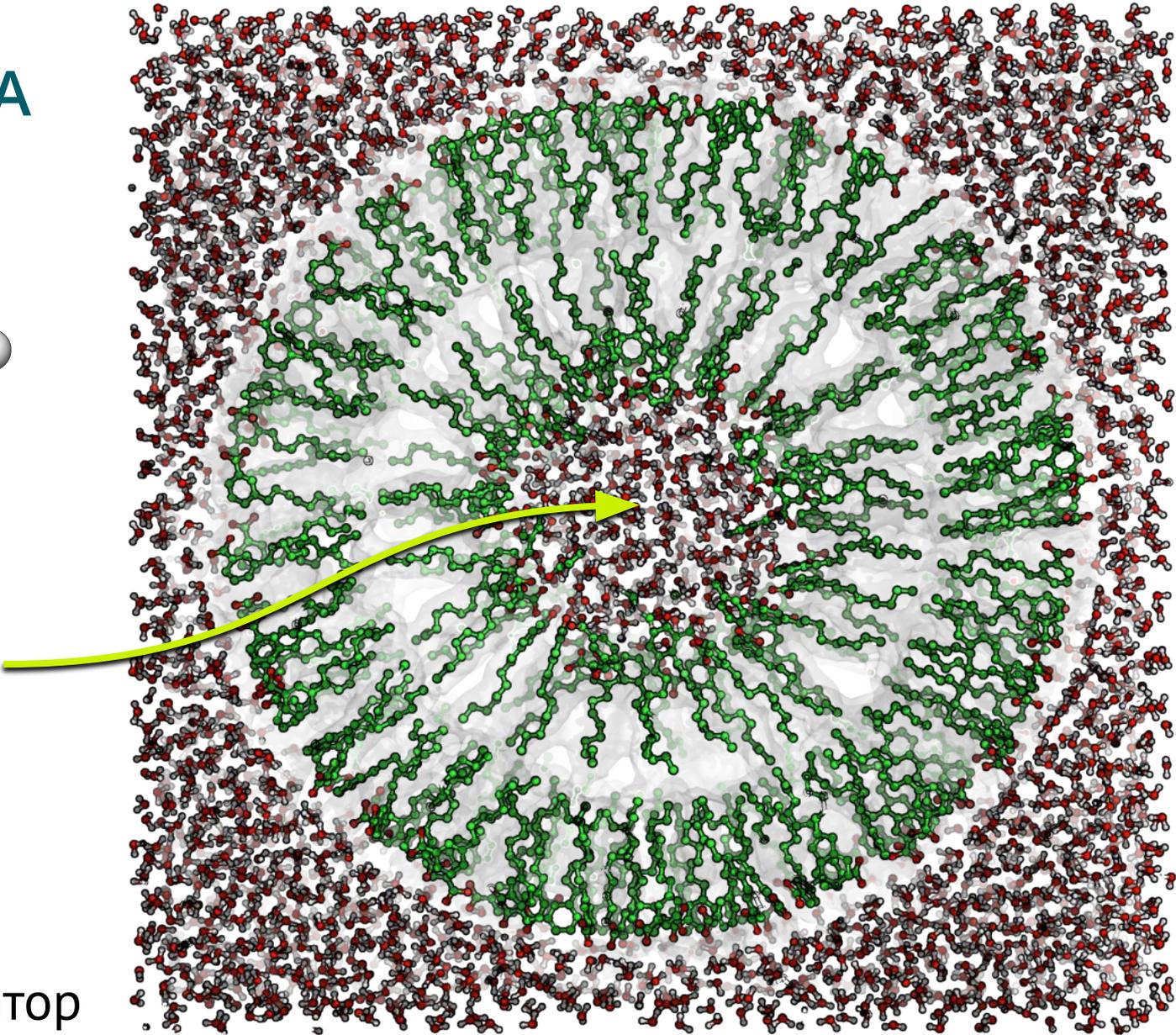
СИНАПС



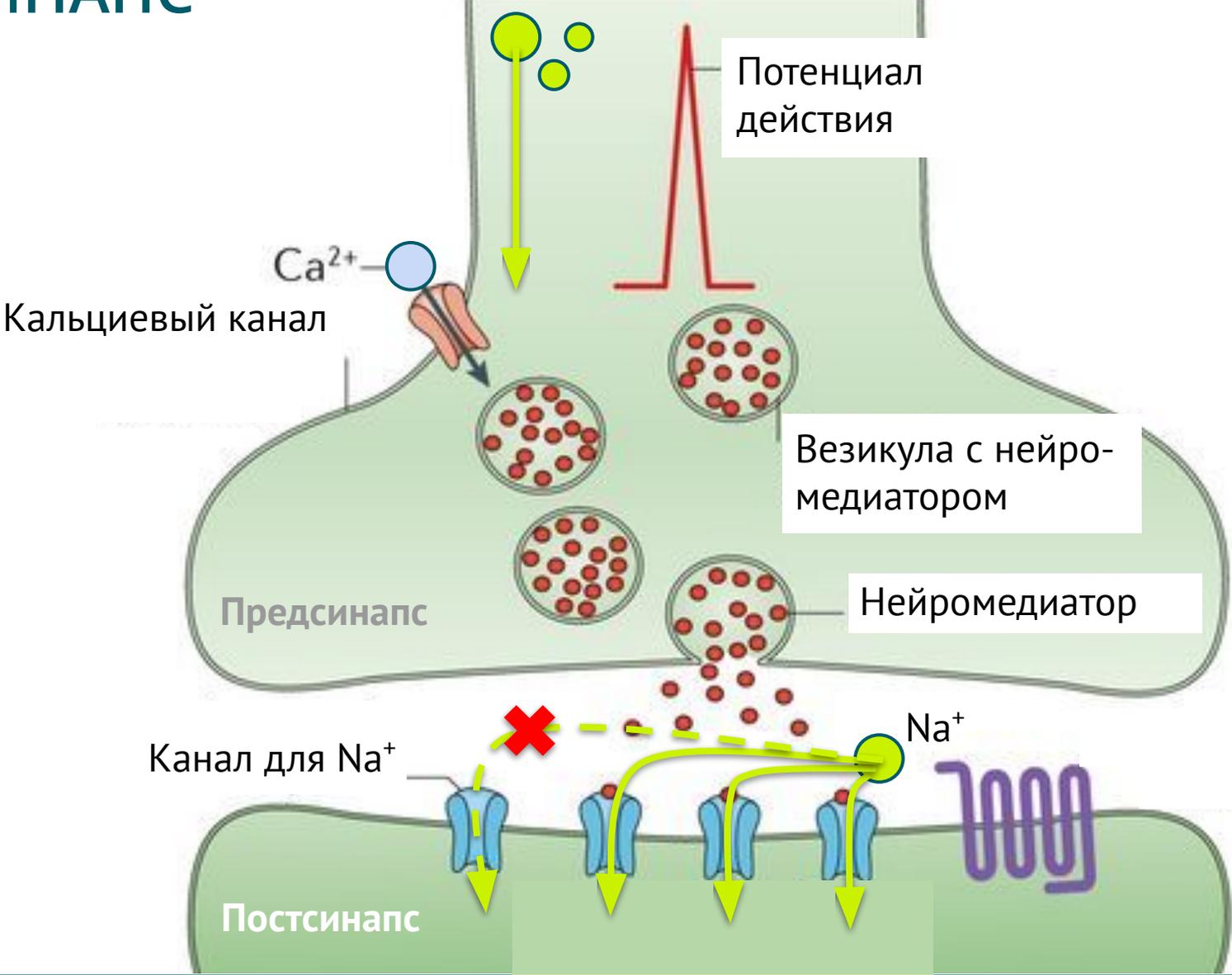
ВЕЗИКУЛА



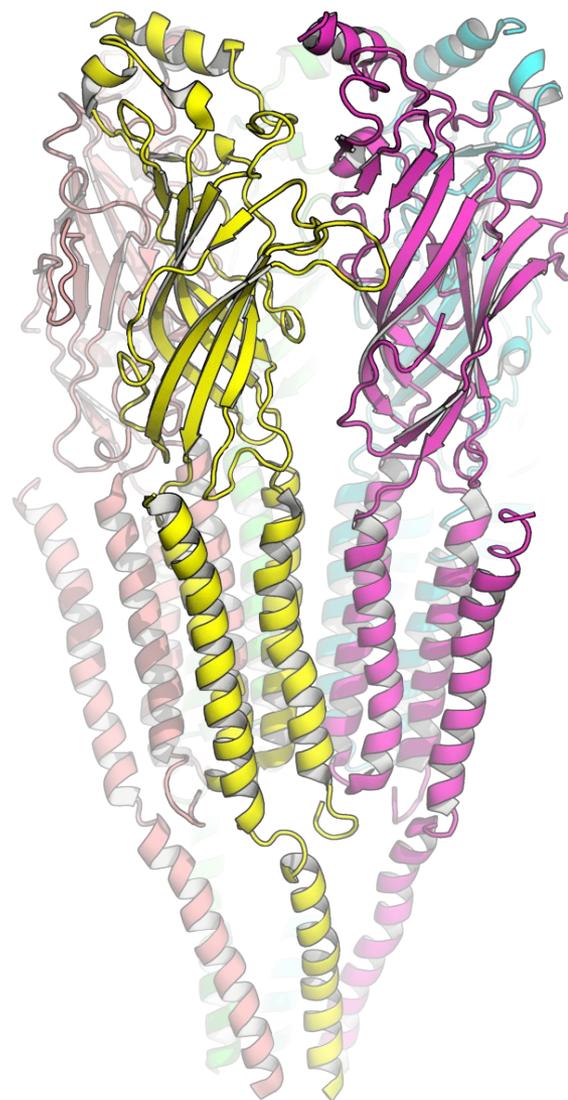
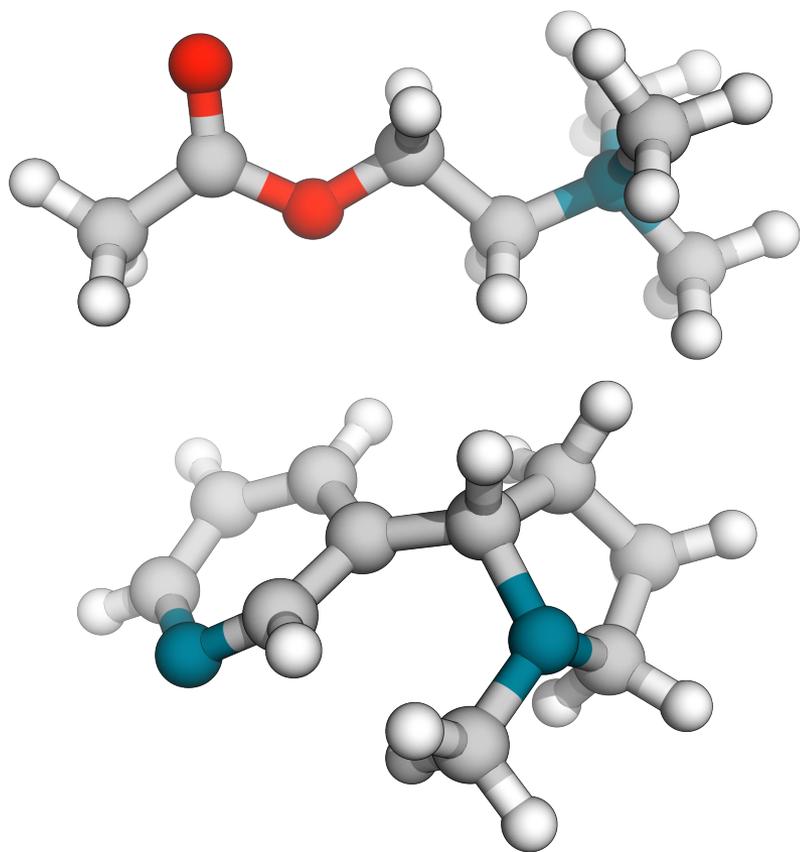
Нейромедиатор



