



Уральский государственный  
медицинский университет



# Нервная система

Карта нервной системы

2011

LE PENSEUR





В презентации используются эффекты анимации

Для продолжения просмотра каждого последующего эффекта нажимать левую клавишу мыши (или другую управляющую кнопку) не раньше, чем через 4-5 секунд

Будем приветствовать желающих принять участие в совершенствовании предлагаемой презентации

С уважением, авторы проекта



Организм человека,  
как совокупность систем органов, управляется  
двумя системами:

Эндокринной

Представлена  
железами  
внутренней  
секреции



Нервной

Представлена  
нервной  
системой,  
состоящей из  
центрального и  
периферического  
отделов



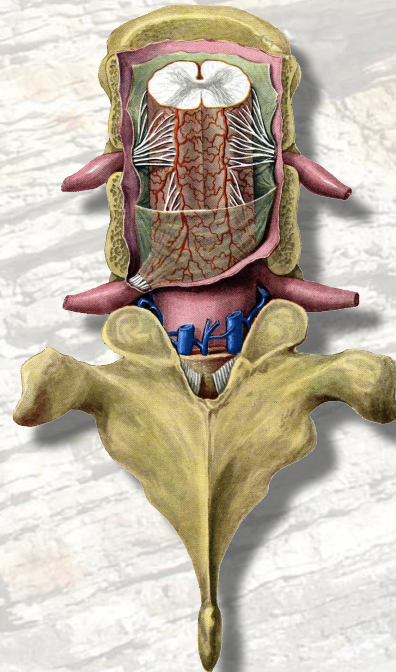


# Нервная система

представлена центральным и  
периферическим отделами

К центральной нервной системе  
относятся головной и спинной мозг

К периферическому отделу относятся  
нервы, сплетения, узлы (ганглии)





# Нервная система представлена (функционально)

## Соматический отдел

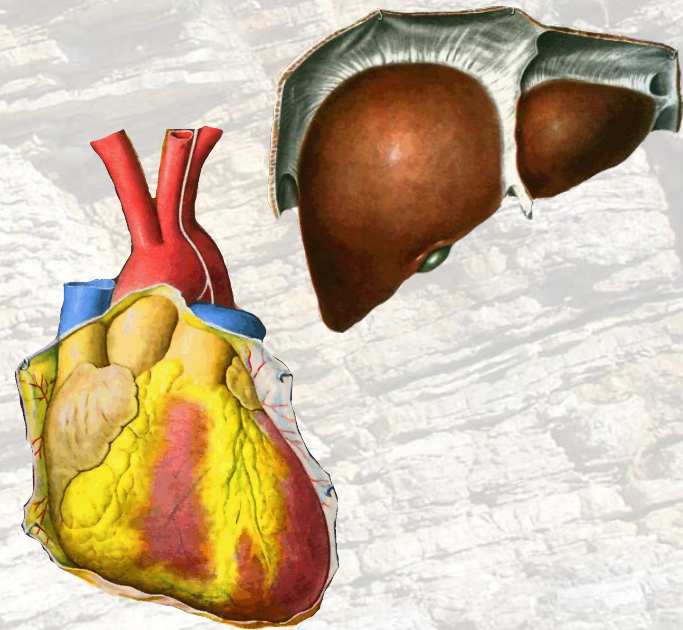
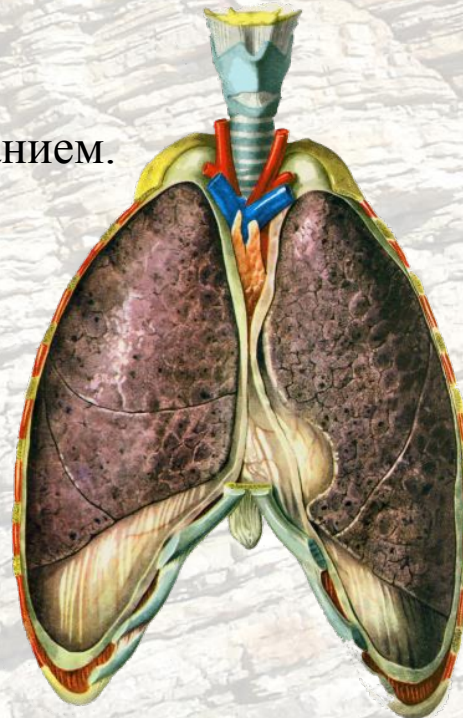


Управляет опорно-двигательным аппаратом, поперечно-полосатыми мышцами.

Контролируется сознанием.

## Вегетативный отдел

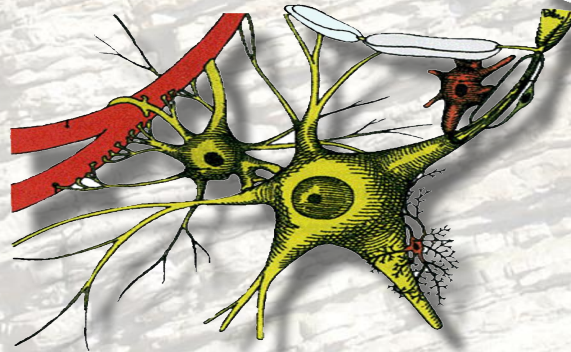
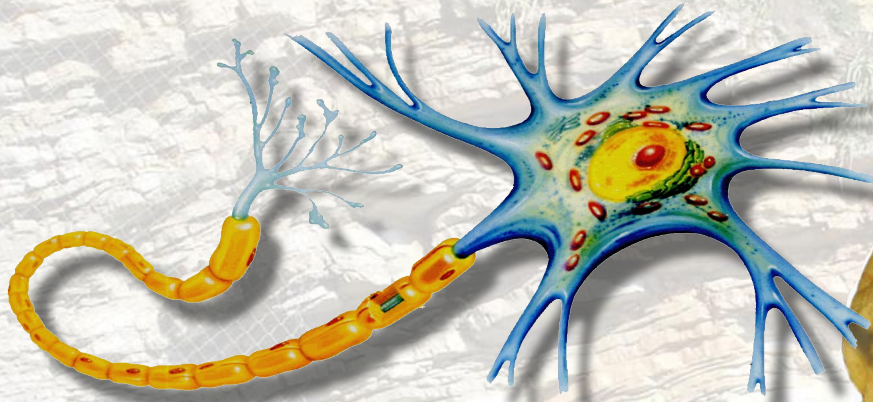
Управляет внутренними органами (гладкими мышцами, железами).



Сознанием не контролируется.



Структурно-функциональной единицей ЦНС  
является нейрон



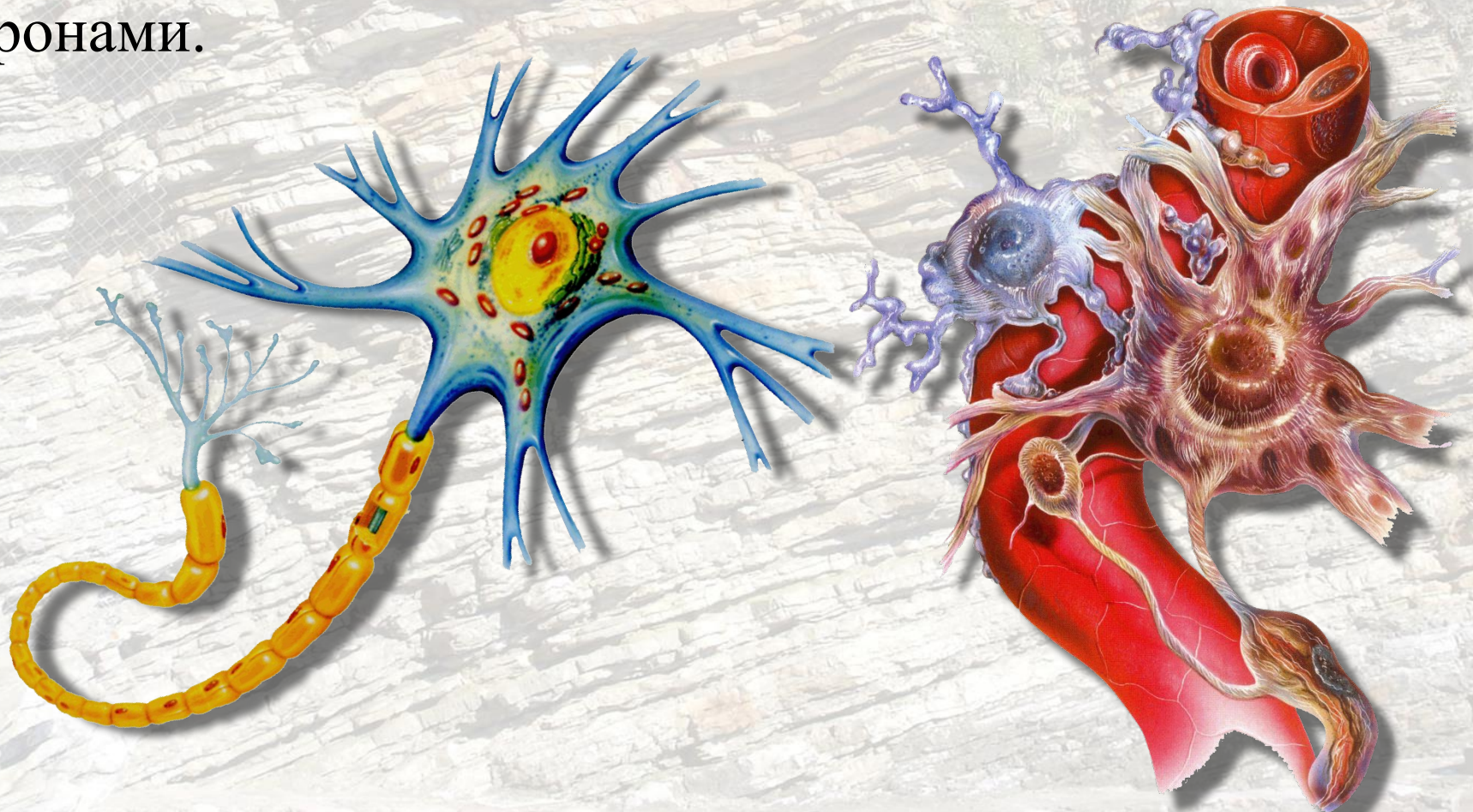
Нейрон окружен клетками нейроглии



# Нейроны

Специализированные клетки, способные принимать, обрабатывать, кодировать, передавать и хранить информацию;

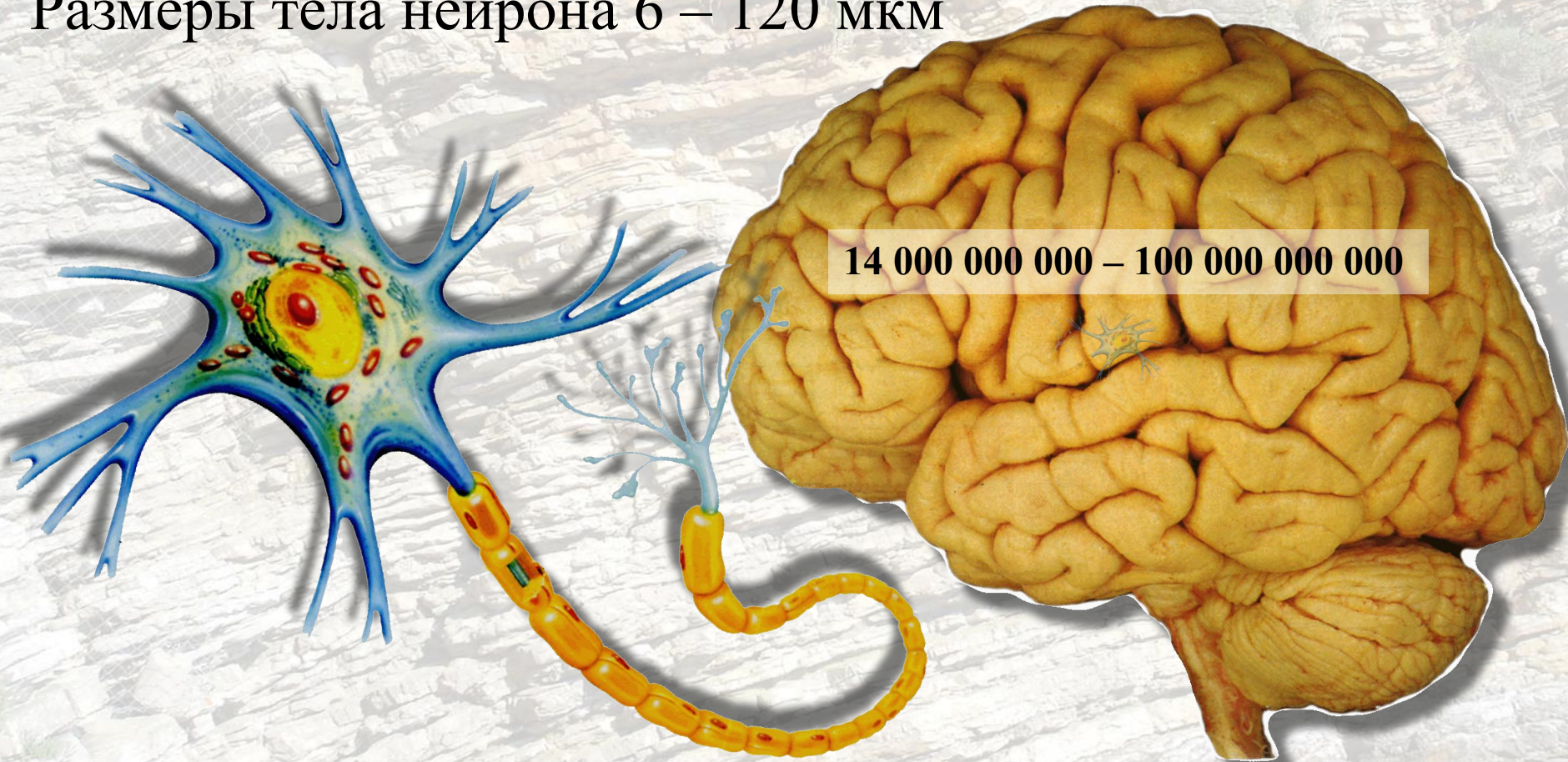
Способны устанавливать контакты с другими нейронами.





