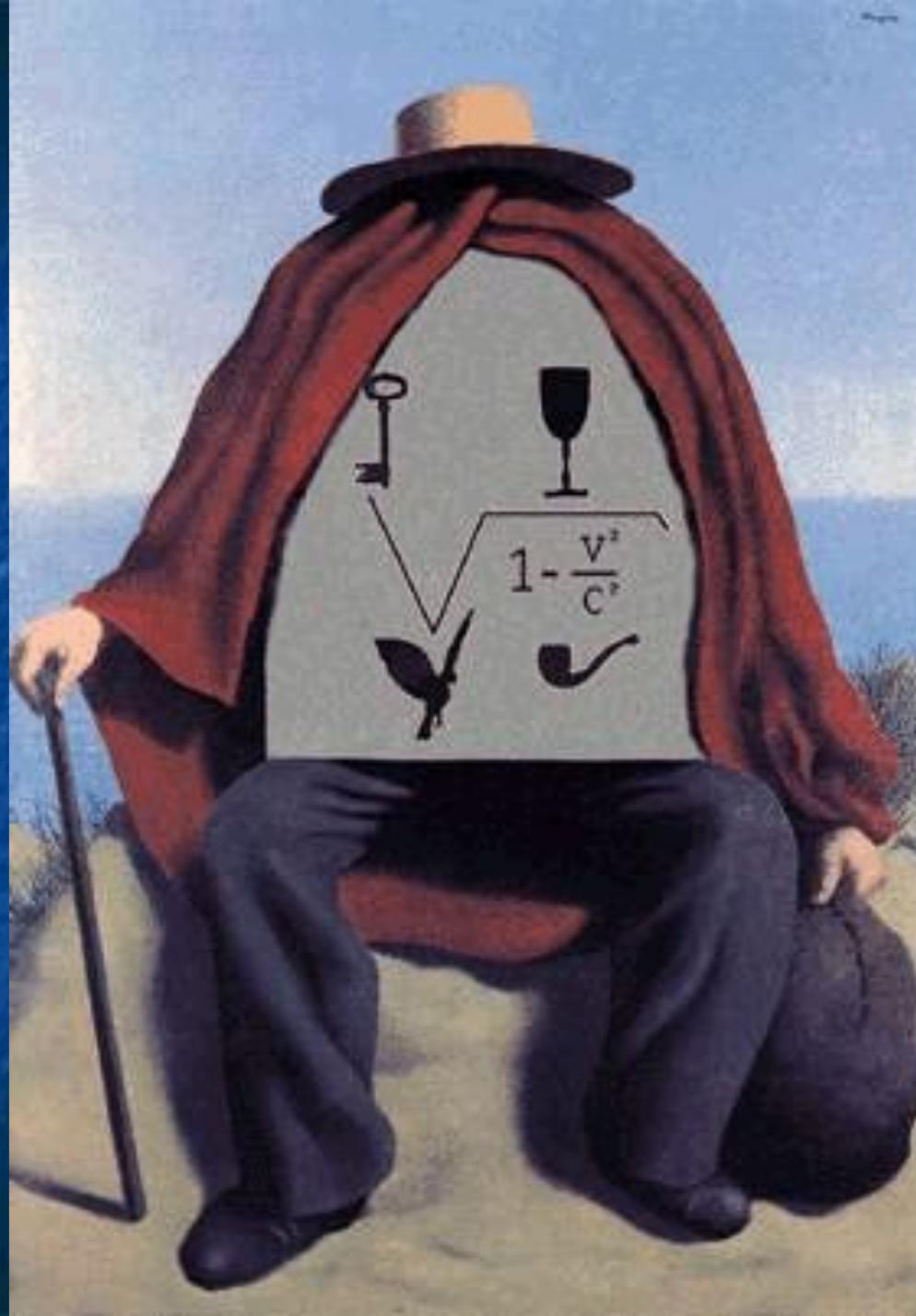


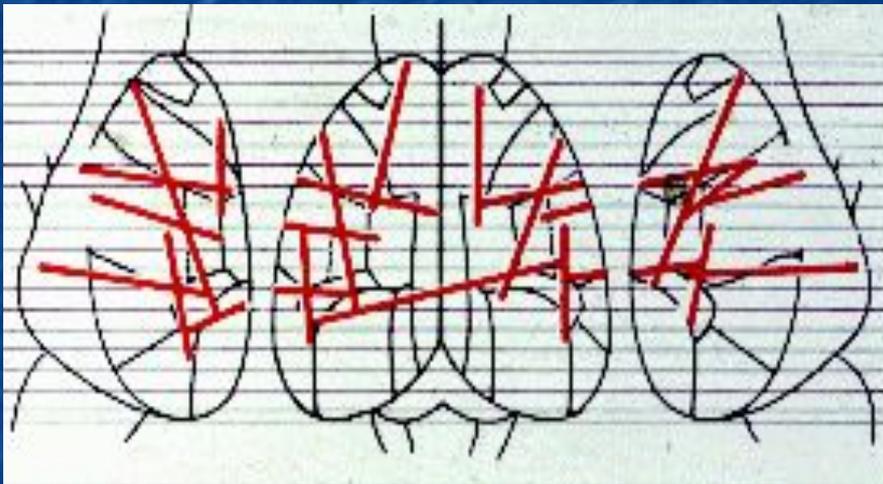
Физиология памяти

Лекция проф. Н.П. Ерофеева



«Памяти нигде нет, но в то же время она всюду.»