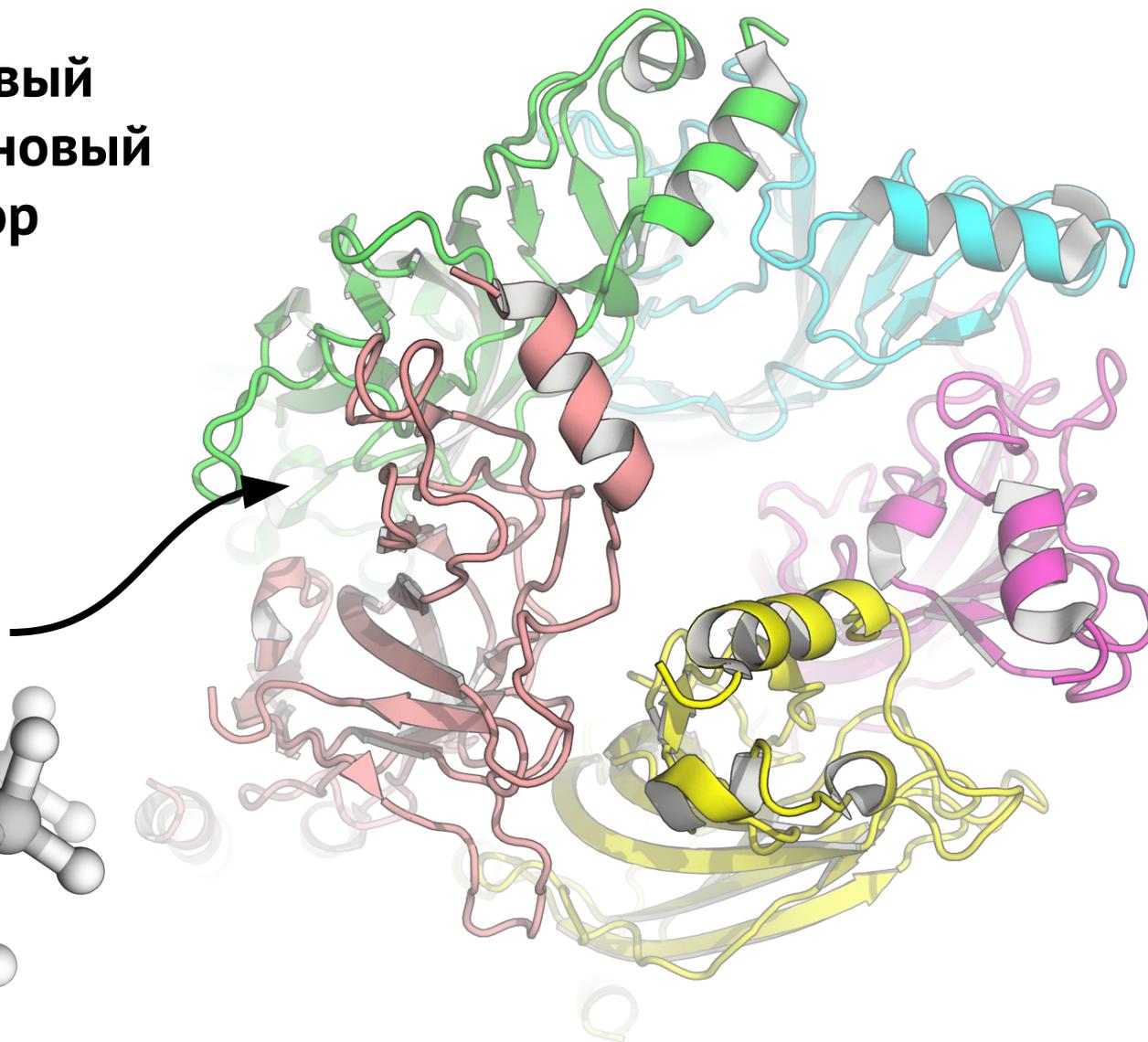
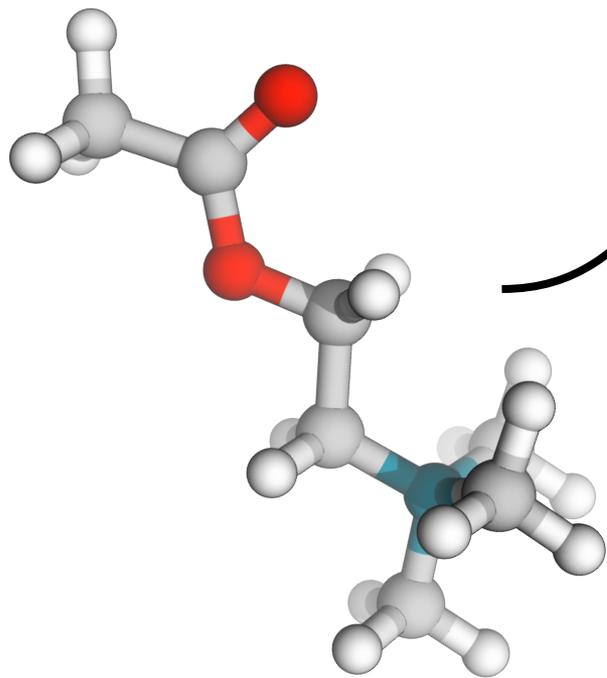
СИНАПС