Нейронов в нервной системе человека  
по данным разных авторов от 14 до 100 миллиардов  
клеток

Размеры тела нейрона 6 – 120 мкм



14 000 000 000 – 100 000 000 000



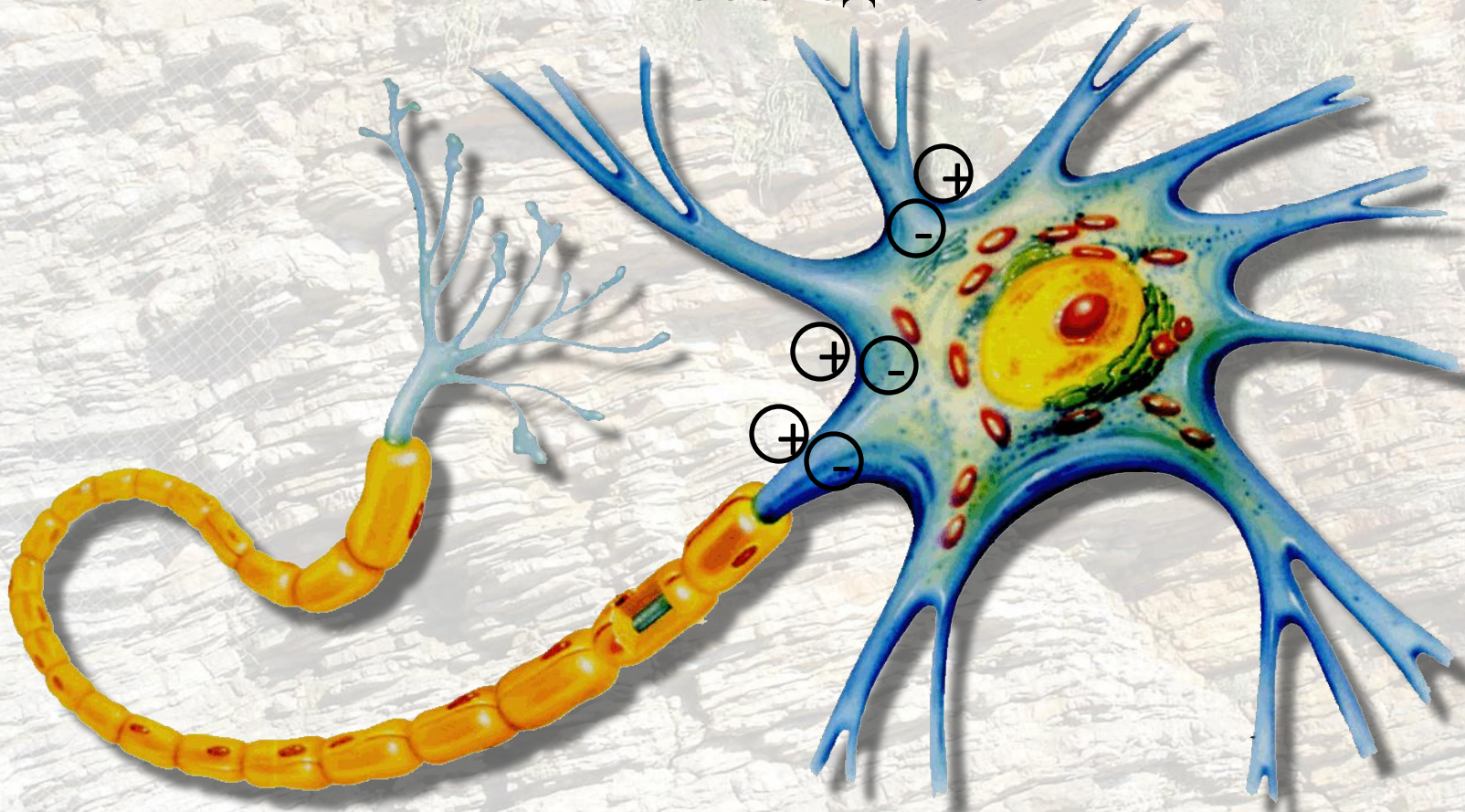
Нервная ткань – возбудимая ткань.  
В ответ на воздействие в ней возникает и распространяется процесс возбуждения.



Возникновение и распространение возбуждения это основной способ осуществления нервной системой её управляющей функции.



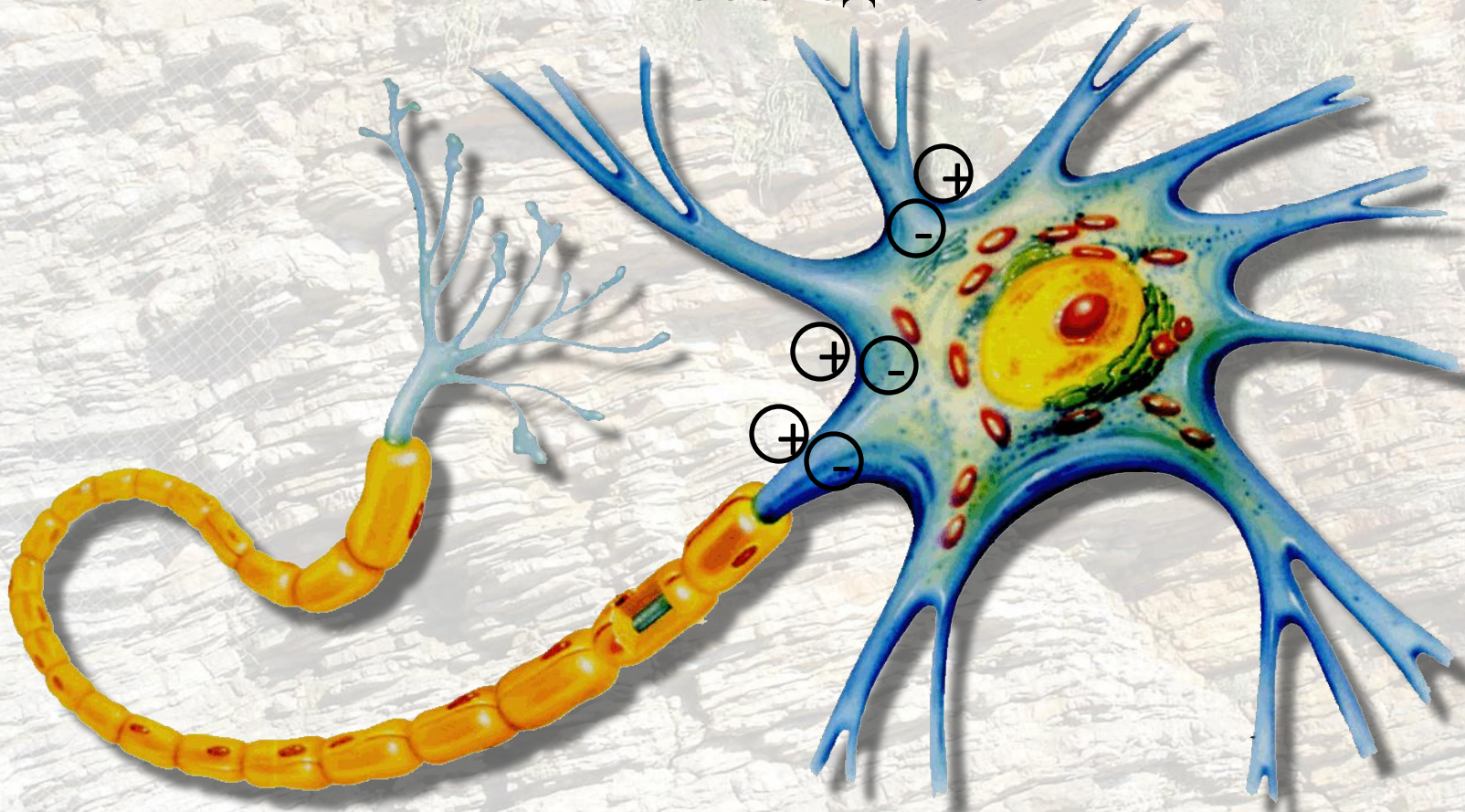
Для возникновения возбуждения в нервной клетке  
необходимо



Существование на клеточной мембране в состоянии  
покоя электрического потенциала - мембранного  
потенциала покоя



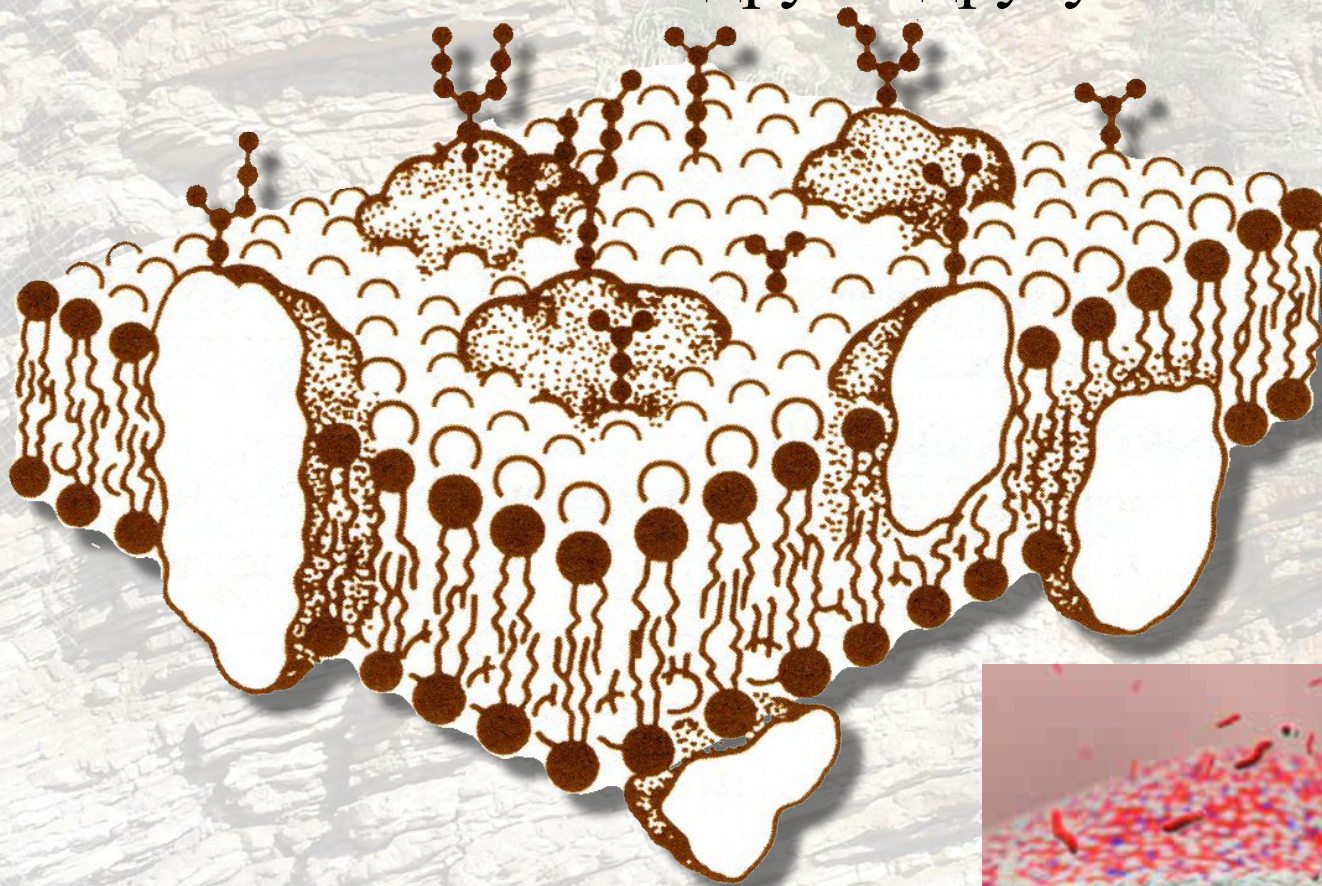
Для возникновения возбуждения в нервной клетке  
**необходимо**



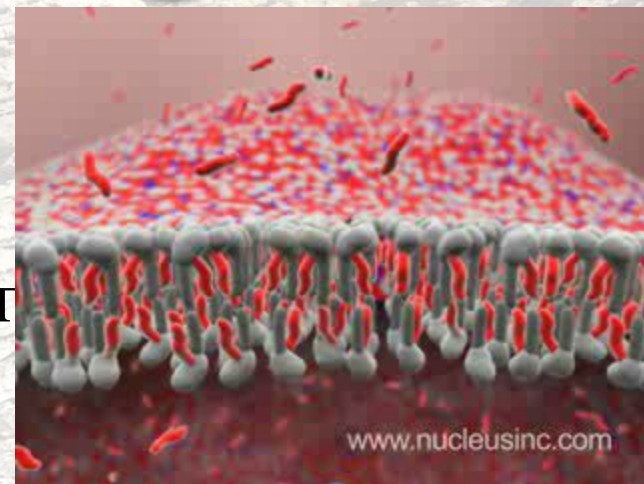
Способность изменять потенциал за счет изменения  
проницаемости мембраны клетки для некоторых  
ионов



Клеточная мембрана состоит из двойного слоя липидов, повернутых «головками» наружу, а «хвостами» друг к другу

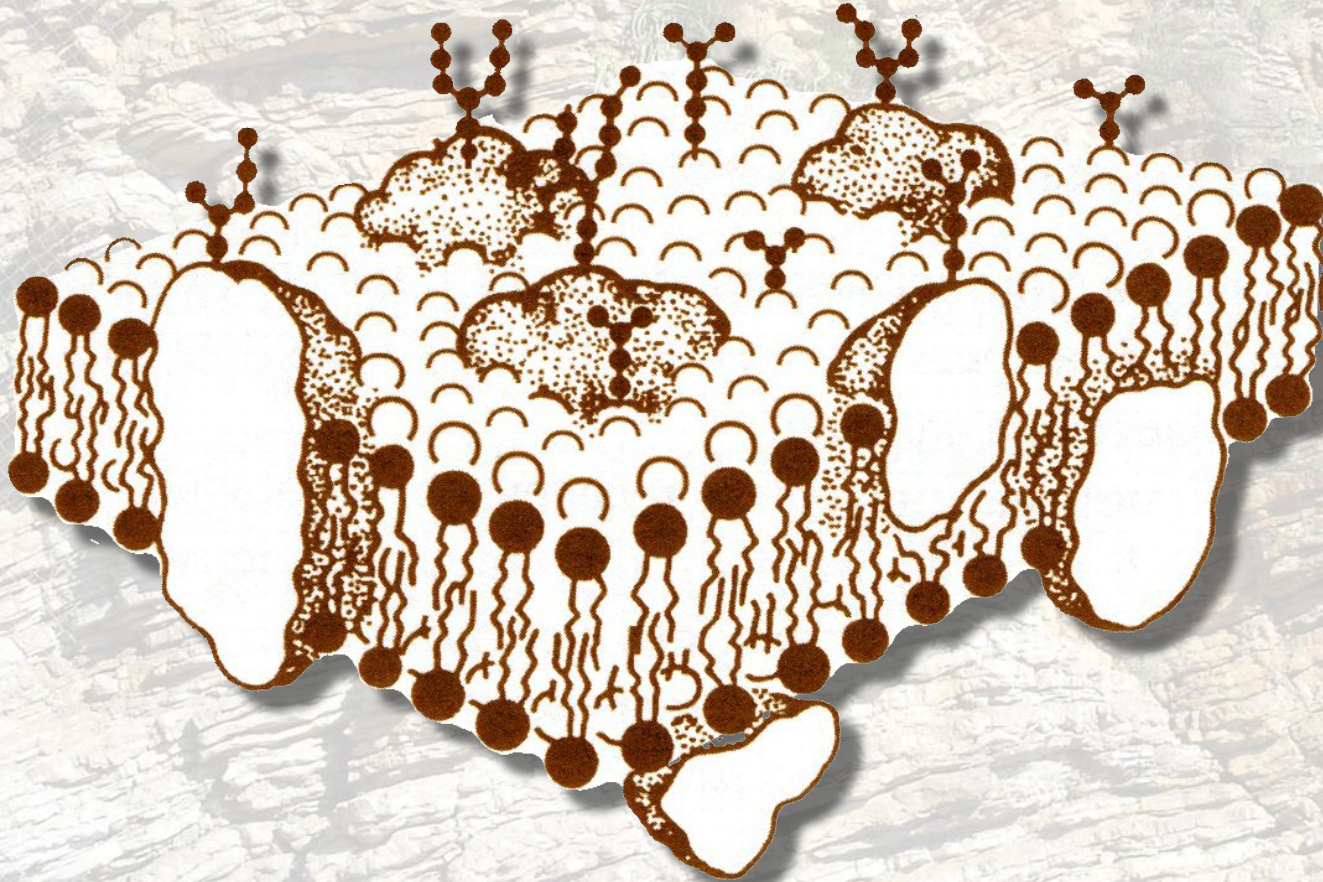


Между ними свободно плавают и молекул





Мембранный потенциал покоя возникает благодаря свойствам клеточной мембраны



**Избирательная** проницаемость

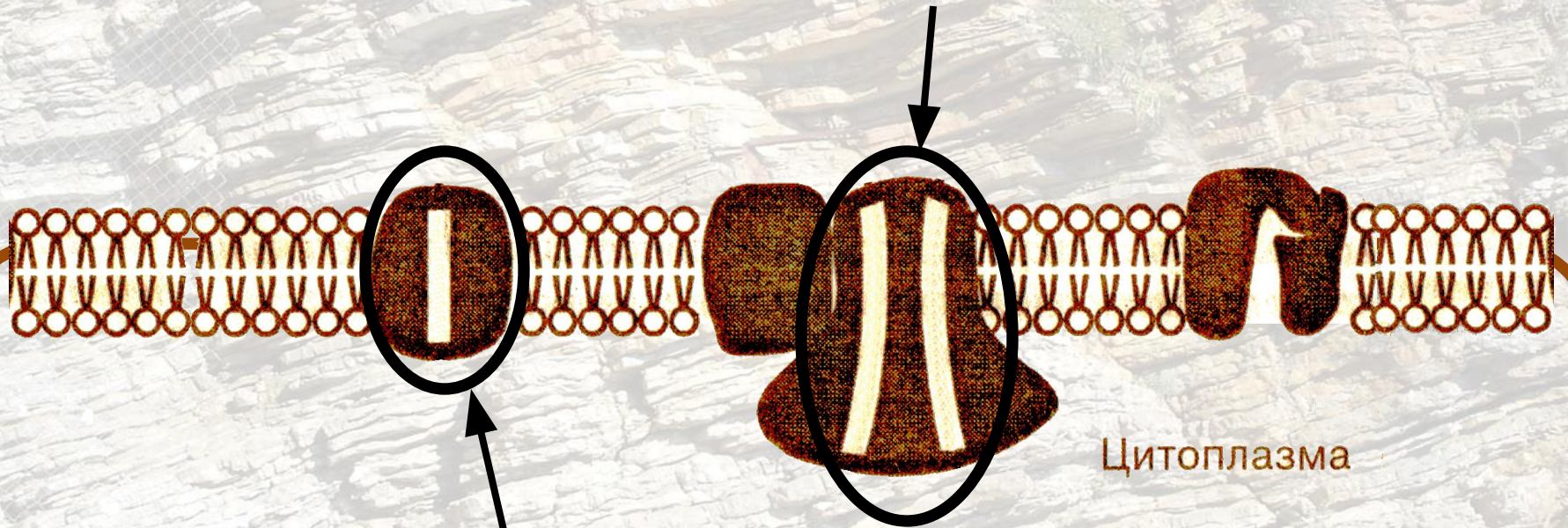
**Изменчивая** проницаемость

Толщина клеточной мембраны около 100 ангстрем



В возникновении и поддержании мембранного потенциала основную роль играют два специальных белка

Один из них выполняет роль натрий-калиевого насоса



Второй белок служит каналом утечки калия



Изначально по обе стороны клеточной мембраны количество ионов  $K^+$  и  $Na^+$  одинаково

$K^+ = 7$

$Na^+ = 7$

+14



+14

$K^+ = 7$

$Na^+ = 7$

Цитоплазма



# Под действием АТФ

ионы  $K^+$  активно перекачиваются внутрь клетки,  
а ионы  $Na^+$  из клетки

$K^+ = 4$   
 $Na^+ = 10$

+14

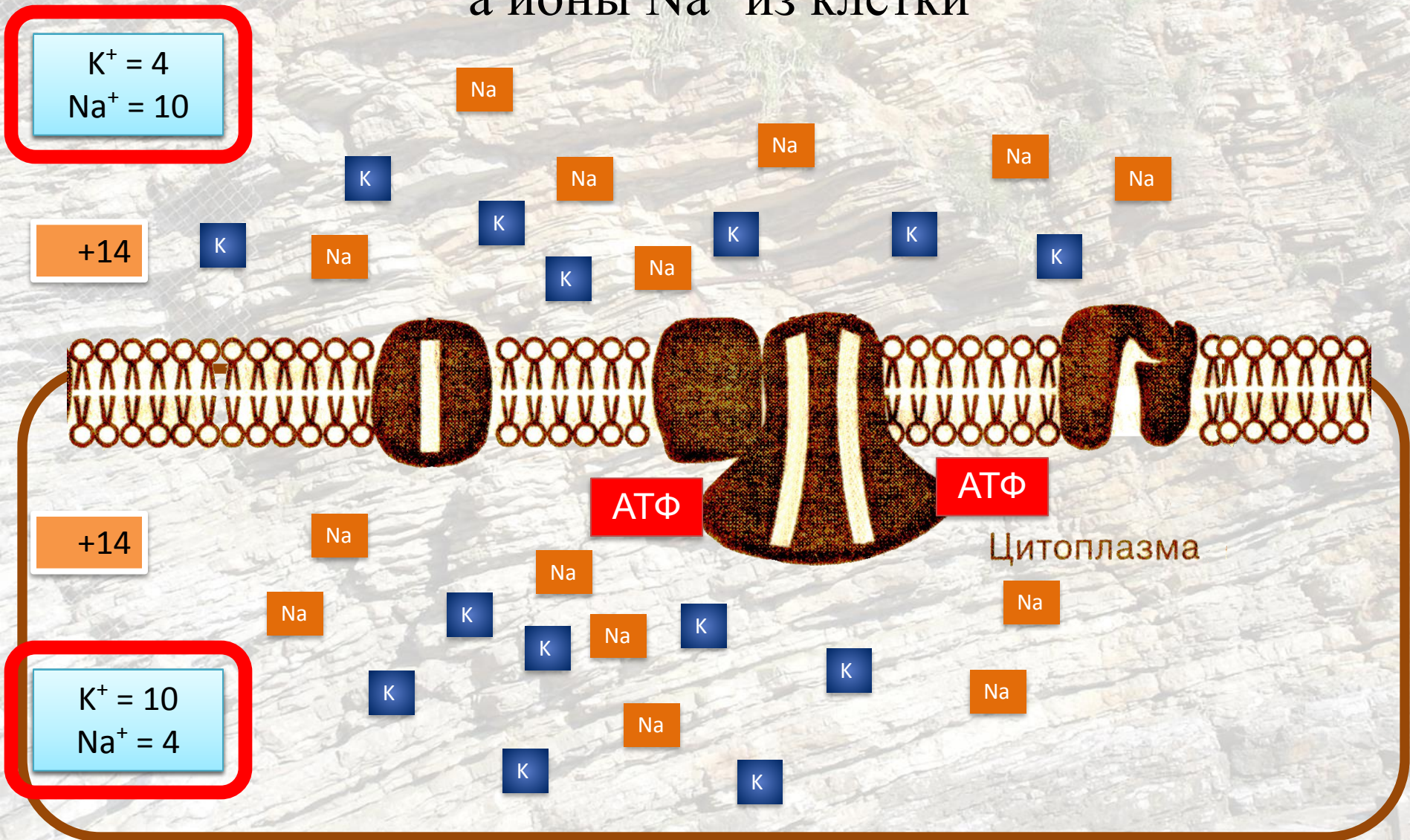
АТФ

АТФ

Цитоплазма

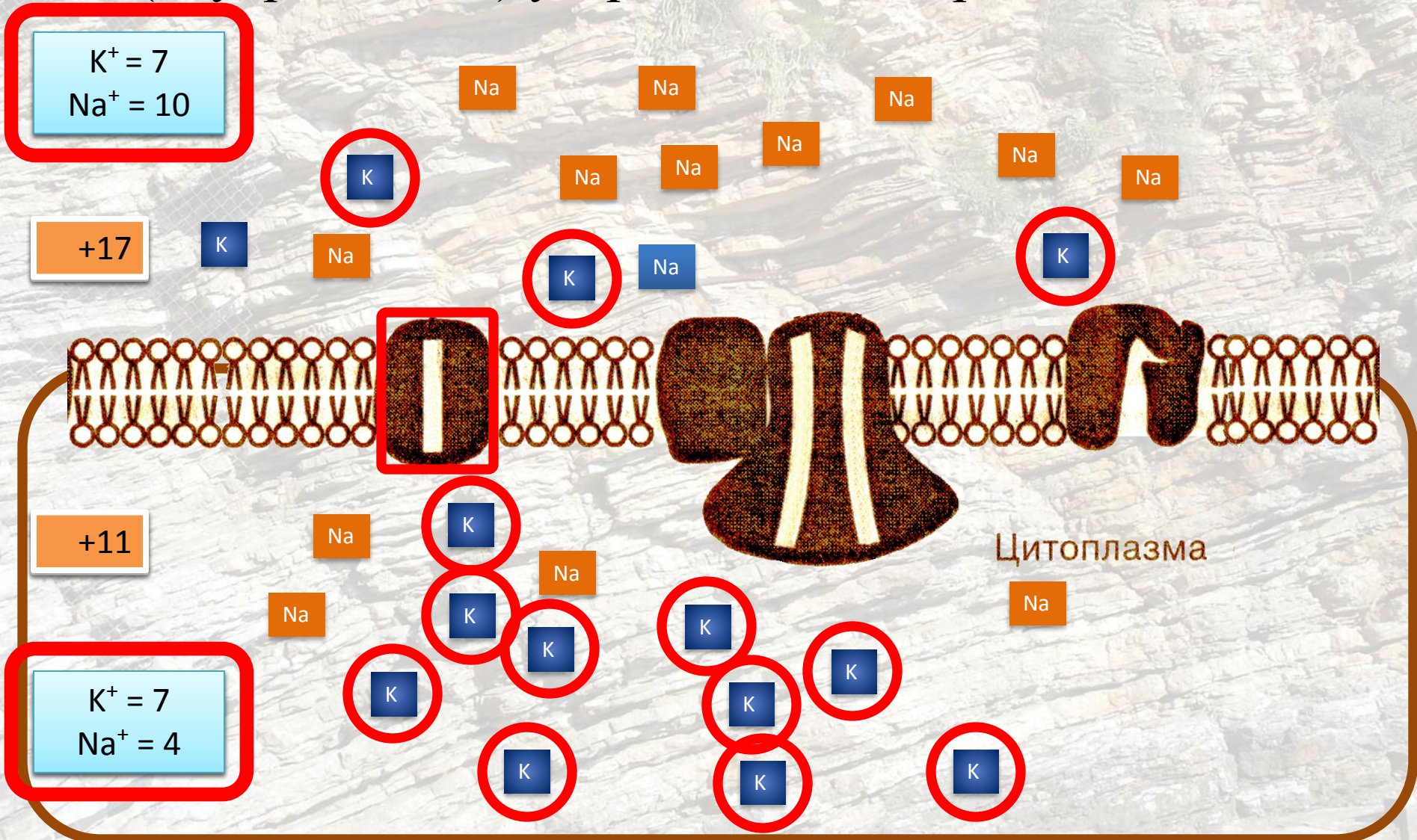
+14

$K^+ = 10$   
 $Na^+ = 4$





Через второй белок, который является каналом утечки  $K^+$ , он ( $K^+$ ) из области повышенной концентрации (внутри клетки) устремляется за пределы клетки





Концентрация положительных ионов вне клетки превышает концентрацию внутри к внутренней стороне мембраны притягиваются

отрицательные ионы

$K^+ = 7$   
 $Na^+ = 10$

+17

+11

$K^+ = 7$   
 $Na^+ = 4$



Цитоплазма



Таким образом мембрана в состоянии покоя поляризована то есть имеет разницу потенциала по обе стороны мембраны, который называется потенциалом покоя





# Запомнили!!!

Потенциал покоя мембраны клетки  
определяется **большим** количеством ионов  $\text{Na}^+$   
вне клетки