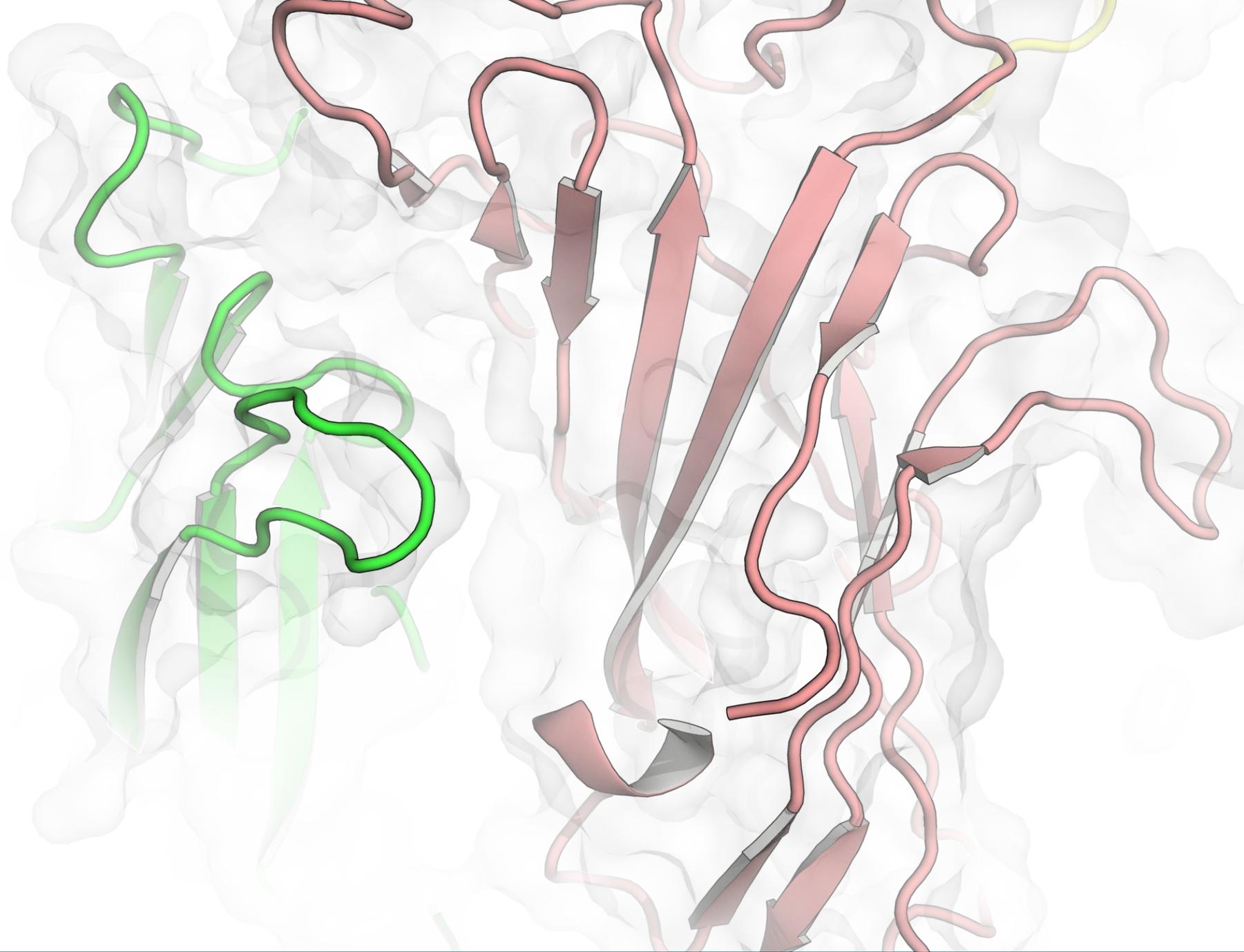


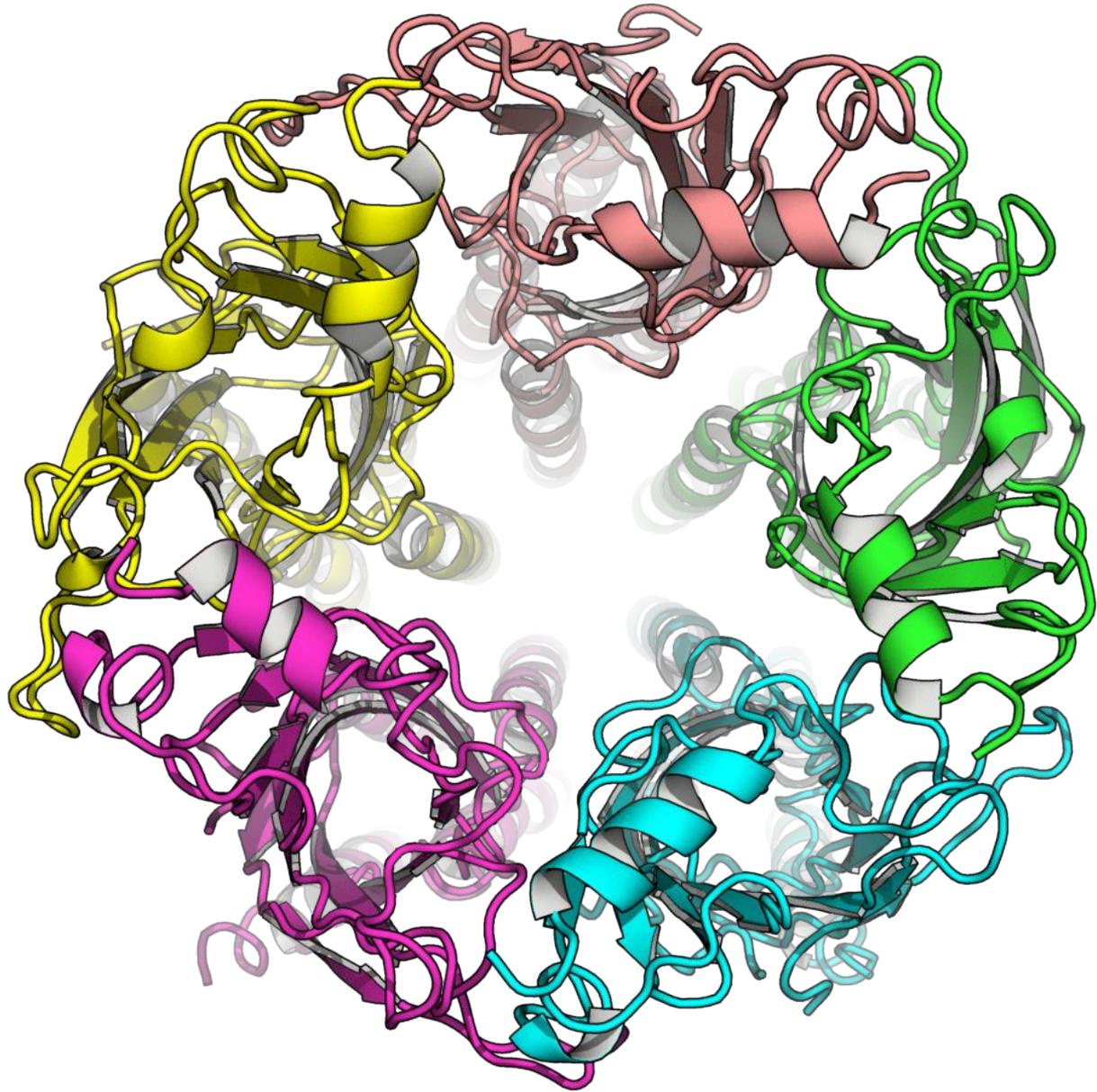
Никотиновый ацетилхолиновый рецептор

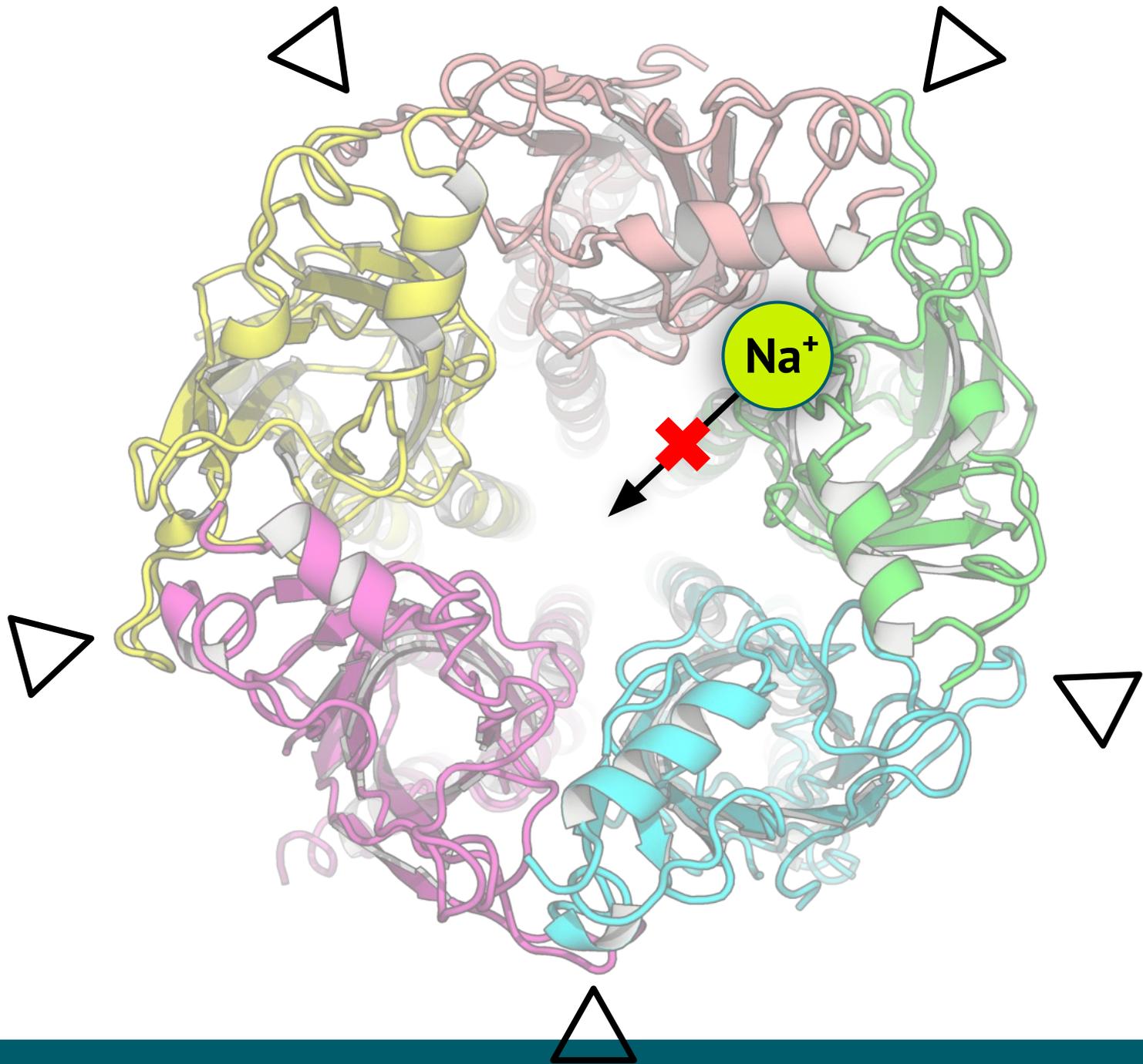


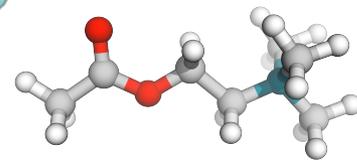
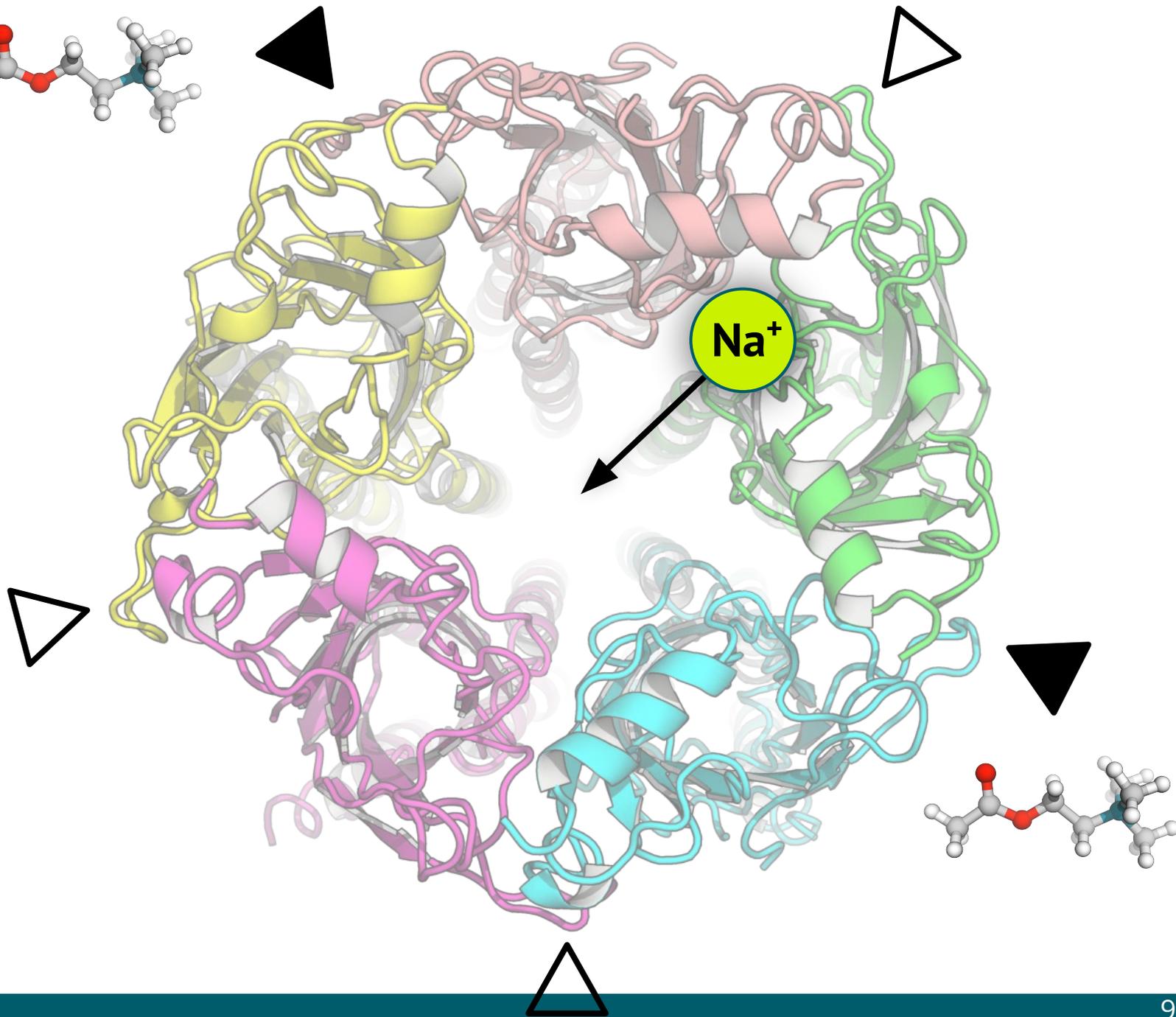
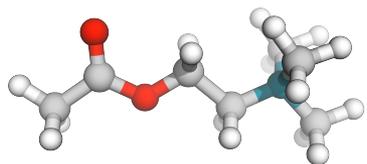
Никотиновый ацетилхолиновый рецептор

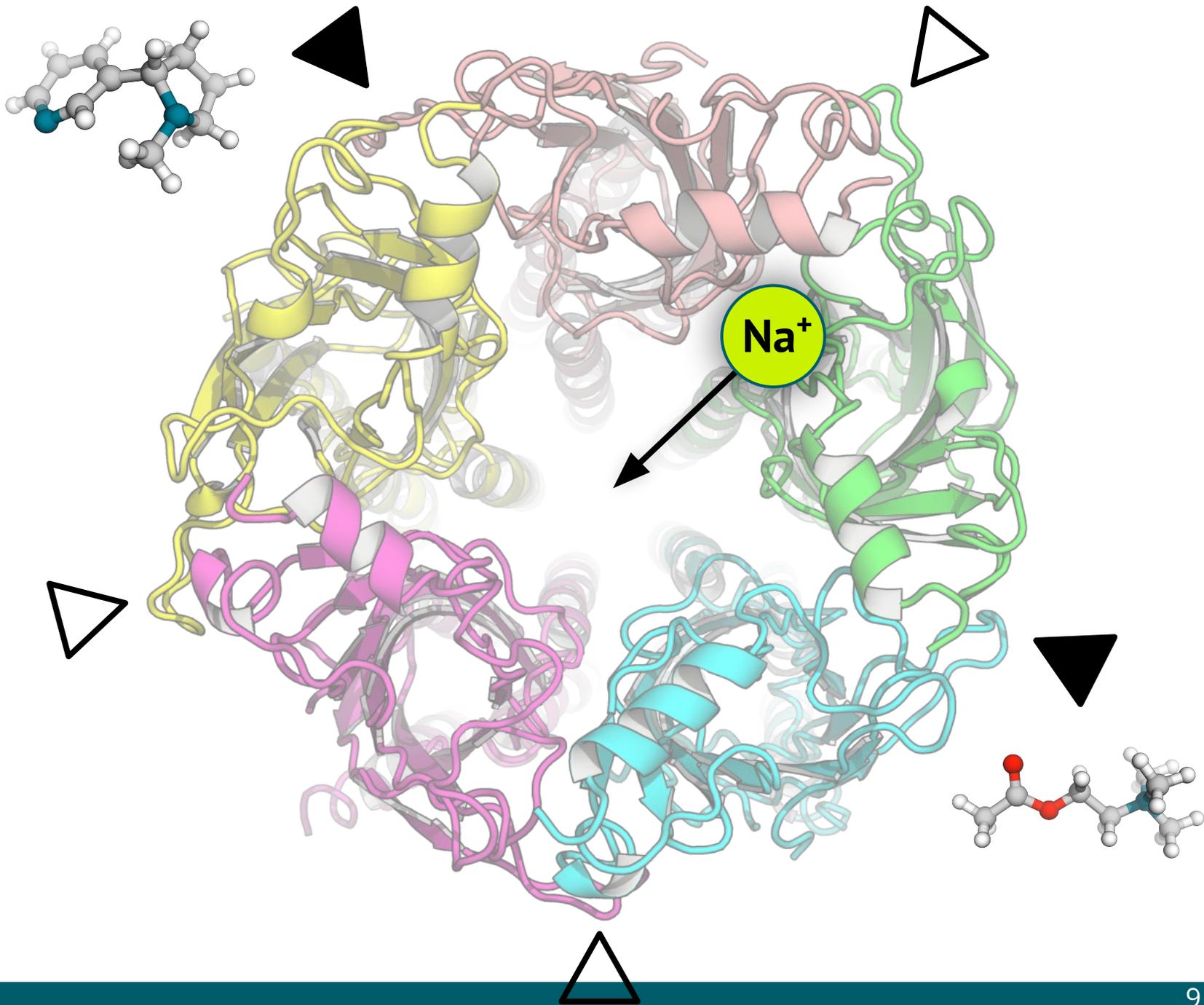


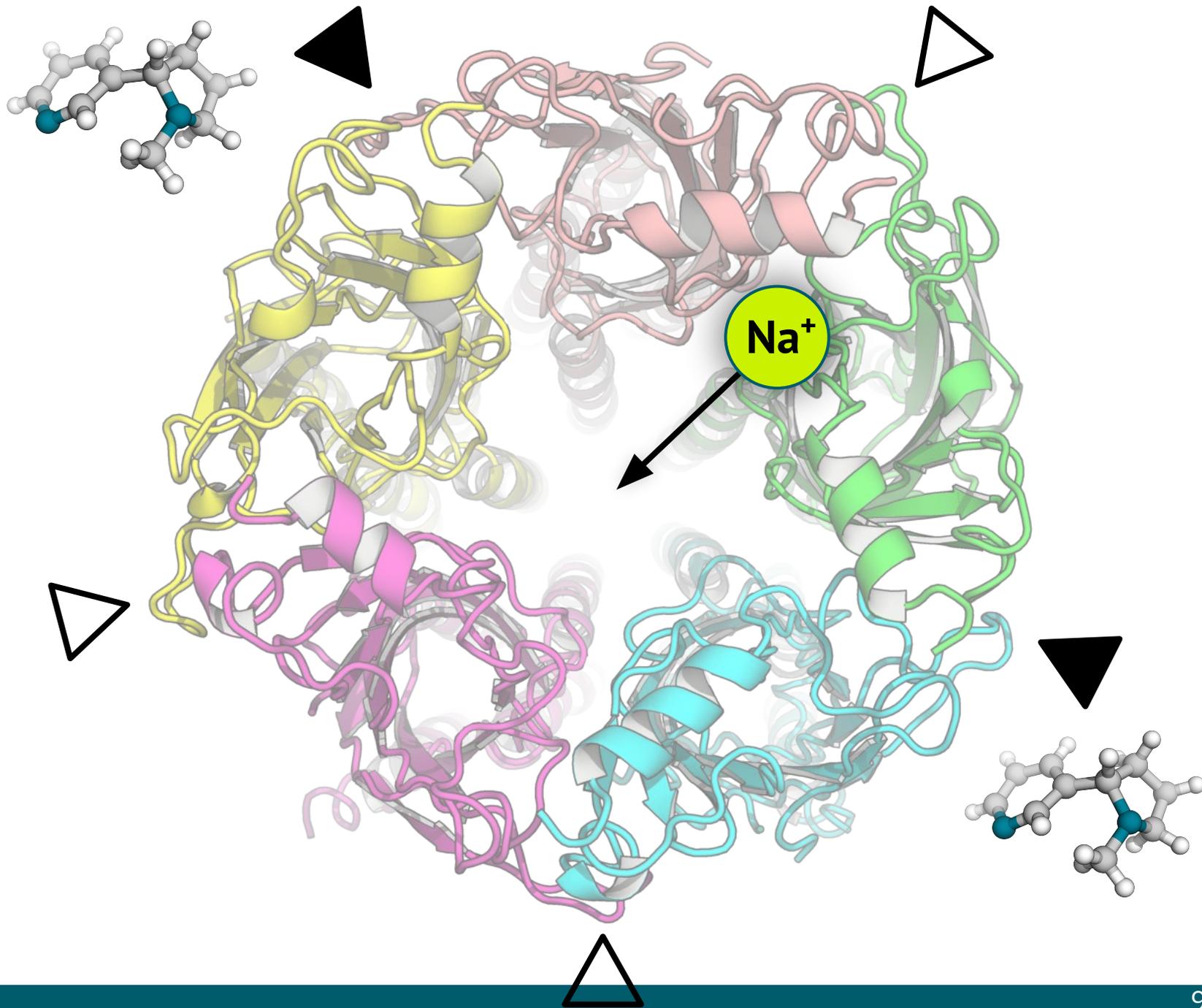


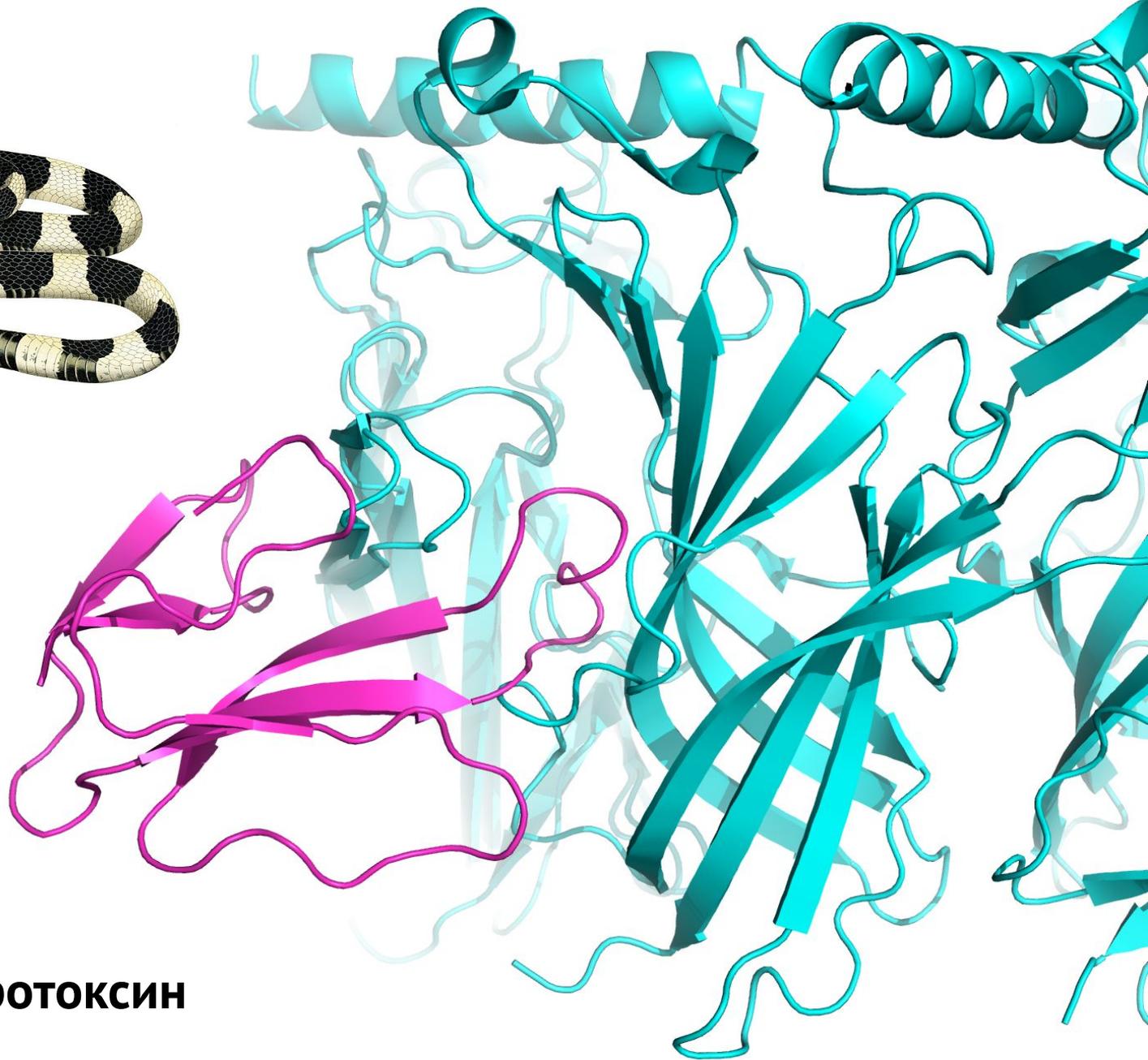








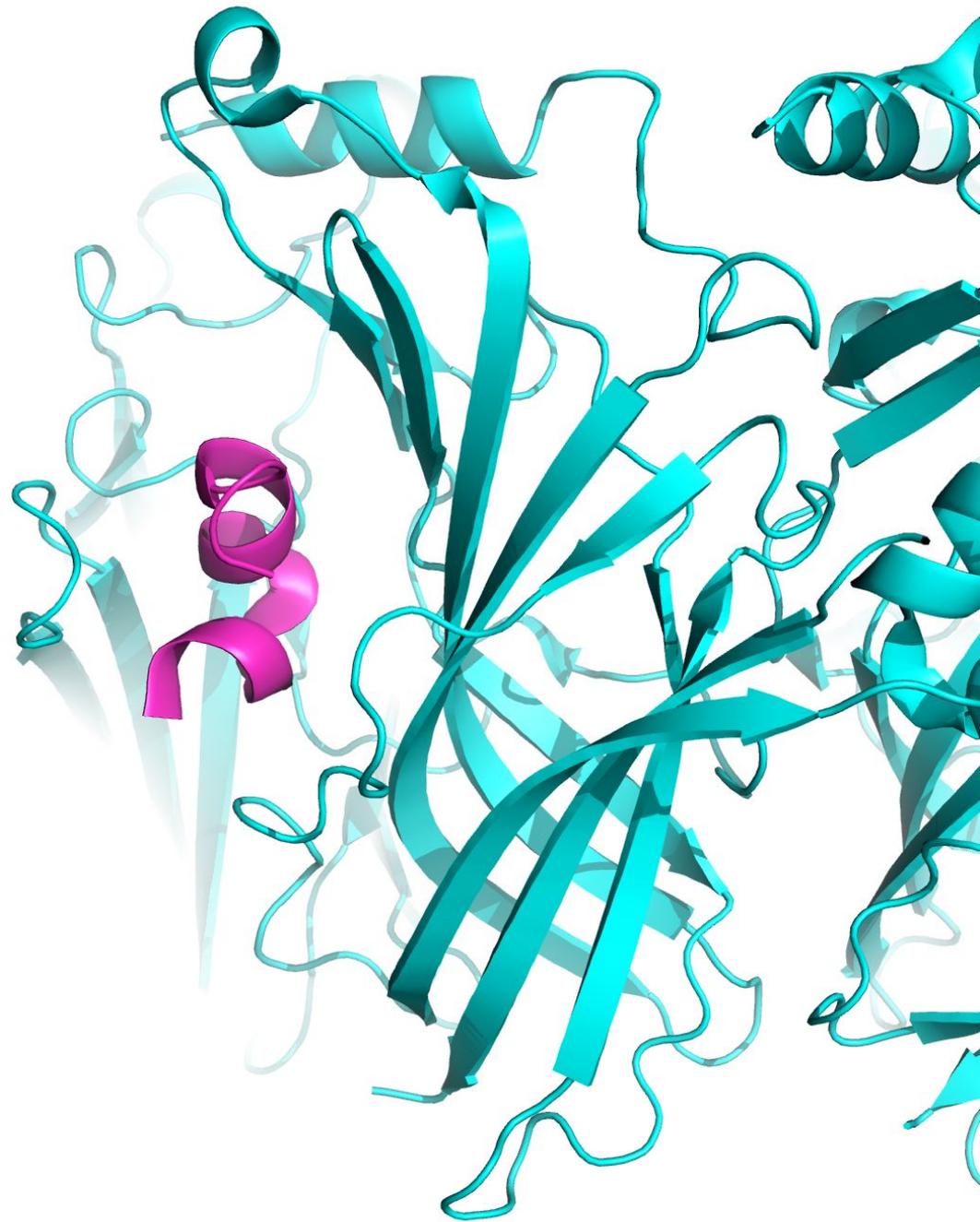


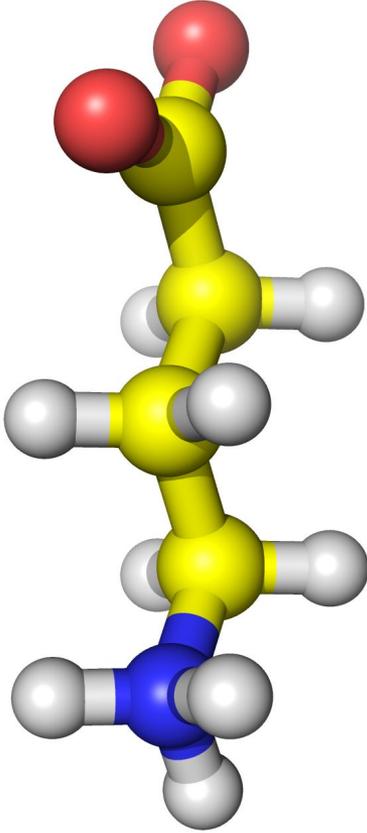


Альфа-бунгаротоксин