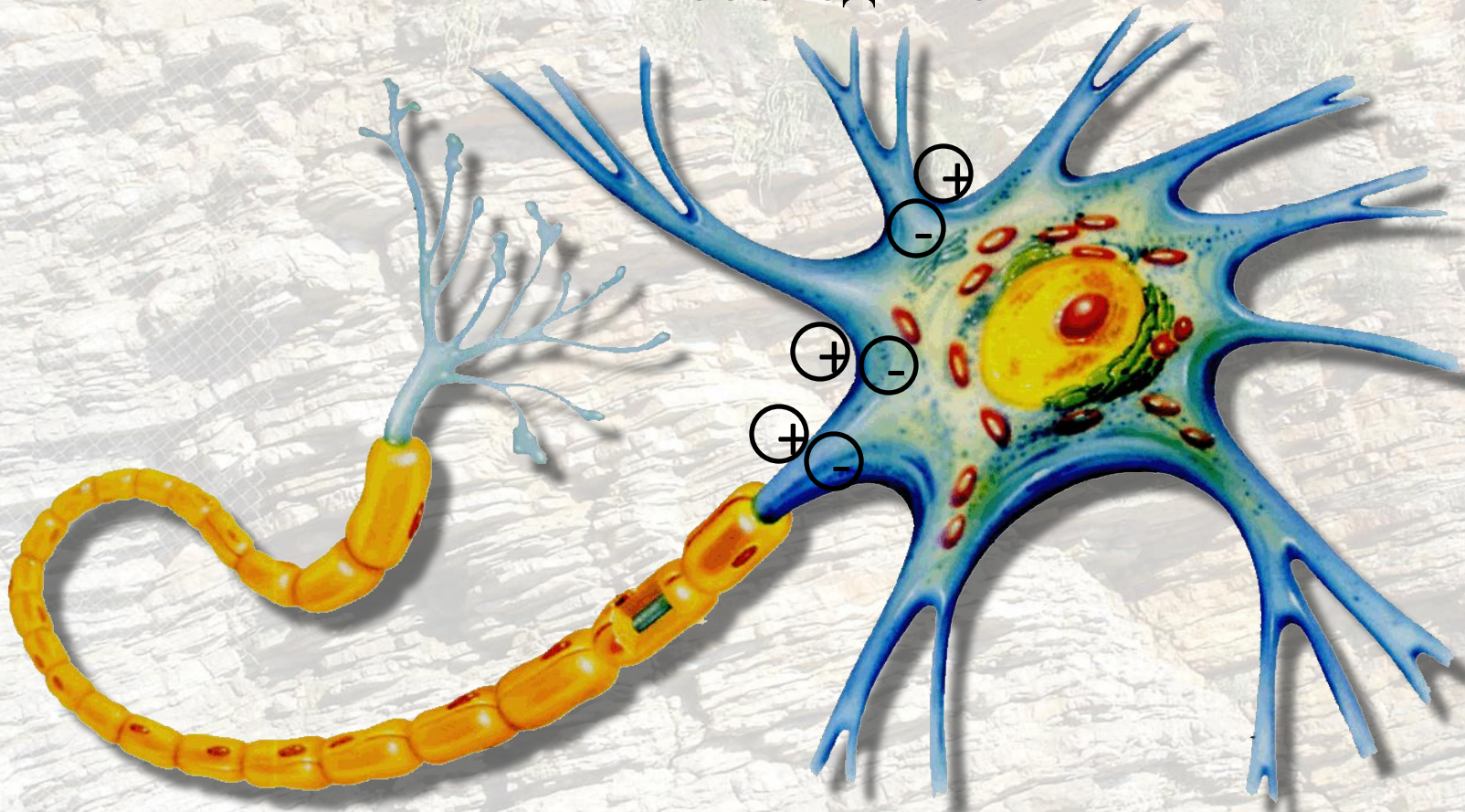
Равен около 70 мВ

$\text{Na}^+$





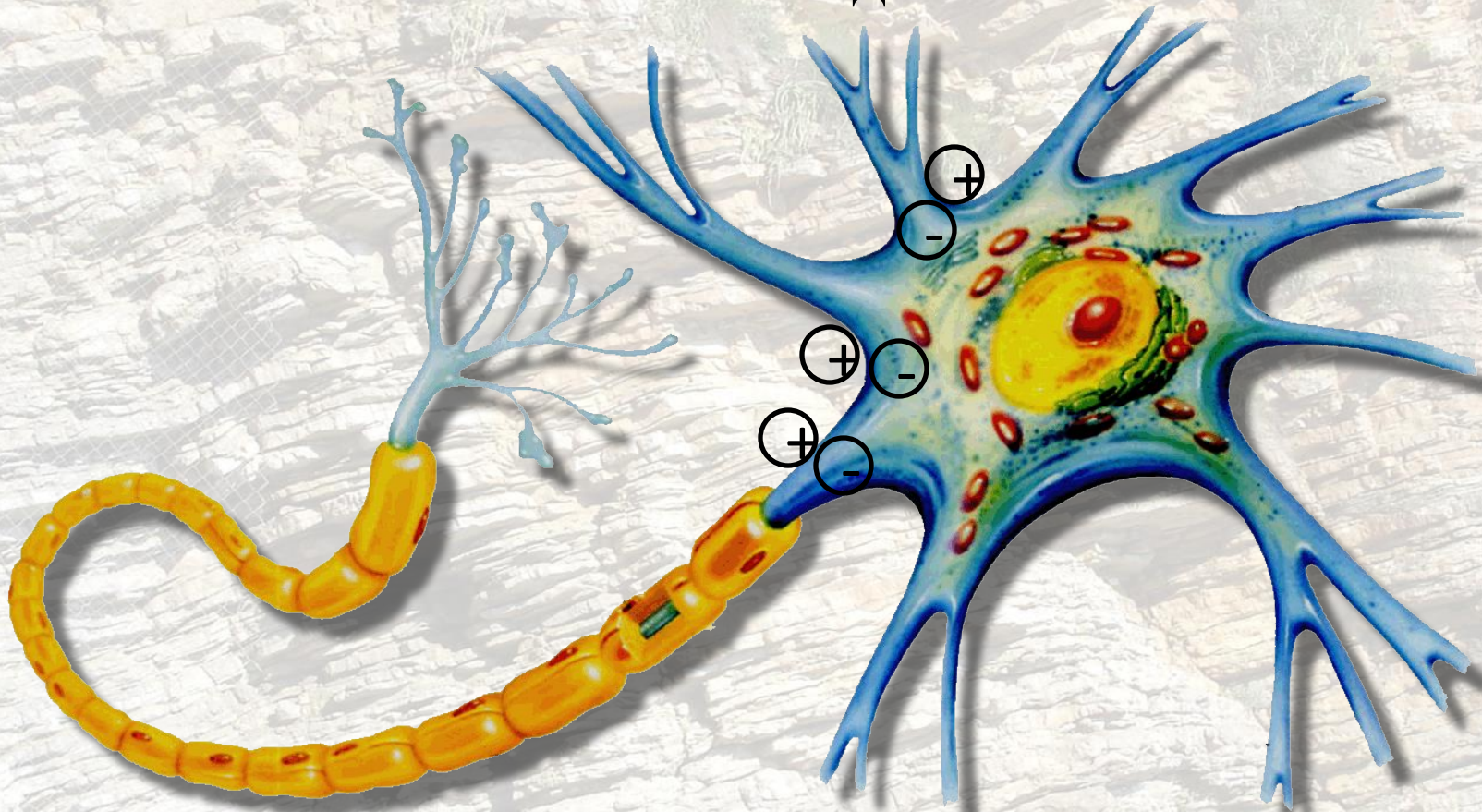
Для возникновения возбуждения в нервной клетке  
необходимо



Существование на клеточной мембране в состоянии  
покоя электрического потенциала - мембранного  
потенциала покоя



Для возникновения возбуждения в нервной клетке  
необходимо



Ионов  $\text{Na}^+$  на внешней поверхности клеточной мембраны в 8 – 10 раз больше, чем на внутренней



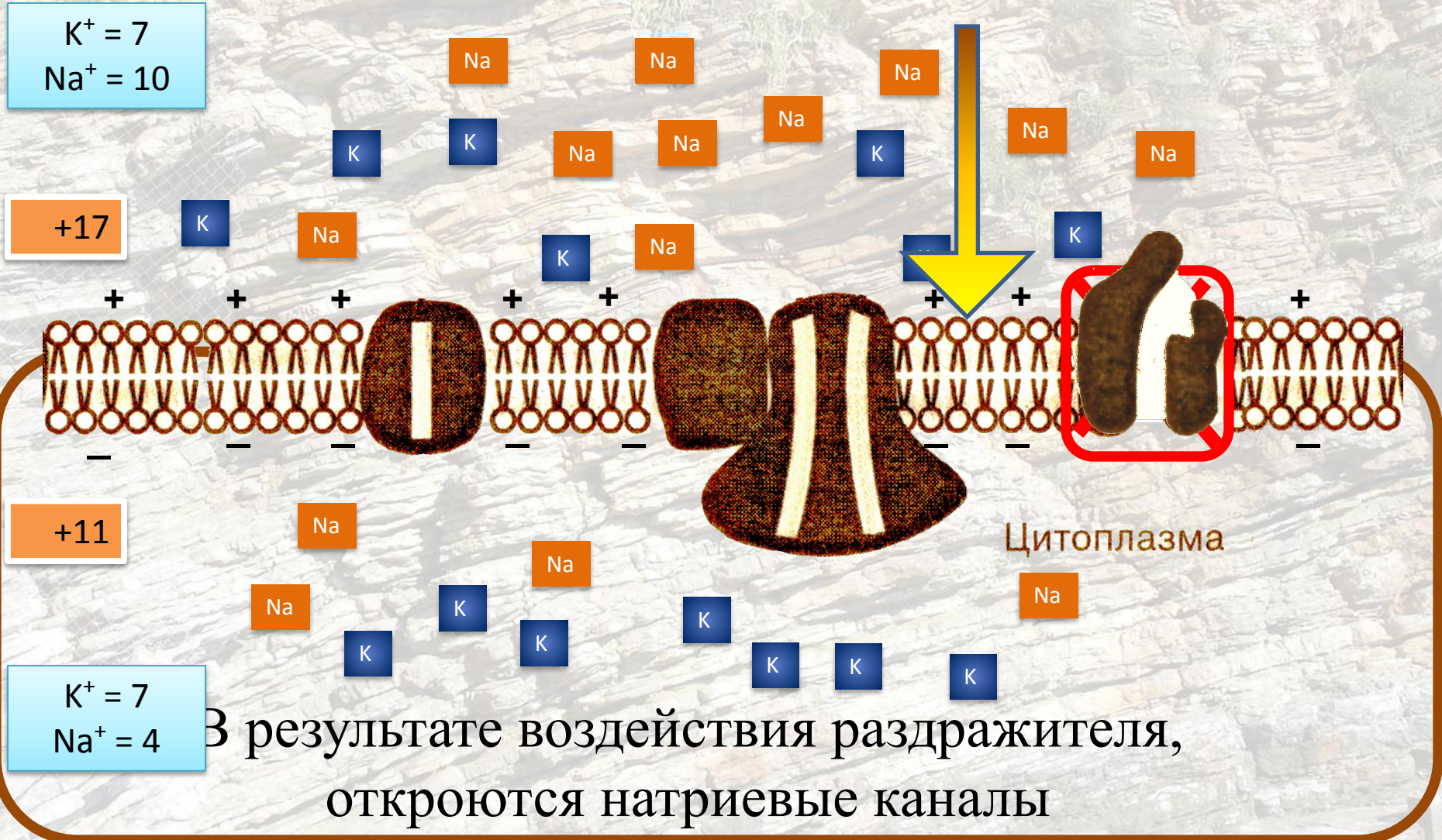
В клеточной мембране есть каналы для ионов  $\text{Na}^+$



Когда клетка находится в состоянии покоя, каналы для ионов  $\text{Na}^+$  закрыты



Для открытия каналов ионов  $\text{Na}^+$  необходимо воздействие специального усилия – раздражителя





# Ионы натрия лавинообразно устремятся внутрь клетки

$K^+ = 7$   
 $Na^+ = 1$

+8



+20

$K^+ = 7$   
 $Na^+ = 13$

В результате получается совсем другое соотношение ионов относительно мембраны

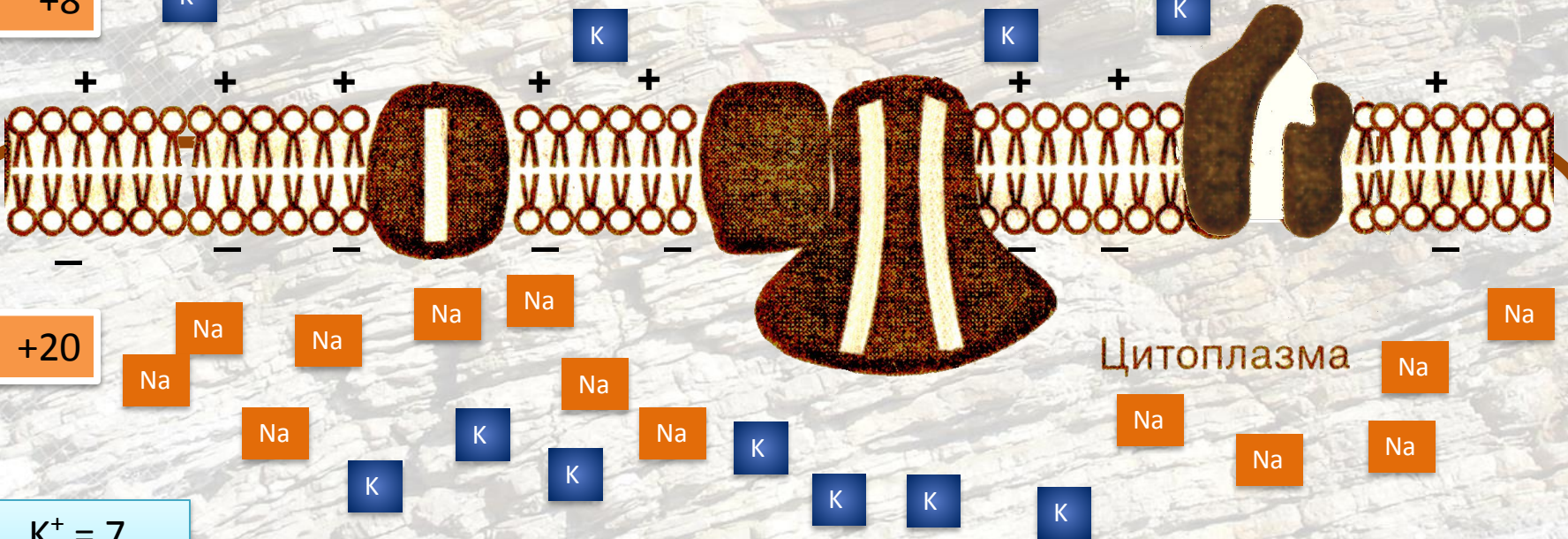


Полярность мембраны клетки меняется  
на противоположную  
Прошла первая фаза формирования  
потенциала действия

$$K^+ = 7$$

$$Na^+ = 1$$

+8



+20

$$K^+ = 7$$

$$Na^+ = 13$$

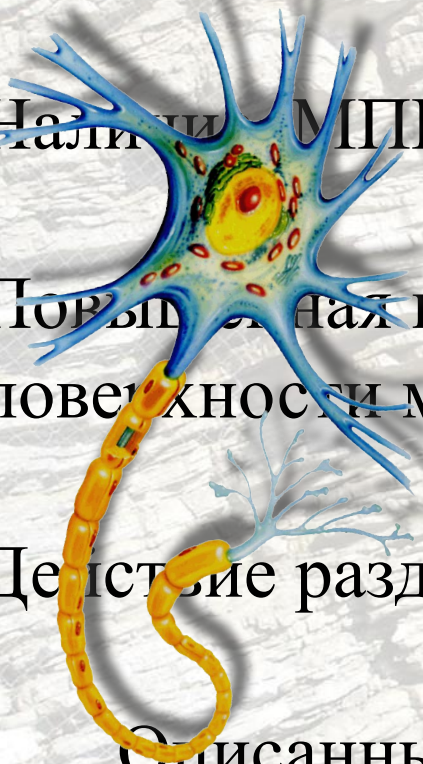


# Запомнили!!!

Для наступления первой фазы возбуждения необходимо:

- Наличие МПП, созданного ионами  $K^+$
- Повышенная концентрация ионов  $Na^+$  на внешней поверхности мембраны клетки
- Действие раздражителя