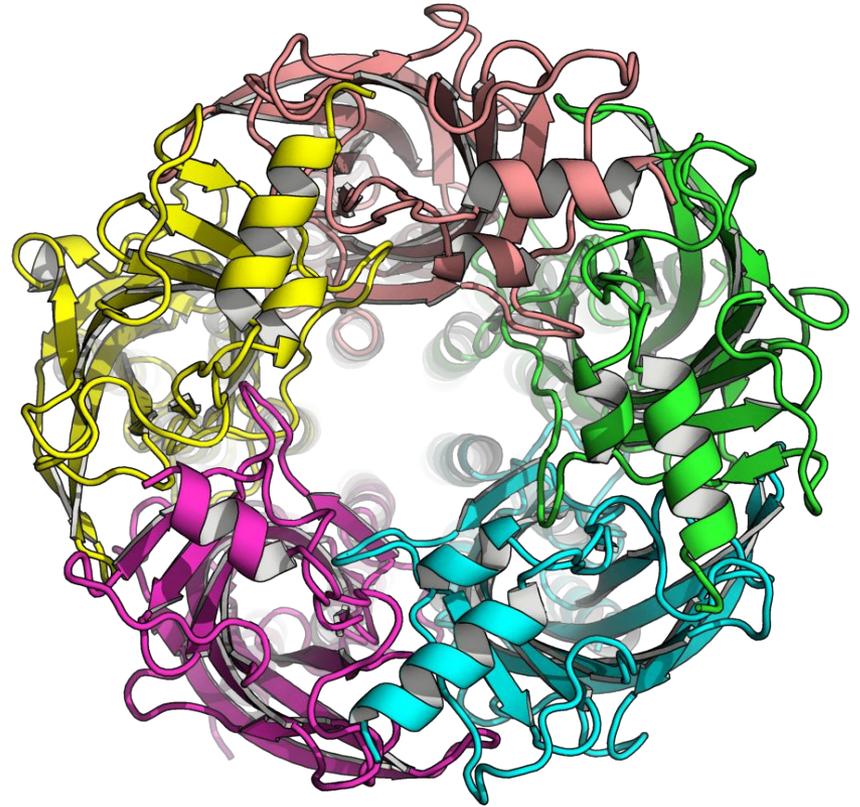


Альфа-конотоксин

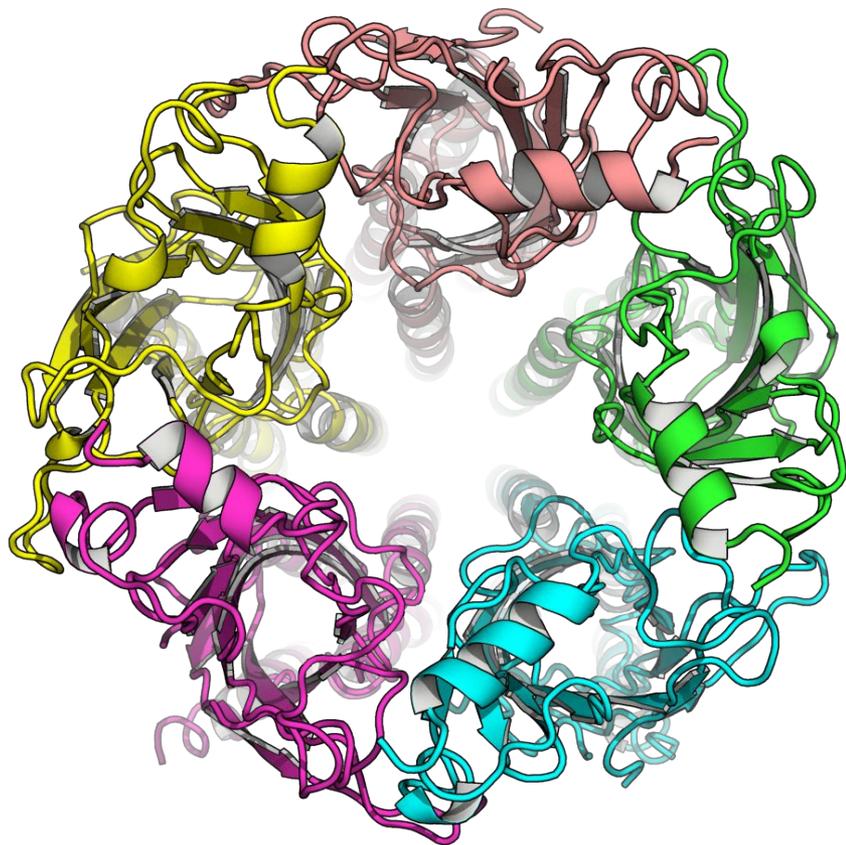




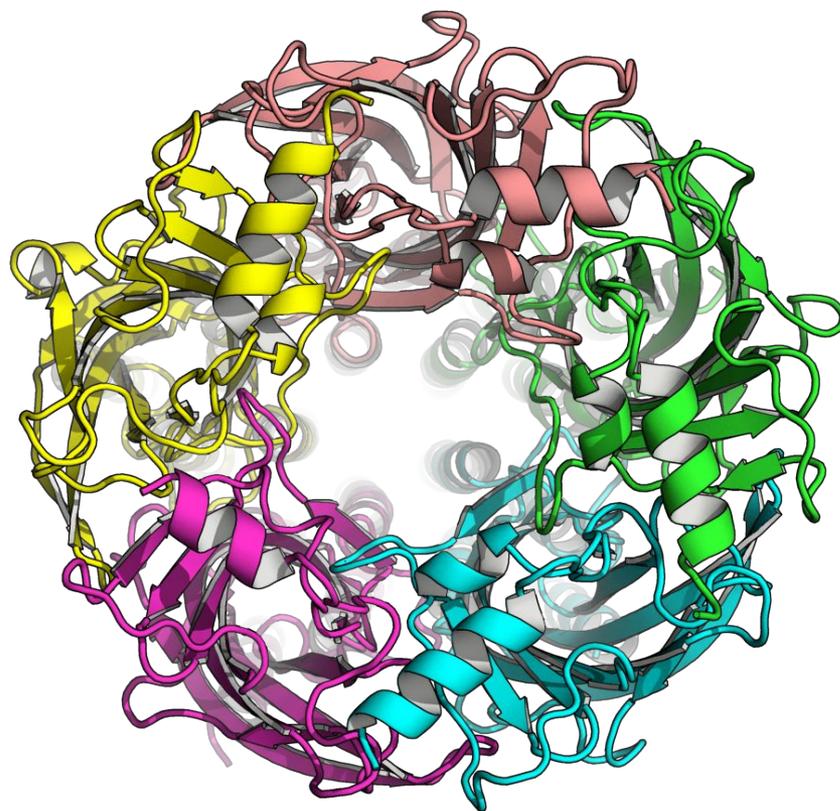
ГАМК



Рецептор ГАМК-А



**Никотиновый
ацетилхолиновый
рецептор**