Описанный процесс называется деполяризацией

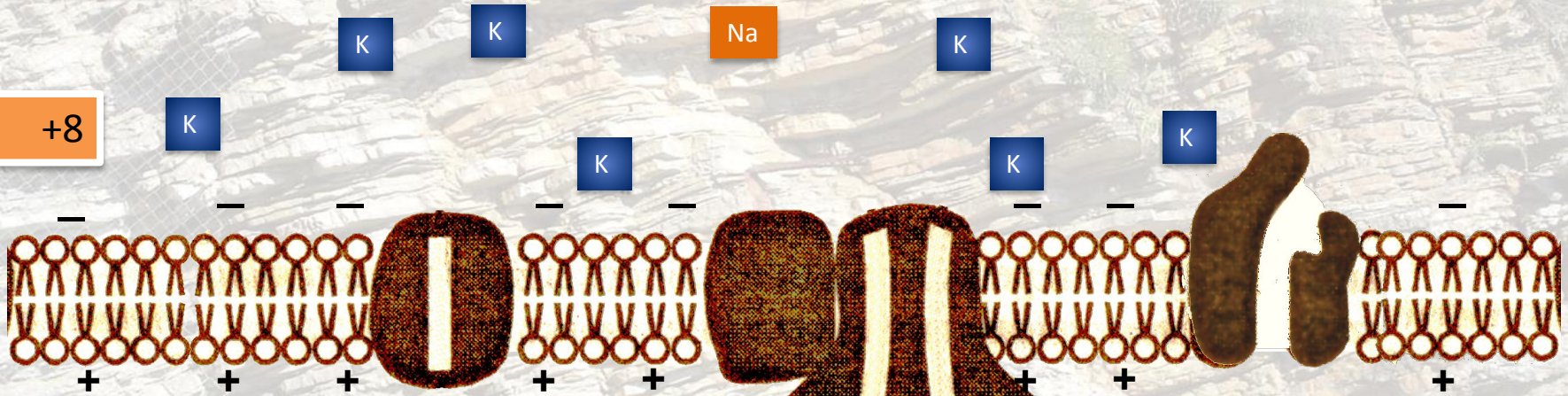




После достижения максимальной концентрации положительных ионов на внутренней стороне мембраны канал для ионов  $\text{Na}^+$  закрывается

$\text{K}^+ = 7$   
 $\text{Na}^+ = 1$

+8



+20

$\text{K}^+ = 7$   
 $\text{Na}^+ = 13$

Цитоплазма

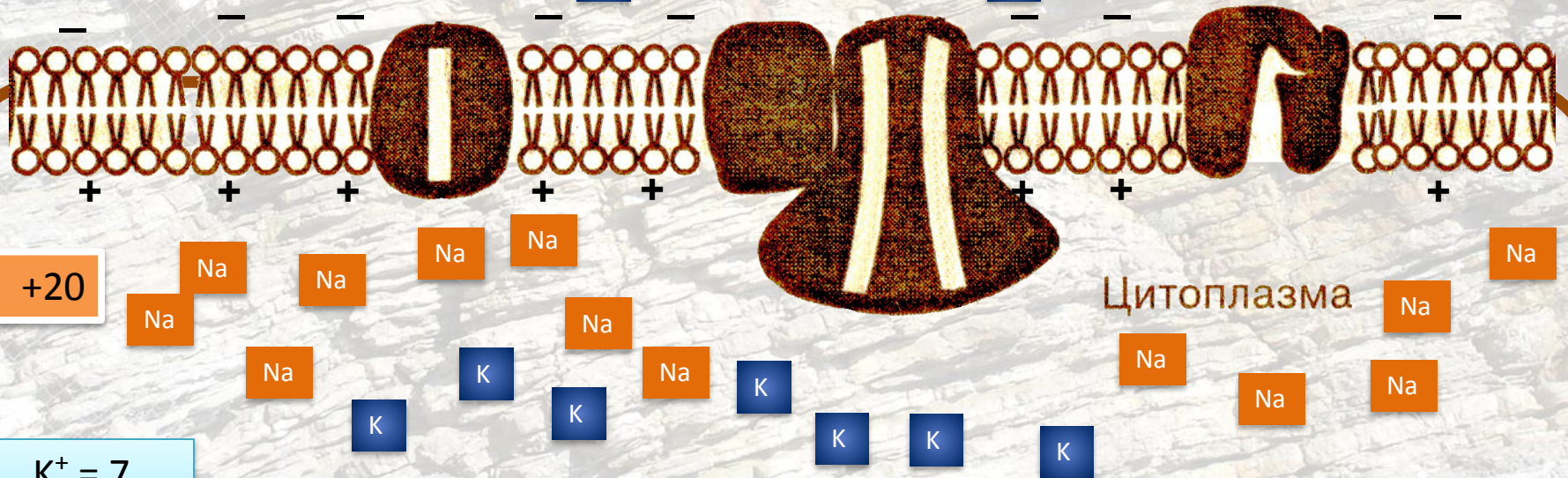


Момент максимальной концентрации положительных ионов на внутренней стороне мембраны клетки соответствует пику потенциала действия

$$K^+ = 7$$

$$Na^+ = 1$$

+8



+20

$$K^+ = 7$$

$$Na^+ = 13$$

Потенциал действия может распространяться по нервной системе



# Представим происходящие электрические явления в графическом виде

Мембранный потенциал покоя – минус 60 мВ

После воздействия раздражителя мембранный потенциал – плюс 40 мВ

Потенциал, мВ





После закрытия канала для ионов  $\text{Na}^+$   
активизирует работу натрий-калиевого насос

Мембранный потенциал восстанавливается





# Представим происходящие электрические явления в графическом виде

Мембранный потенциал покоя – минус 60 мВ

После воздействия раздражителя мембранный потенциал – плюс 40 мВ

После закрытия натриевых каналов, активизирует работу

натрий-калийево насос  
раздражителя

Мембранный потенциал покоя восстанавливается до исходного уровня минус 60 мВ

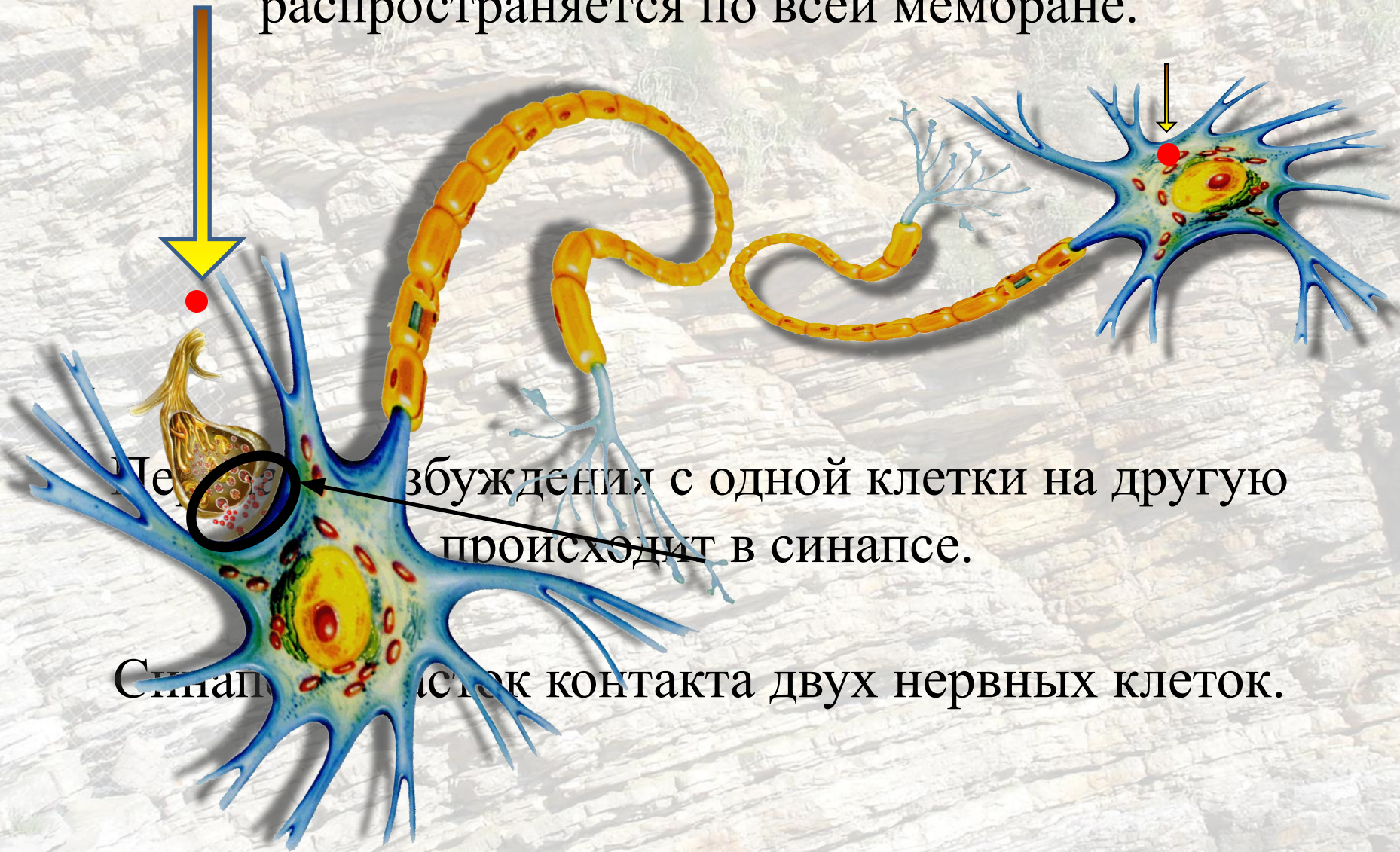
Потенциал, мВ



Время, мс



Возбуждение, вызванное в одном участке нейрона распространяется по всей мембране.



Передача возбуждения с одной клетки на другую происходит в синапсе.

Синапс — это место контакта двух нервных клеток.







# Синапс образован





В синаптических пузырьках  
находятся специальные вещества – медиаторы  
(посредники)



возбуждение по аксону

достигает пресинаптическую мембрану

Синаптические  
пузырьки

Из мембранных синаптических пузырьков в  
синаптическую щель выбрасывается медиатор

Медиатор вызывает возбудимость постсинаптической  
мембраны



Положительно заряженные ионы устремляются внутрь клетки, происходит деполяризация мембраны

Возникает потенциал действия другого нейрона

Нервный импульс перешел на другой нейрон

Синаптические  
пузырьки



В разных нейронах медиаторы могут быть разные и вызывать разные эффекты на постсинаптической мембране



# Медиаторами могут быть

Ацетилхолин — в некоторых клетках спинного мозга, в вегетативных узлах

Норадреналин — в окончаниях симпатической нервной системы, в гипоталамусе

Синаптические  
пузырьки

Некоторые аминокислоты

Другие химические соединения

Одна клетка может выделять только один тип медиатора





Медиатор в синаптической щели быстро инактивируется ферментами или захватывается назад пресинаптической мембраной

Например -

Синаптические  
Ацетилхолин – расщепляется ферментом холинэстеразой  
пузырьки

Норадреналин – поглощается обратно пресинаптическими окончаниями





По характеру воздействия на последующий нейрон синапсы различают

## Возбуждающие

синапсы выделяют медиатор (например, ацетилхолин)

Синаптически вызывающие деполяризацию постсинаптической мембраны пузырьки

Для формирования возбуждающего постсинаптического потенциала деполяризационного сдвига должна быть не менее 10 мВ





По характеру воздействия на последующий нейрон синапсы различают

**Возбуждающие**

**Тормозящие**

Синаптические пузырьки  
Соде  
Эти м  
Р  
пол

Синаптические пузырьки (содержат тормозные медиаторы (например, гамма-аминомасляная кислота))  
Эти медиаторы вызывают выход ионов калия из клетки  
Результатом является временная гиперполяризация – что приводит к отрицательному постсинаптическому потенциалу



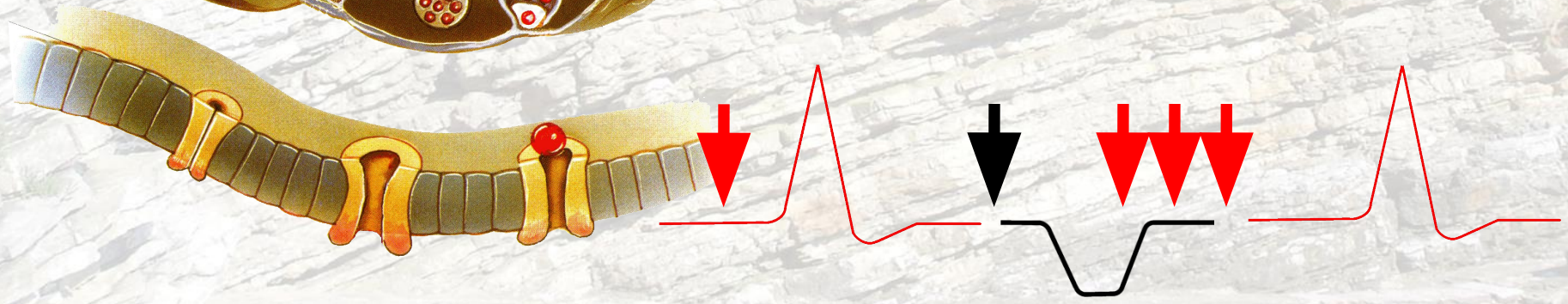


По характеру воздействия на последующий нейрон синапсы различают

**Возбуждающие**

**Тормозящие**

Синаптически В результате нейрон оказывается заторможенным  
Для возбуждения заторможенного нейрона необходимо более сильное раздражение





Проведение возбуждения в синапсах возможно  
только в одном направлении

Так как в постсинаптической мембране нет  
синаптических пузырьков с медиаторами

Синаптические  
пузырьки

А пресинаптическая мембрана не содержит рецепторов  
к медиатору





Передача сигнала в синапсе происходит медленнее, чем в нервной клетке, где она может достигать 100 м/сек.