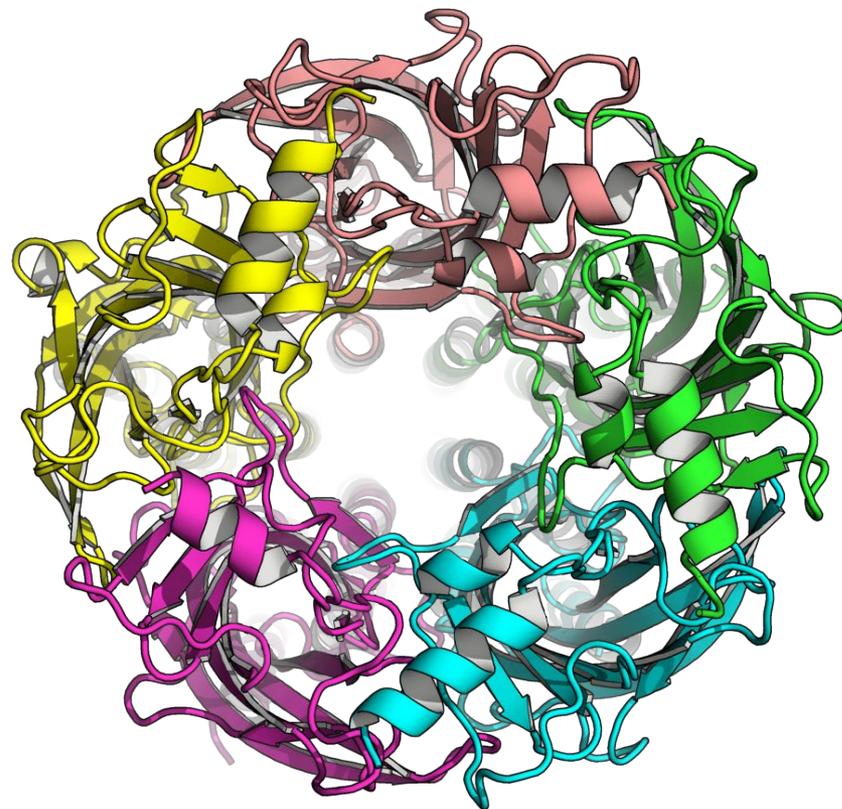
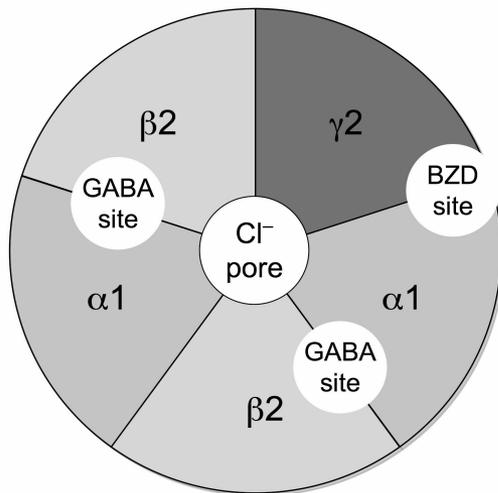
Рецептор ГАМК-А

Агонисты:

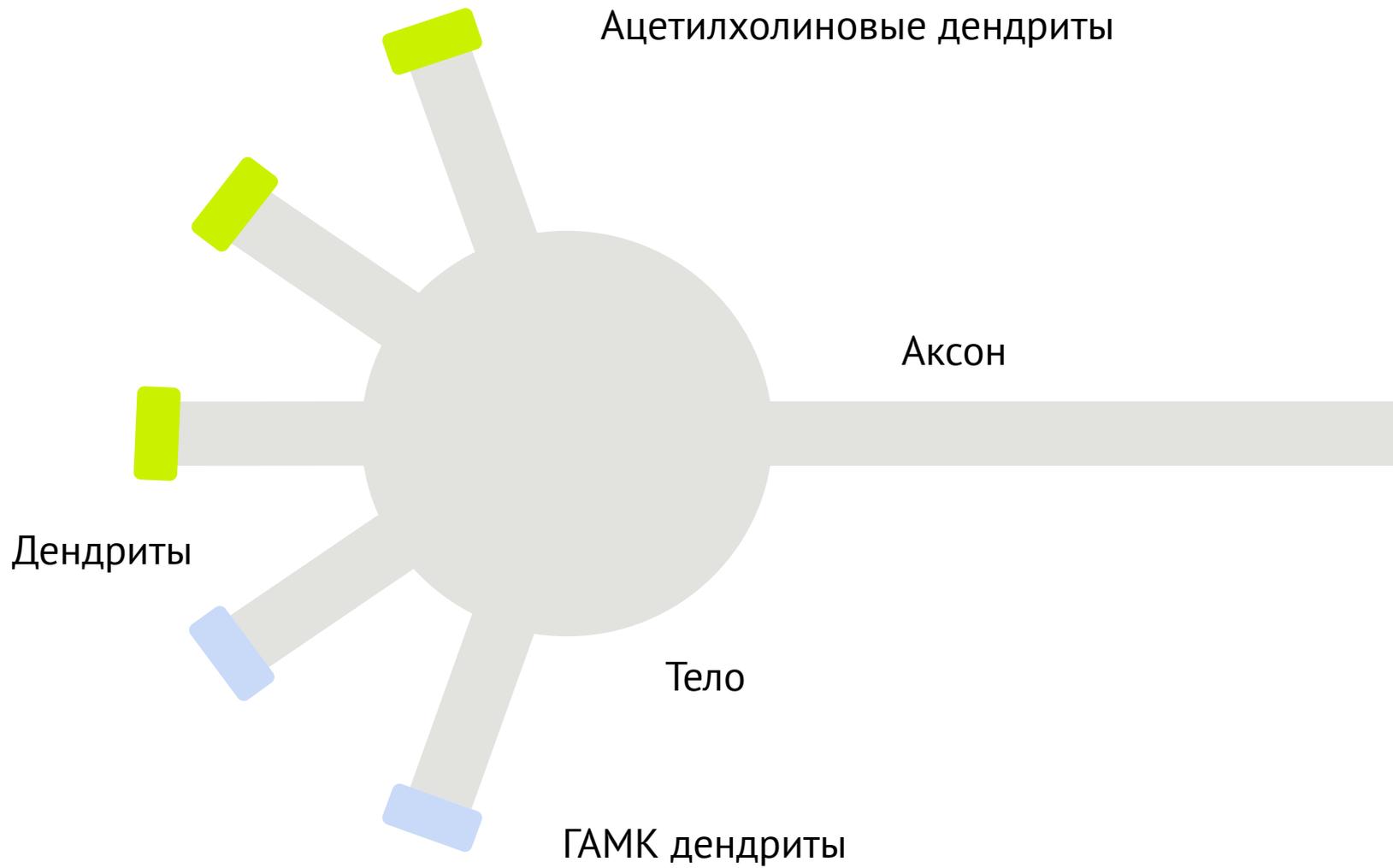
- Фенибут
- Барбитураты

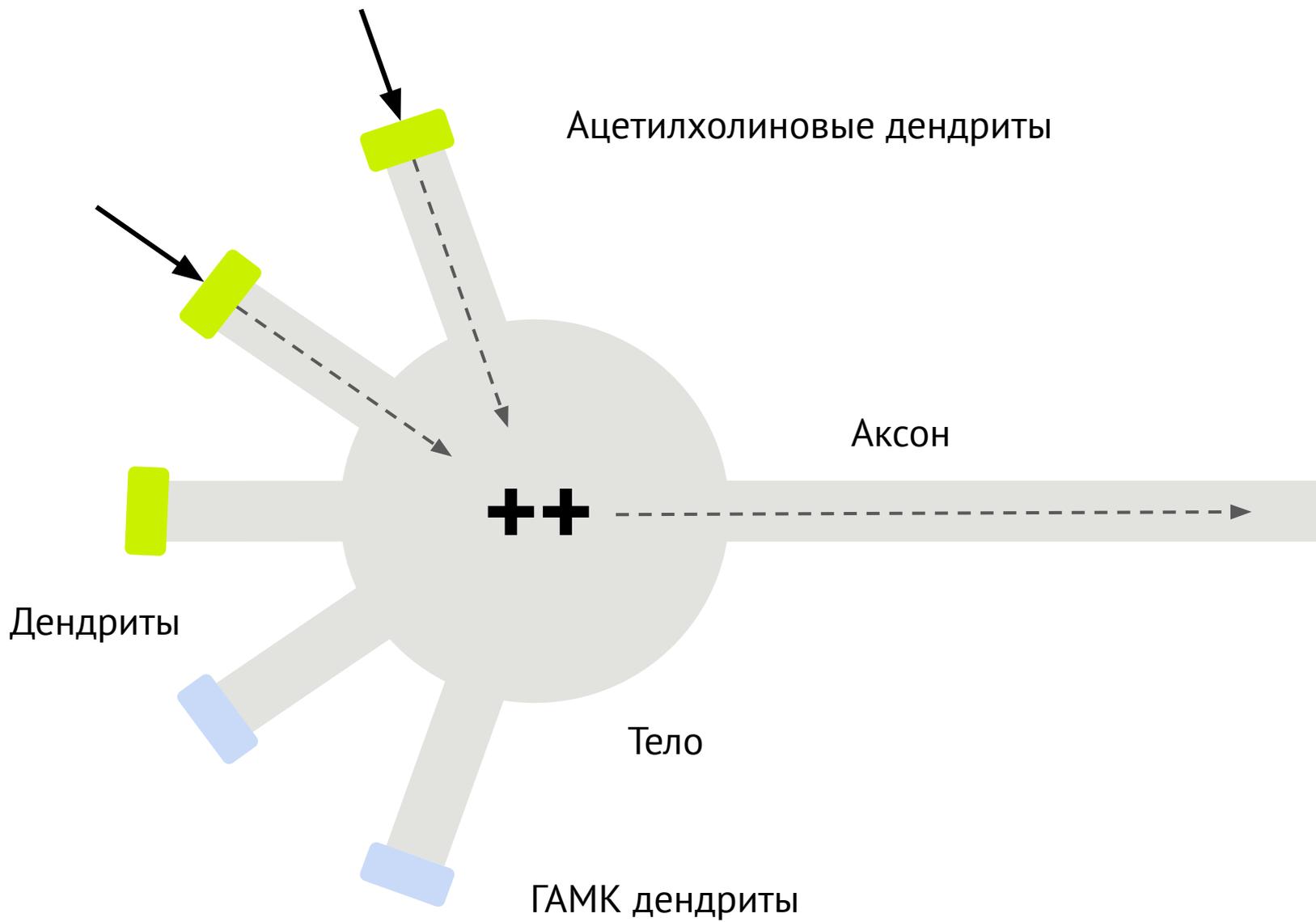
Позитивные модуляторы:

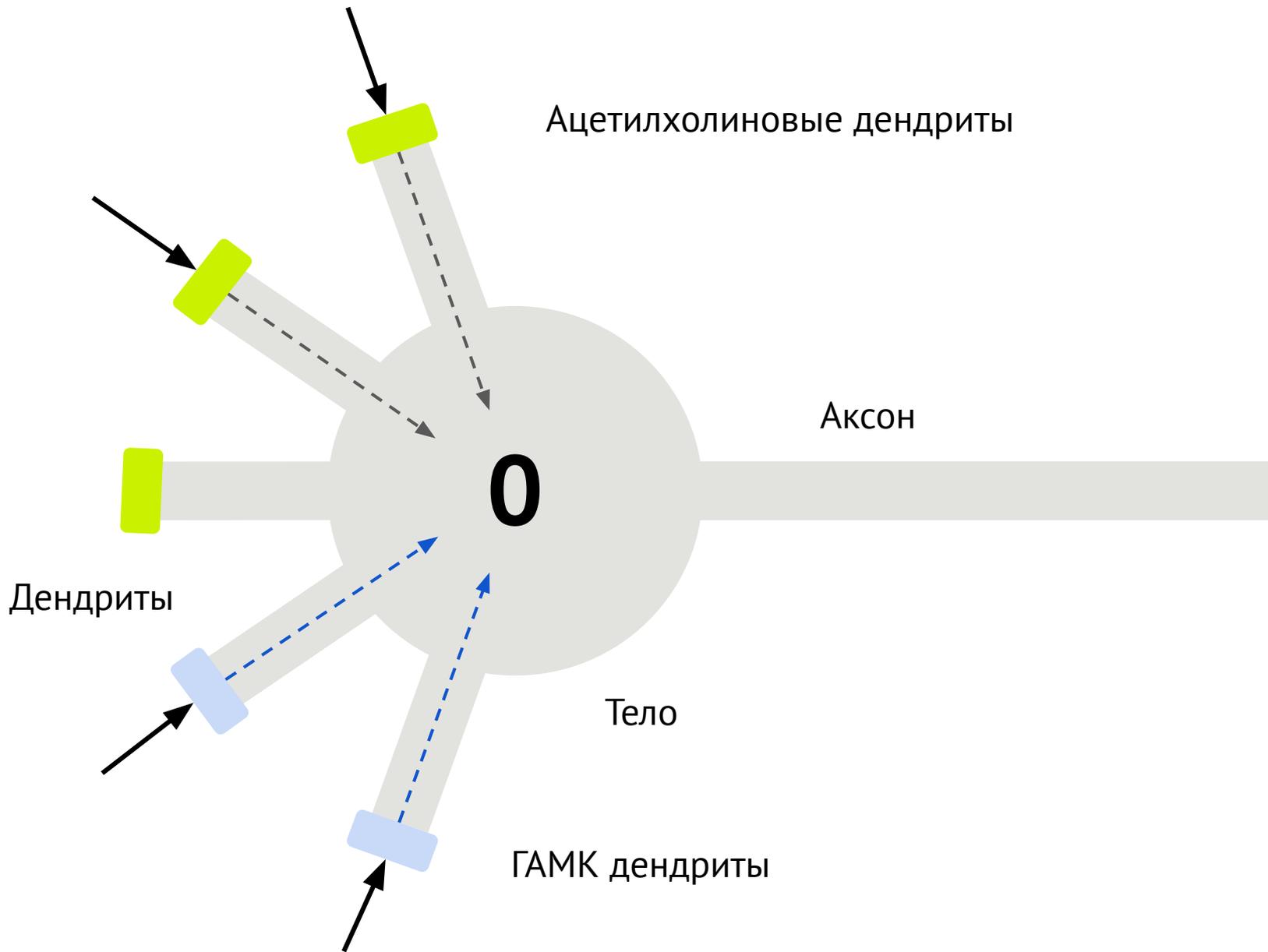
- Барбитураты
- Бензодиазепины (дiazepam, алпразолам)
- Валериановая кислоты
- Этанол
- И еще сотни веществ