# Запомнили!!!

- Взаимодействия нейронов происходит через синапсы
- Передача возбуждения в большей части синапсов осуществляется с помощью медиаторов
- Скорость проведения импульсов через синапсы меньше, чем в клетке (синаптическая задержка)
- Проведение импульса в синапсе однонаправленно
- Каждый нейрон может выделять только один тип медиатора
- В зависимости от медиатора, на постсинаптической мембране развиваются разные эффекты





На одном нейроне может быть до 10 000 синапсов



Нервная система может хранить  
10 000 000 000 000 000 000 000 бит информации  
(8 бит = 1 байт);  $10^{19}$  бит = 1 250 000 000 GB



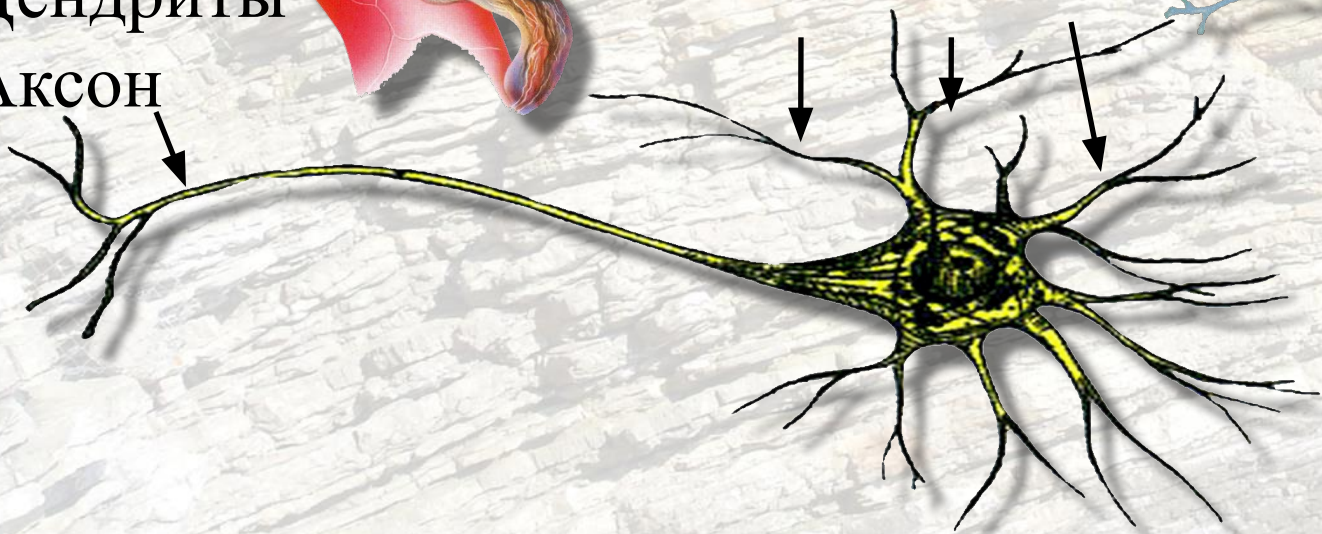
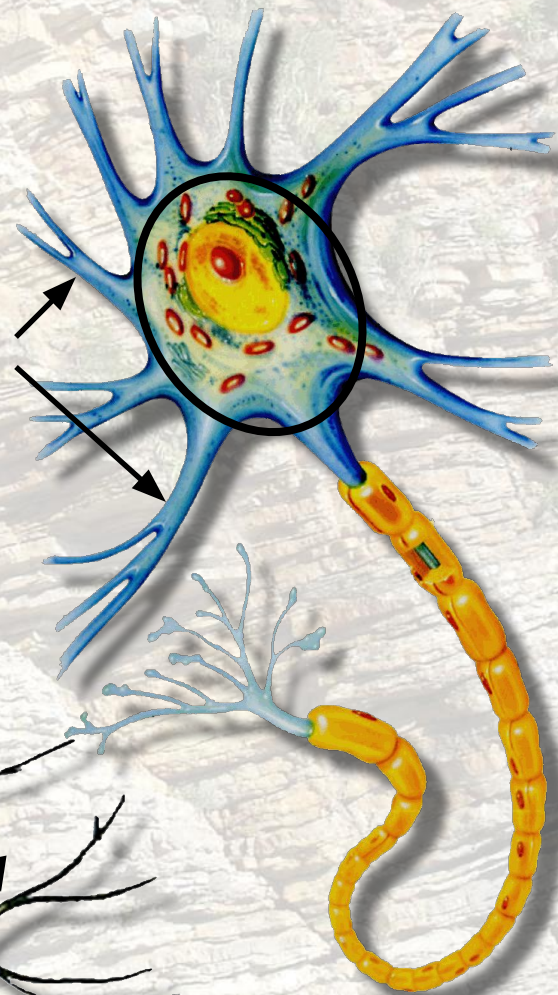
# Строение нейрона

Тело

Отростки

Дендриты

Аксон





# Строение нейрона



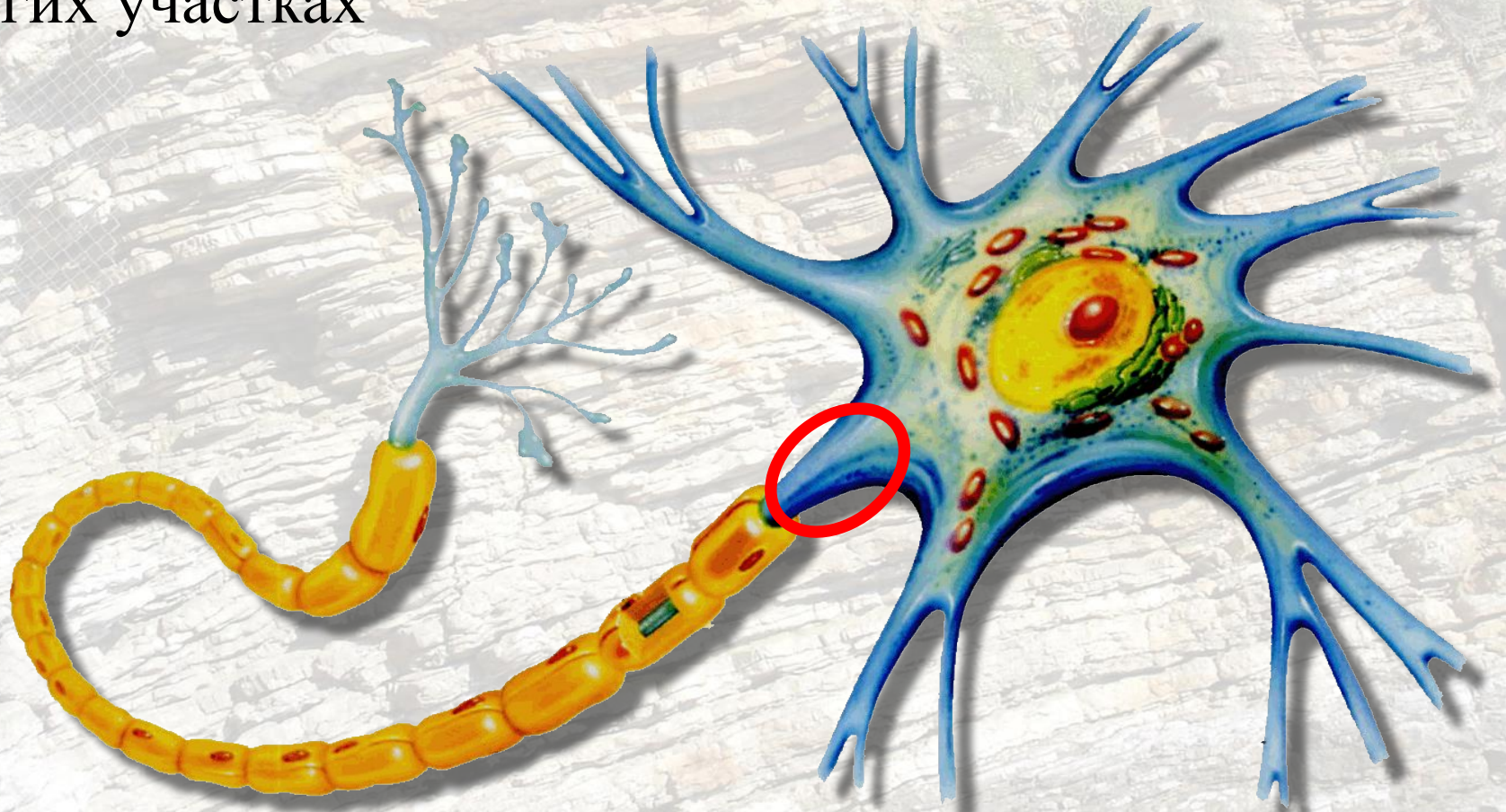
Начальный сегмент аксона  
не имеет миелиновой оболочки





# Особенность начального сегмента аксона высокая возбудимость

Порог раздражения примерно в 3 раза ниже, чем в других участках



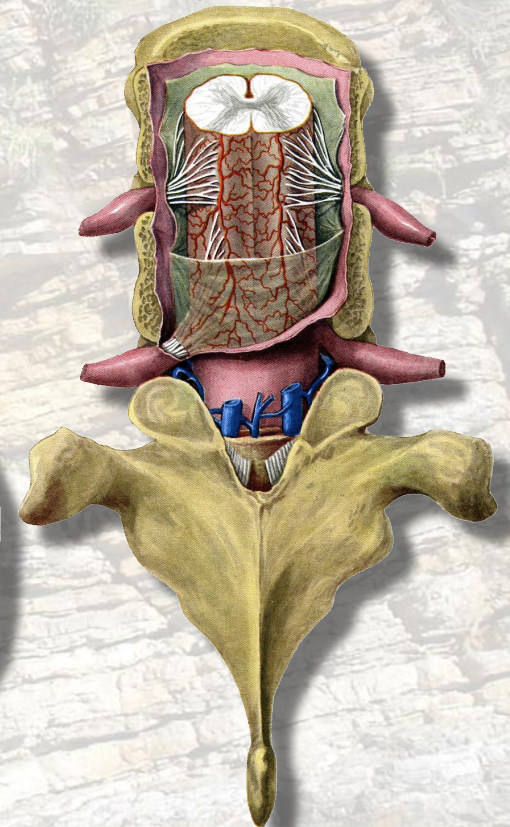
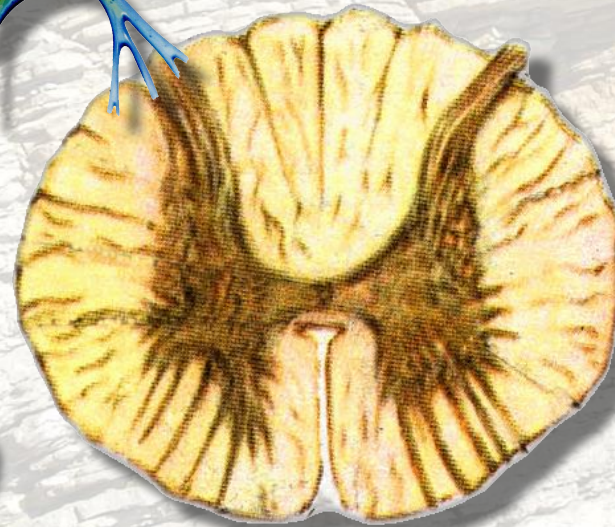
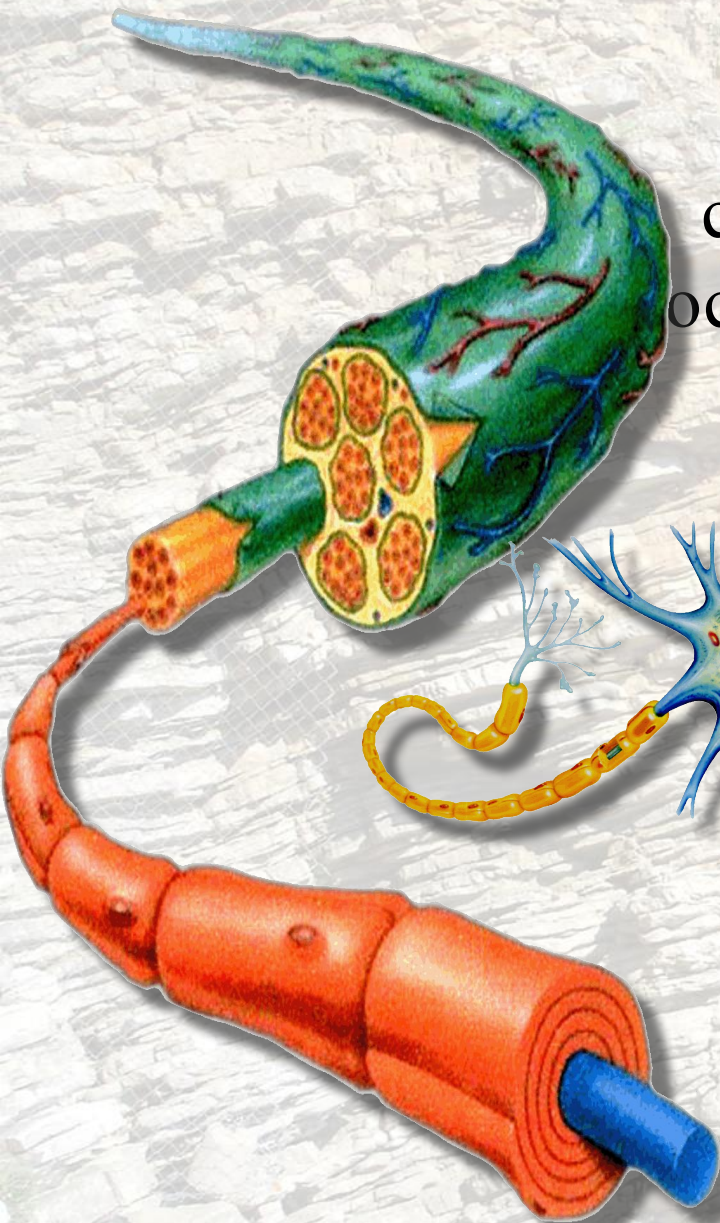


Тела нейронов не имеют миелиновой оболочки  
располагаясь вместе на срезах имеют серый цвет  
образуют функциональные ядра





Отростки клеток покрыты  
миелиновой оболочкой,  
собираясь в пучки образуют нервы,  
основной функцией которых является  
проведение нервных импульсов.



На срезах нервной системы эти пучки  
имеют белый цвет.



Мембранный потенциал покоя нейрона – 70 мВ

Потенциал действия 110 мВ  
длительность – 3 мсек.

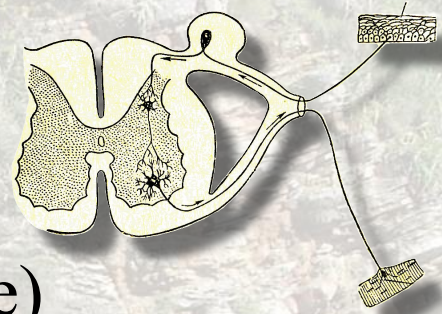
Порог ПД тела нейрона  
20-30 мВ

Порог ПД начального сегмента  
аксона – 10 мВ





# Классификации нейронов



## По функциональному назначению

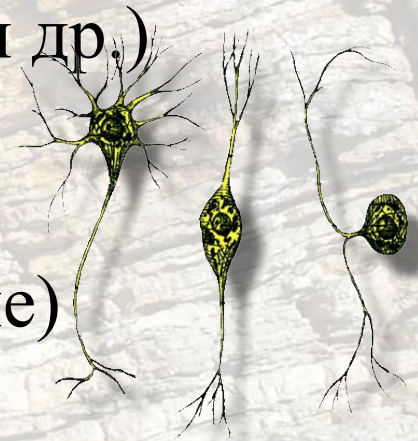
(чувствительные, двигательные, вставочные)

## По химической структуре медиатора

(холинергические, норадренэргические, дофаминергические, серотонинэргические и др.)

## По числу полюсов

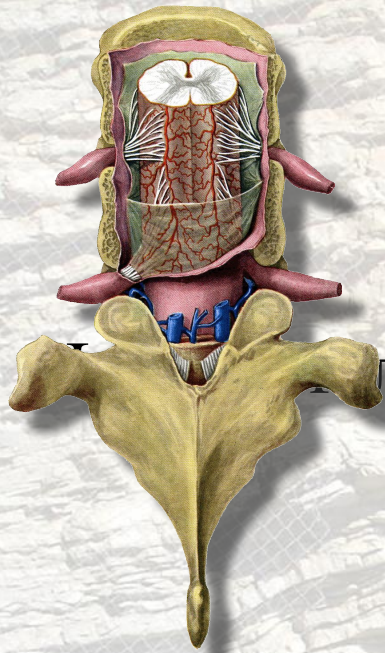
(униполярные, биполярные, мультиполярные)





# Классификация нейронов

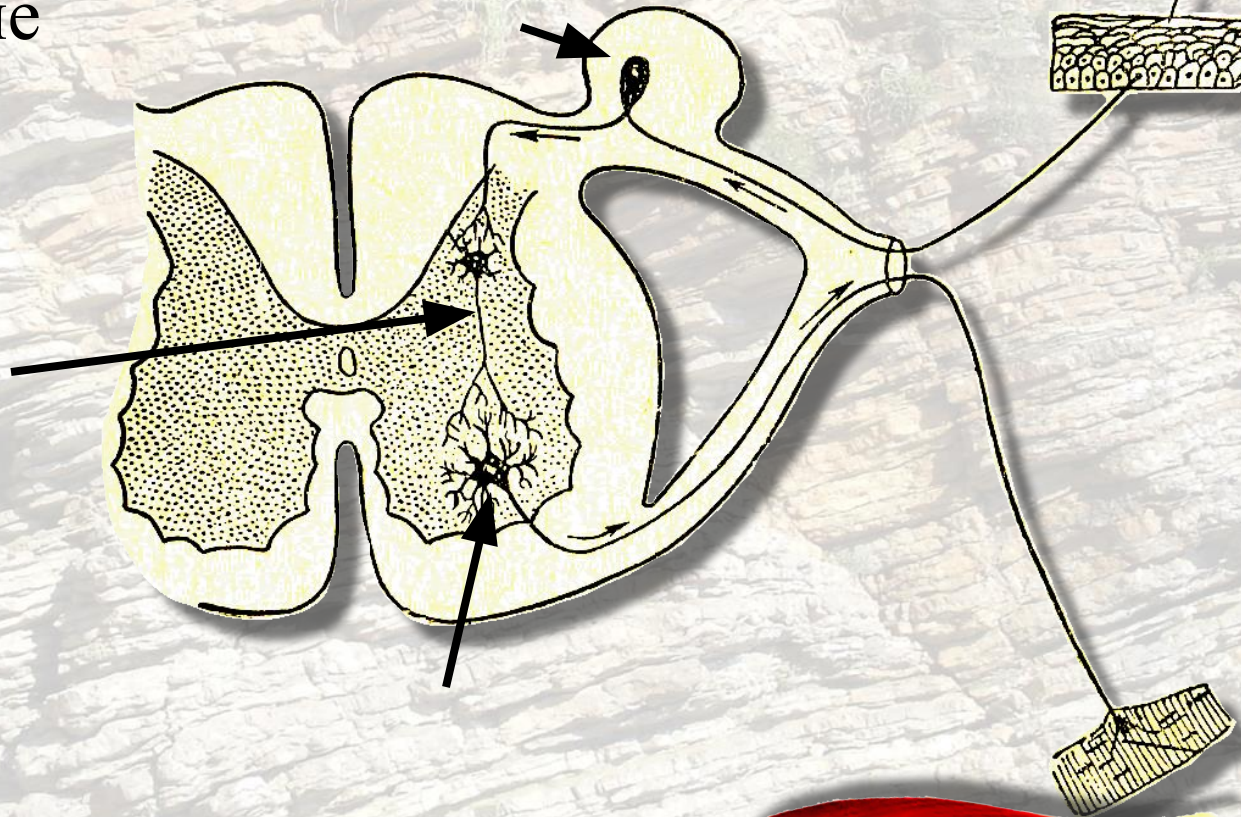
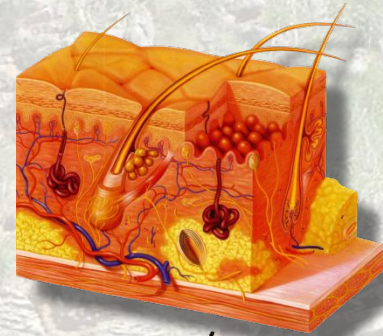
## По функциональному назначению



Сенсорные

Вставочные

Двигательные





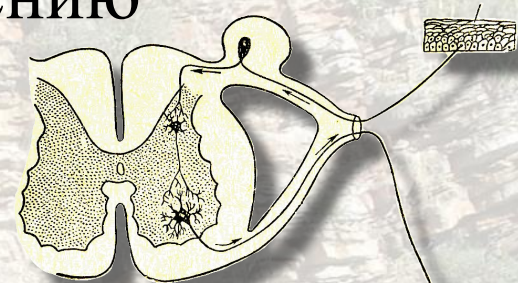
# Классификация нейронов

## По функциональному назначению

### Чувствительные

(афферентные, сенсорные, центроостремительные)

Имеют специфическое приспособление – рецептор, в котором энергия внешнего раздражителя трансформируется в энергию нервного импульса



Проводят возбуждение в направлении к ЦНС



Тела нейронов расположены за пределами ЦНС в спинальных ганглиях и ганглиях ЧН



Нейроны биполярные



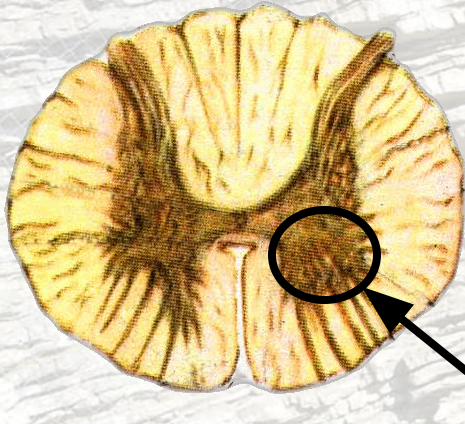
# Классификация нейронов

По функциональному назначению

**Двигательные**

(эфферентные, центробежные)

Передают информацию от двигательного центра к исполнительным органам



Тела нейронов располагаются в ядрах передних рогов спинного мозга и двигательных ядрах черепных нервов

Передают нервный импульс на нервною ткань



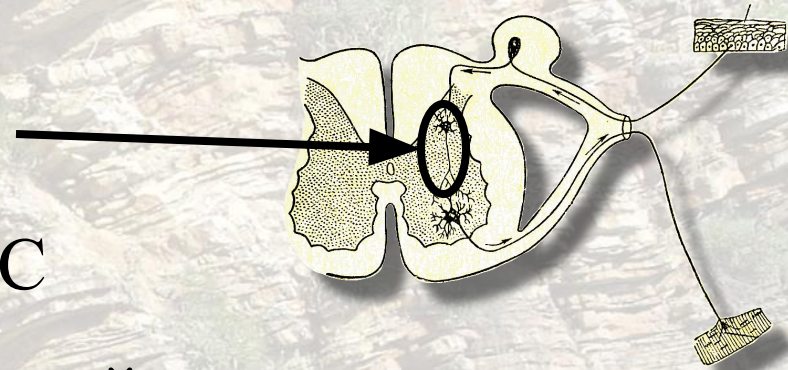
# Классификация нейронов

По функциональному назначению

**Вставочные**

(ассоциативные, интернейроны)

Более 90% от всех нейронов ЦНС



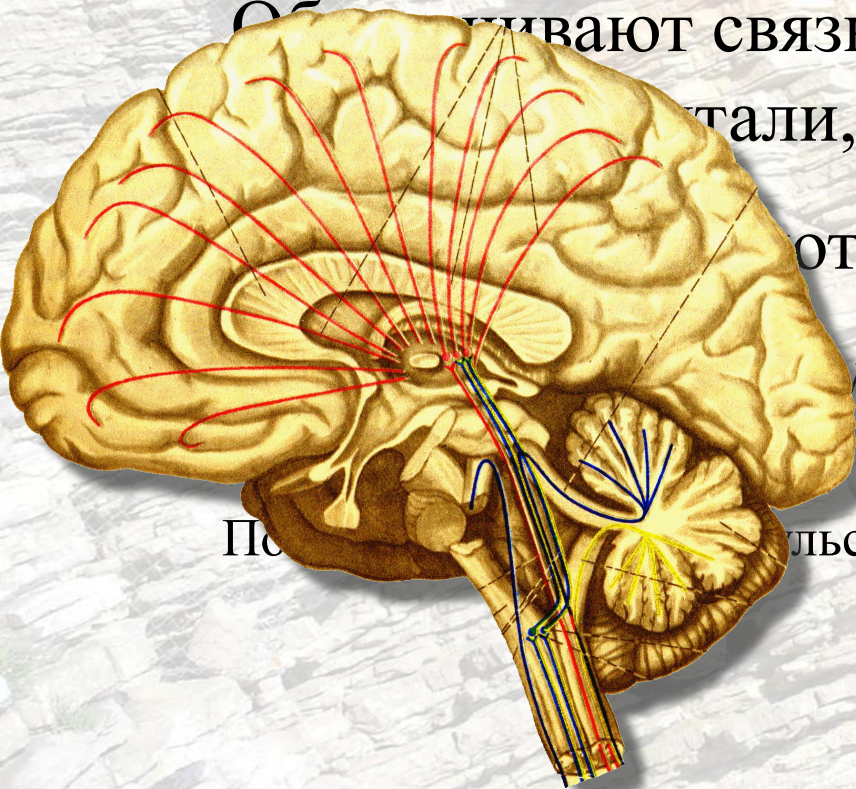
Обеспечивают связь между нейронами как по

горизонтали, так и по вертикали

и остаются в пределах ЦНС

возбуждающие и тормозные

Посылают импульсы от нейрона и передают его нейрону





# Классификация нейронов по химической структуре медиатора

Холинэргические

Норадренергические

Дофаминергические

Серотонинергические





# По строению нейроны делят на

□ Униполярные

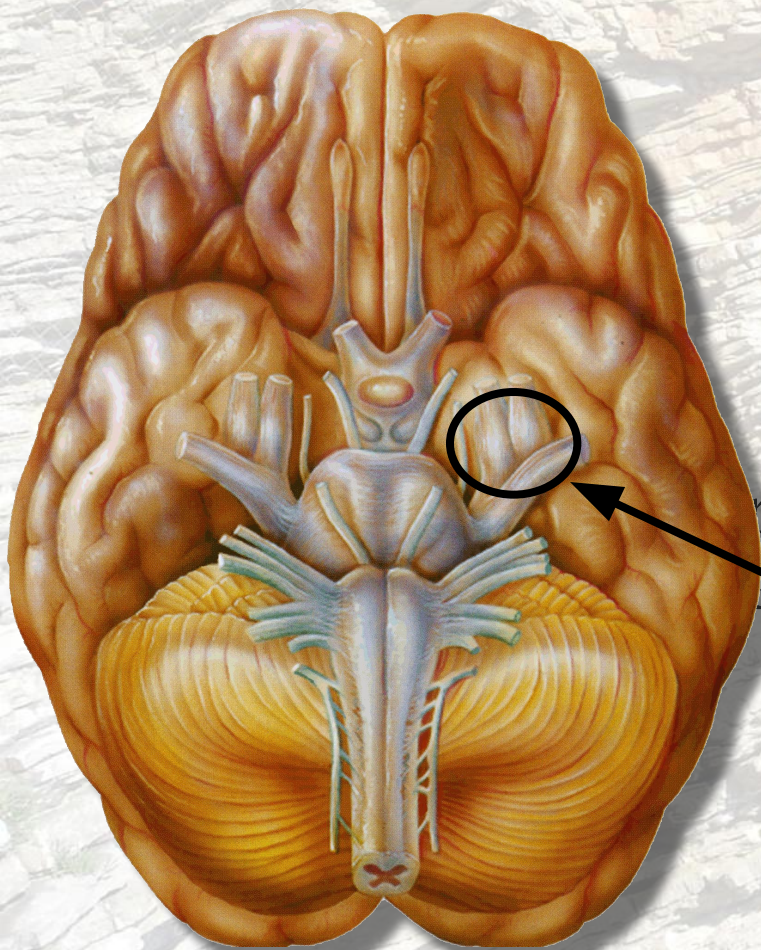
□ Биполярные

□ Мультиполярные





Псевдоуниполярные - имеют два отростка  
(как правило чувствительные)



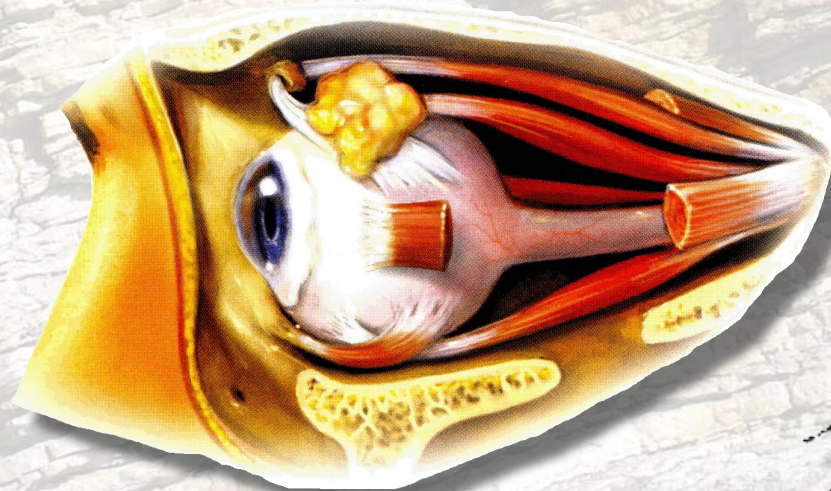
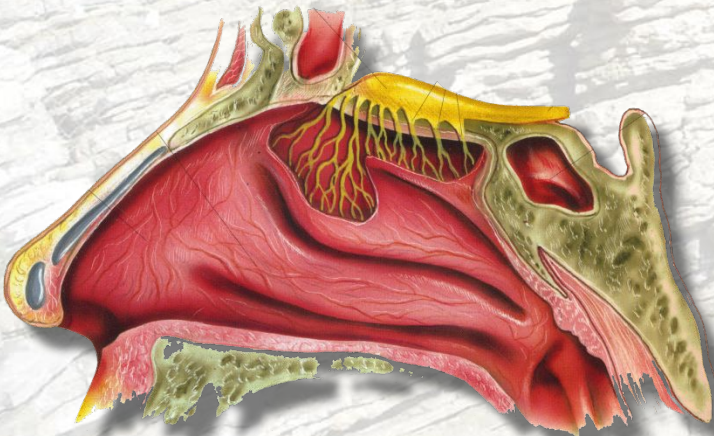
Сенсорные нейроны (в ядрах  
черепного нерва)