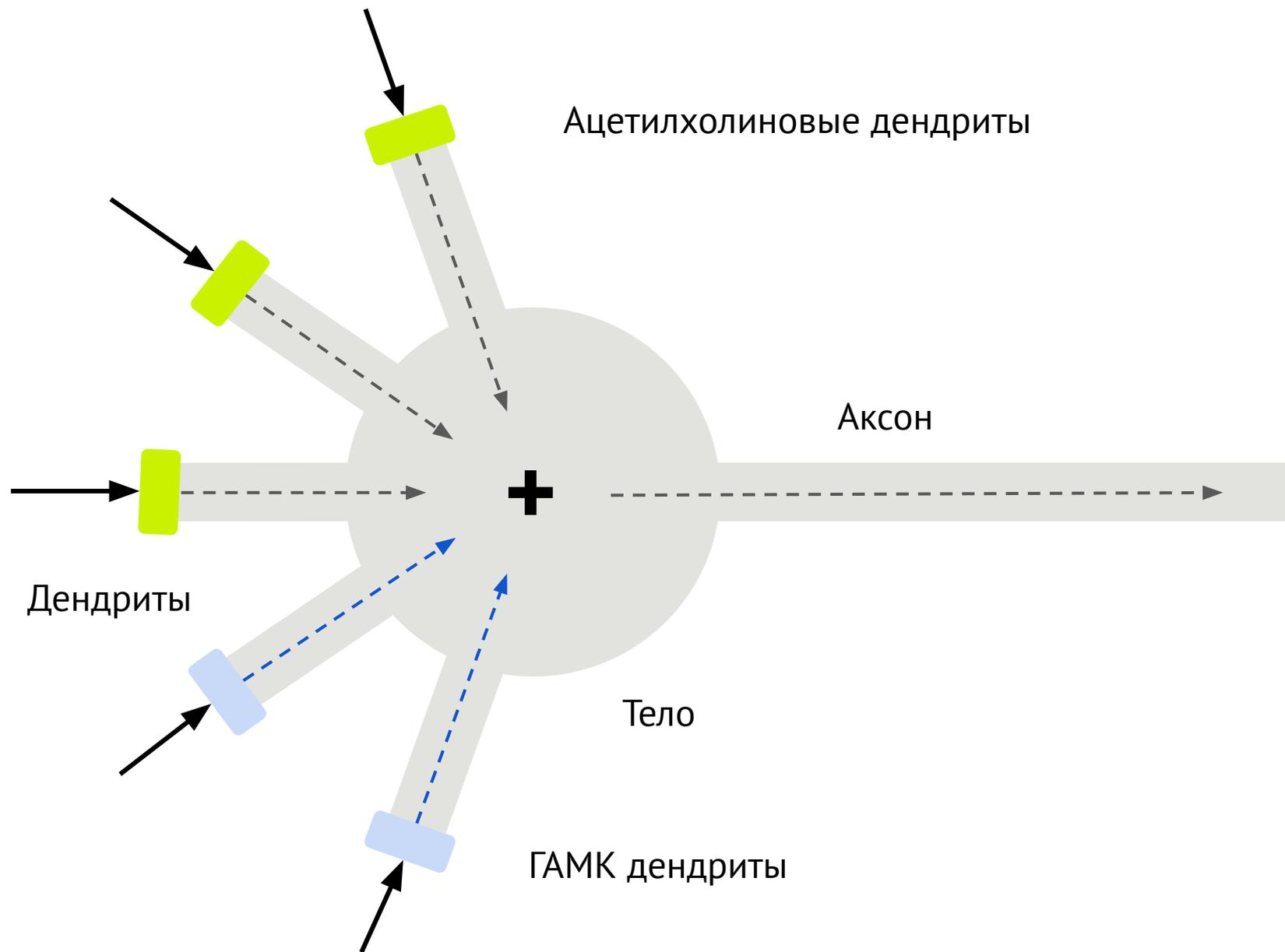


Рецептор ГАМК-А

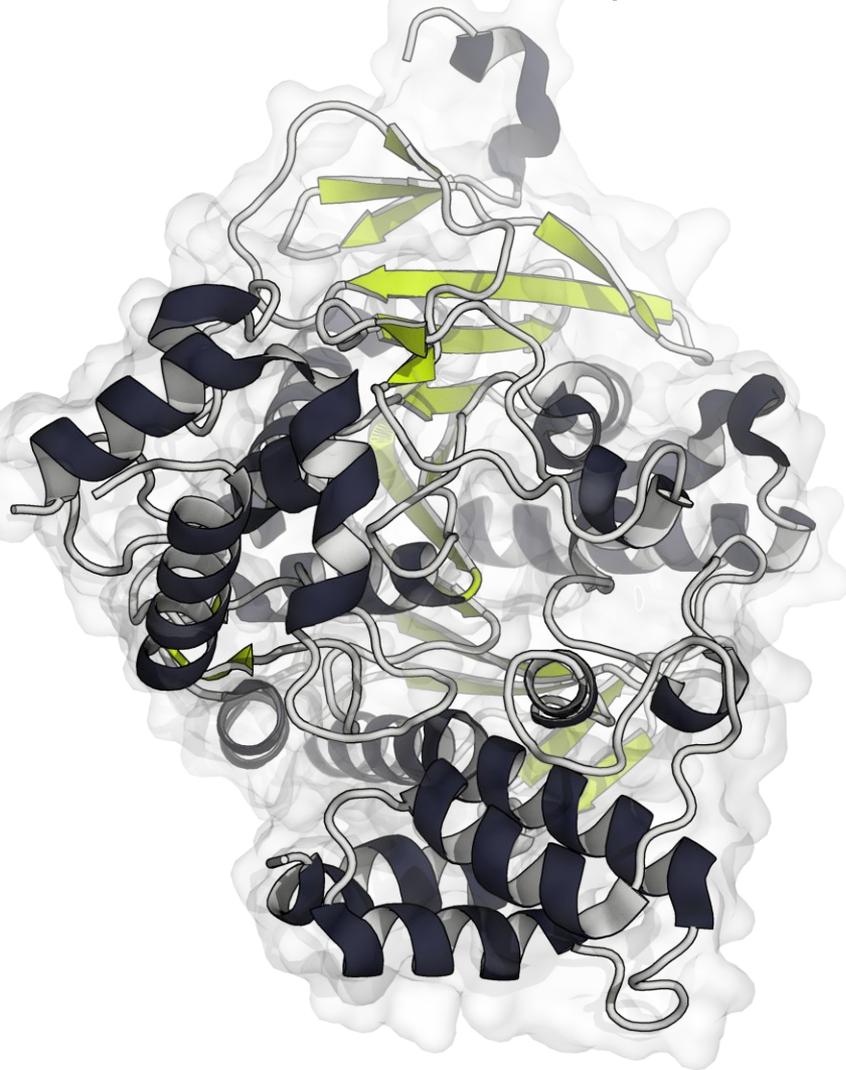




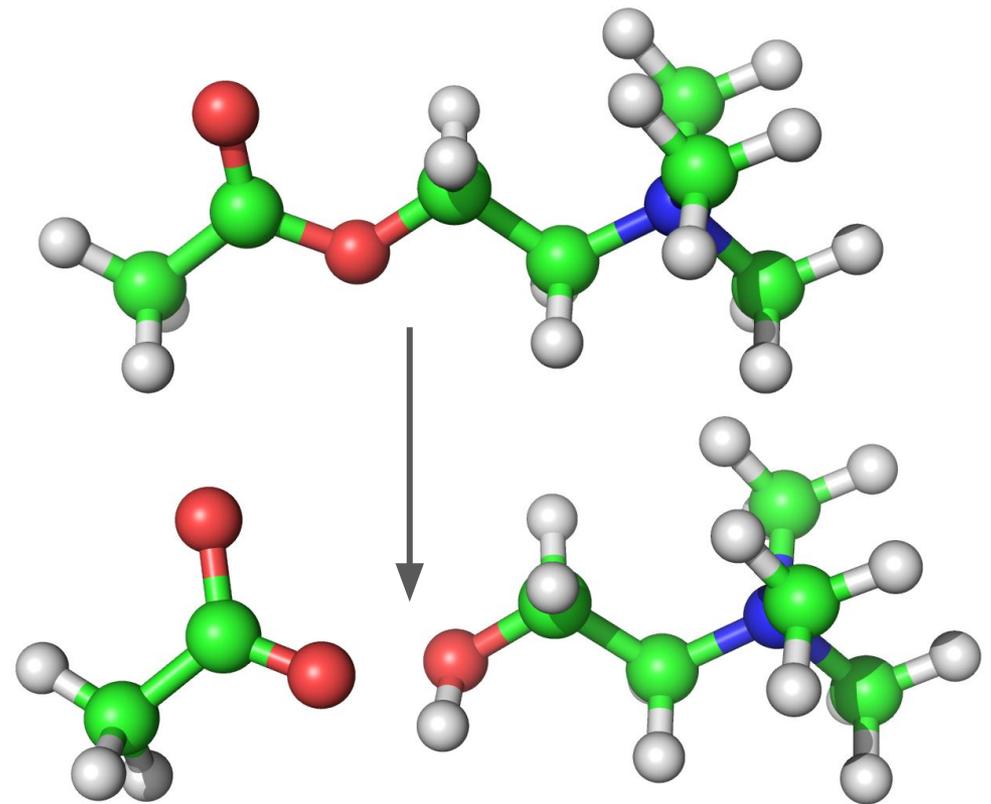




Ацетилхолинэстераза



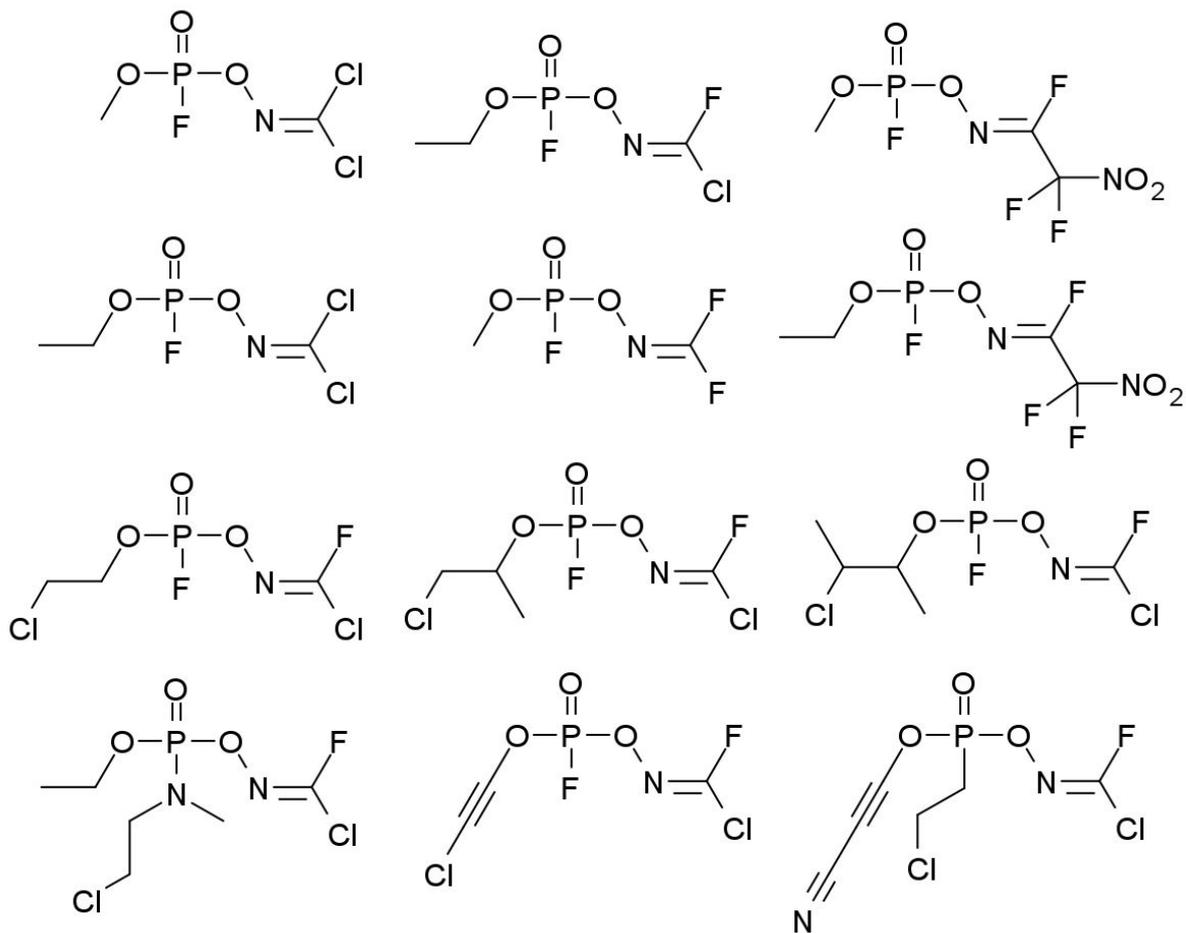
Ацетилхолин



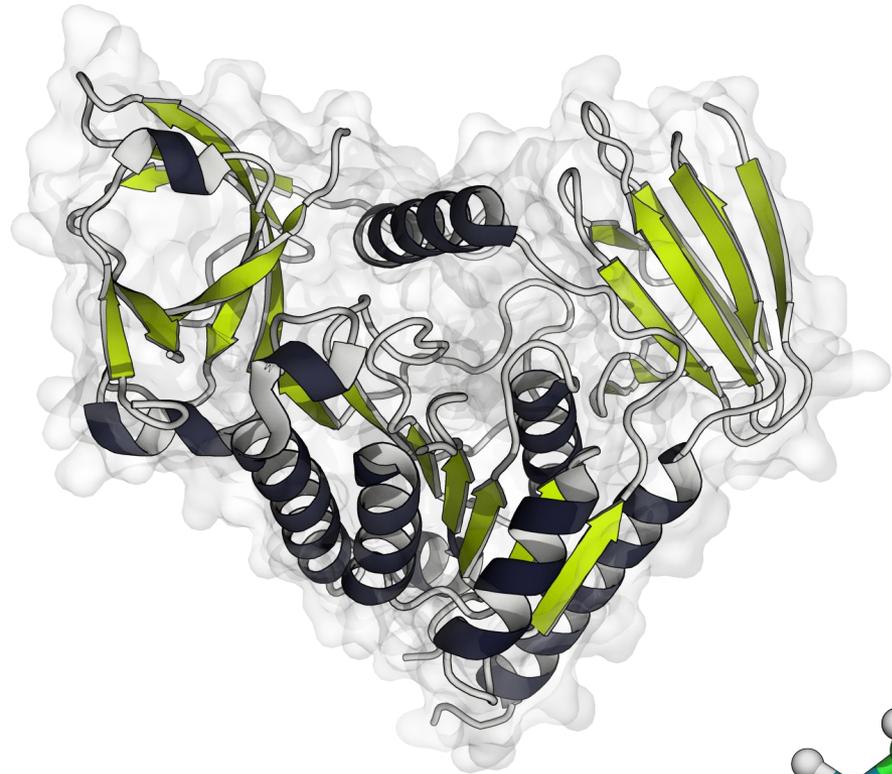
Ацетил

Холин

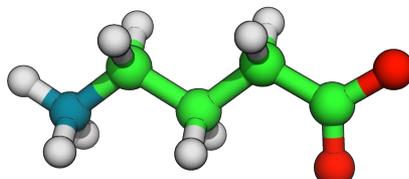
“Новичок” - ингибитор ацетилхолинэстеразы



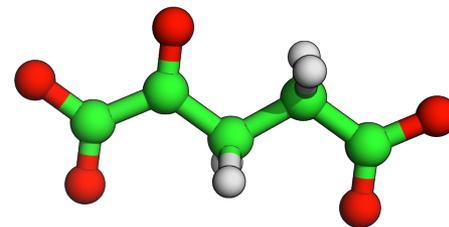
ГАМК трансаминаза



ГАМК



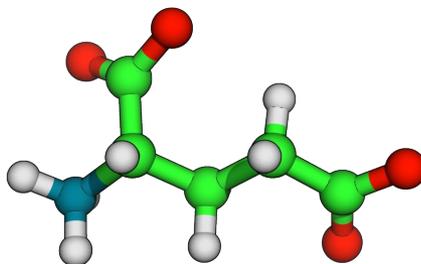
Кетоглутарат



+



Глутамат



+

Сукцинат семиальдегид