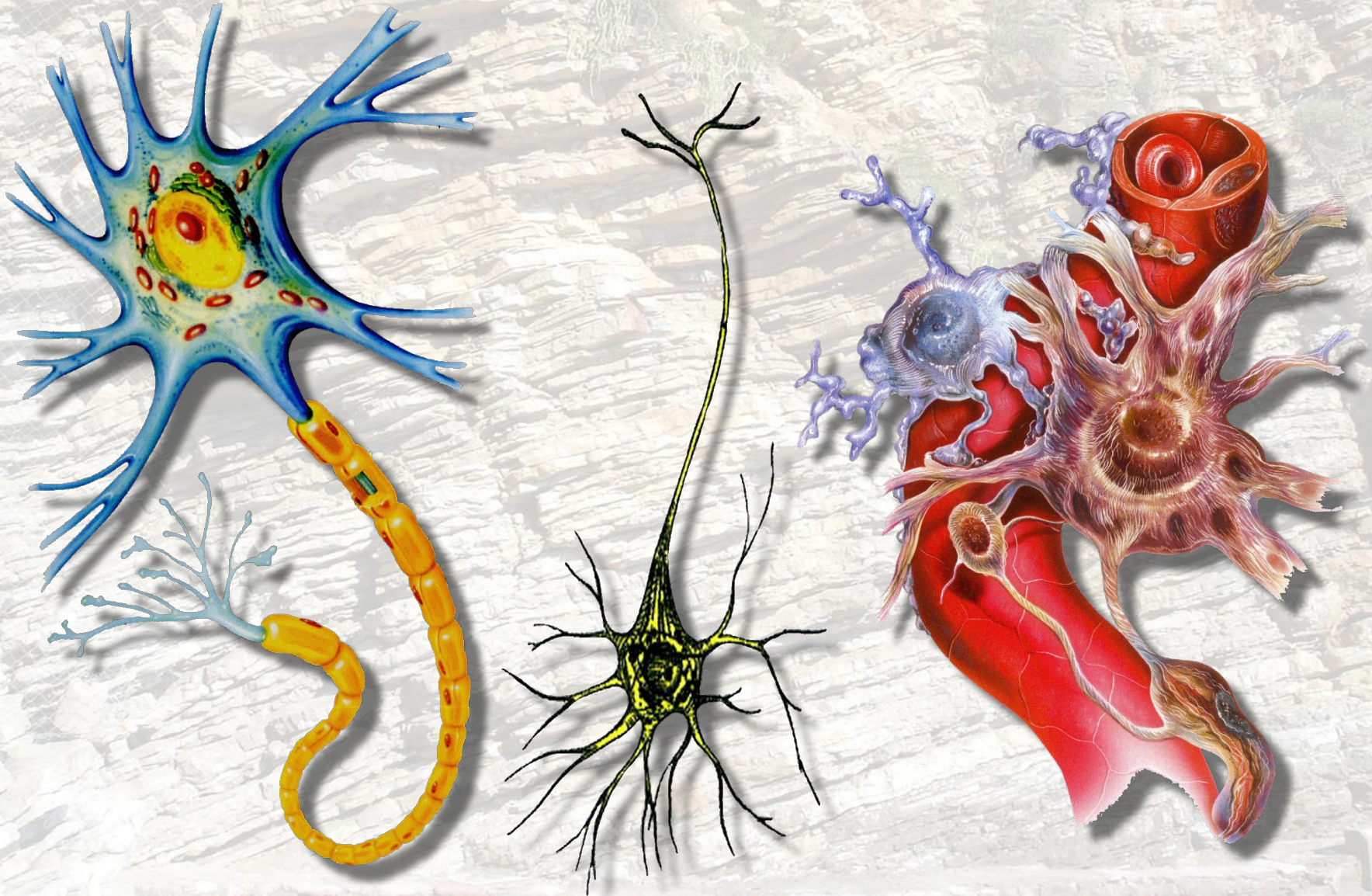
Биполярные - имеют один аксон и один дендрит

встречаются в периферических частях зрительной,  
обонятельной систем





Мультиполярные нейроны имеют несколько дендритов и один аксон. Различают более 60 вариантов

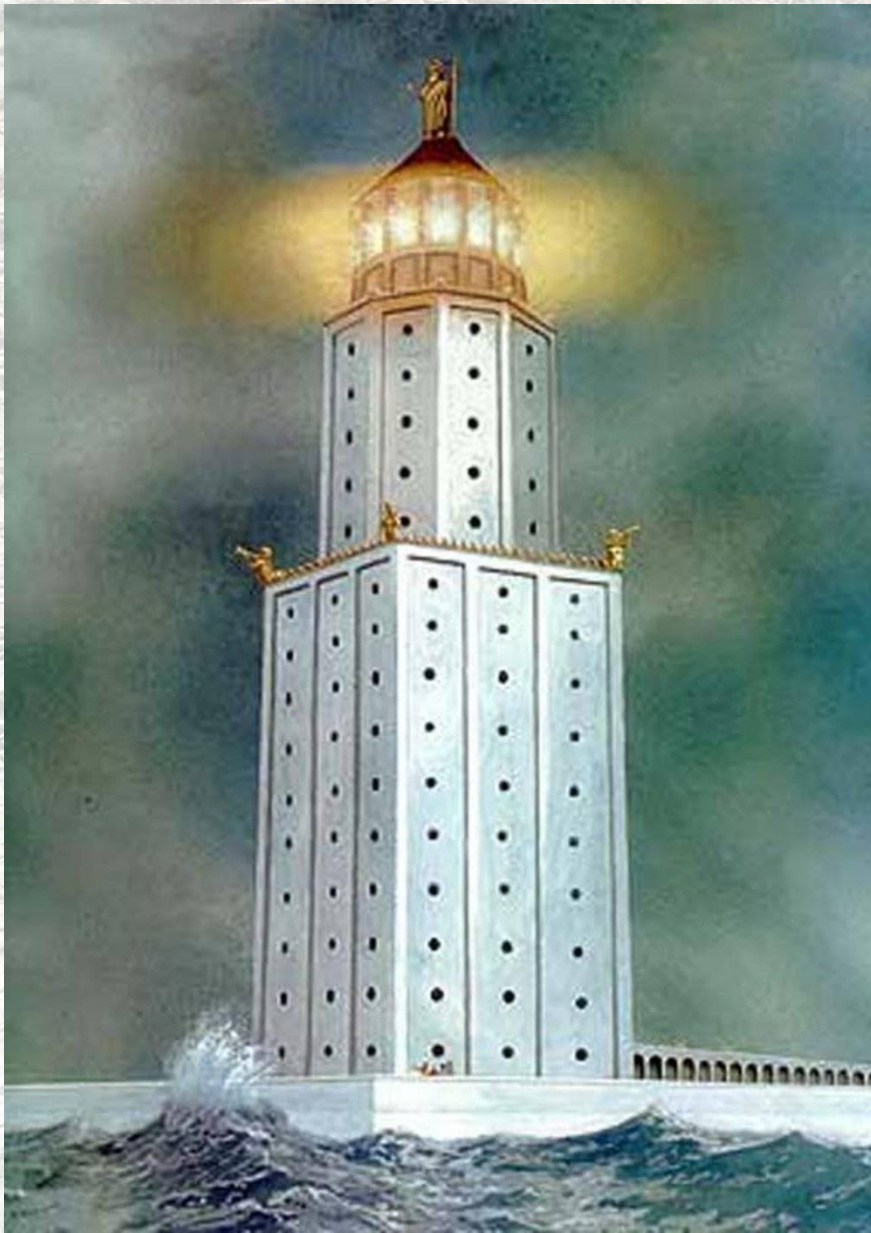






Что Вы видите?



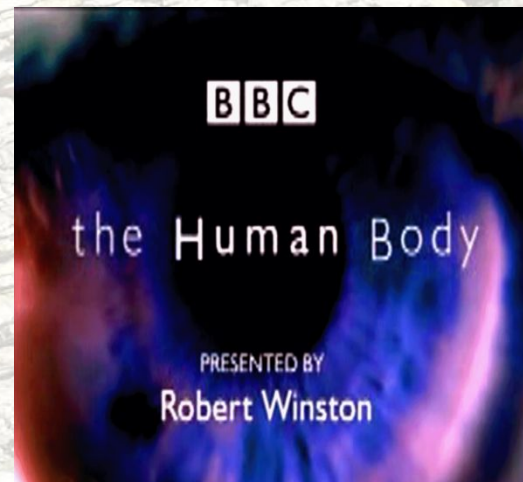
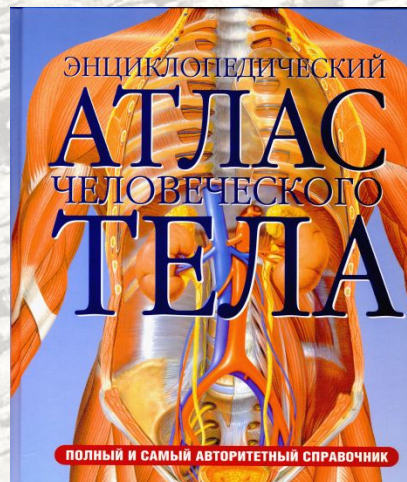
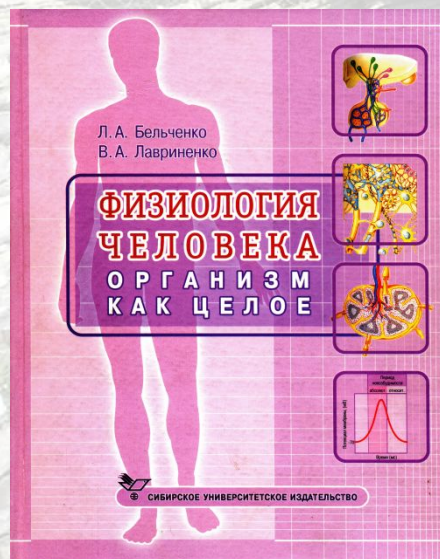
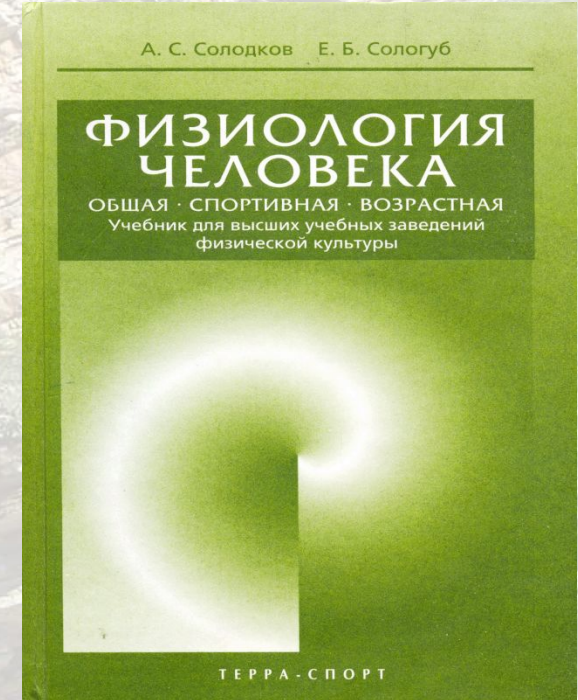
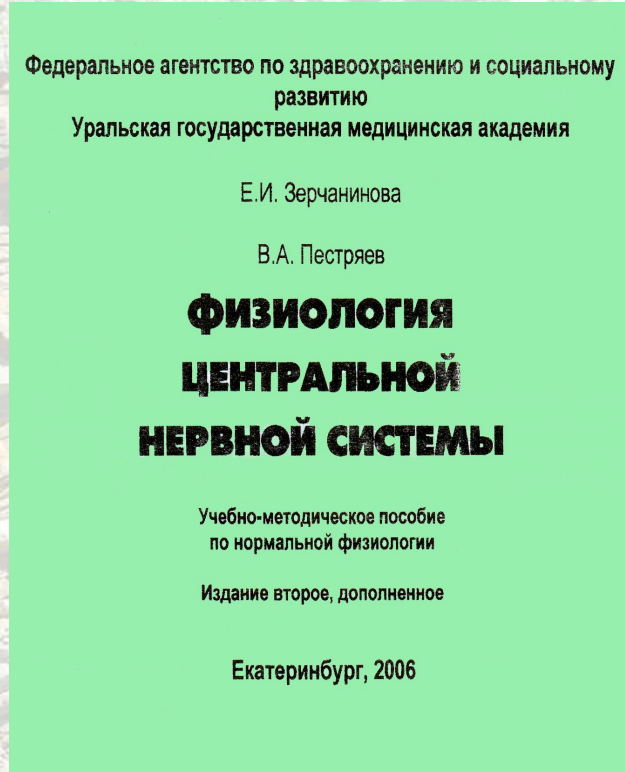
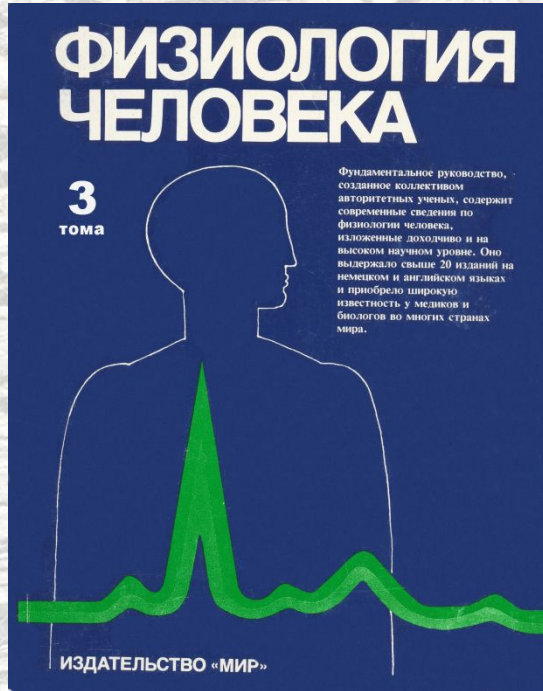


Какие еще чудеса  
света Вам известны?

Одно из семи чудес света – Александрийский маяк



# При подготовке темы использована литература:





# Мультимедийное сопровождение

ТЕМЫ ПОДГОТОВИЛ



старший преподаватель  
кафедры  
клинической психологии

**С.А.Самсонов**