Карл Лешли



Разрезы мозга крысы, которые делал К.С.Лешли в поисках хранилища памяти.



К. С. Лешли (1890 - 1958)

Память – универсальное свойство живой (неживой) материи
сохранять следы информационных входов (стимулов,
навыков)

- Следы памяти – **энграммы** – сохраняются длительное время даже при отсутствии вызвавшего стимула.
- **Субстратом памяти являются нервные клетки.** **Нейроны** способны к устойчивым перестройкам синаптических мембран, рецепторов (вне- и внутриклеточных), а значит и синаптических связей.
- Глиальные клетки также следует отнести к носителям следов памяти.



У человека имеется несколько форм памяти

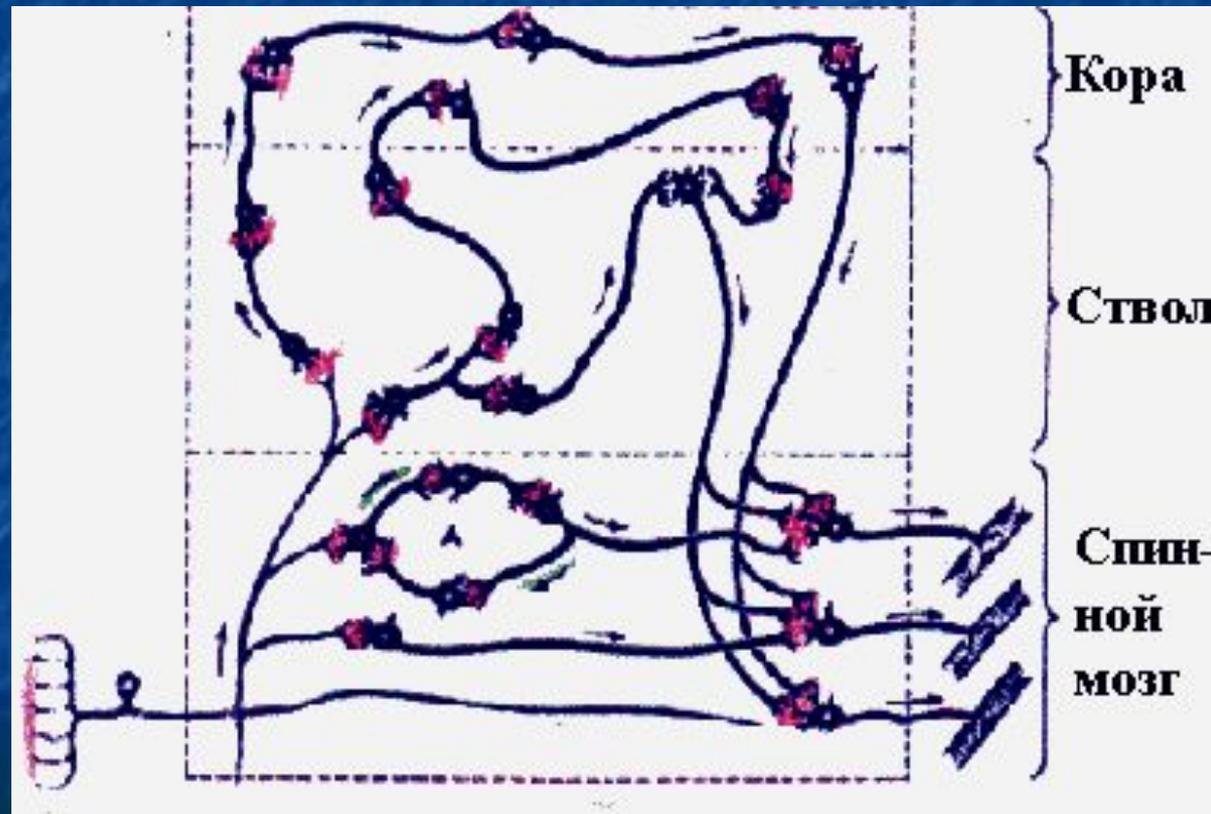
- Генетическая
- Иммунная
- Нервная

Нервная память содержит следы (энграммы)

- **Сохраняет** в виде изменений структуры пре- и постсинаптических мембран (увеличивается количество каналов и рецепторов) и активации генов.
- **Воспроизводит** при необходимости.

Нейроны - хранилище нервной памяти. Они работают по особым правилам:

- Реверберация – циркуляция возбуждения по замкнутой цепи нейронов



Пластичность

- Пластичность – это удивительная способность нейронов перестраивать свои существующие синаптические связи, создавать новый дизайн синаптических связей и подключаться к другим нейронам при усилении активации (стимуляции).
- Функциональные перестройки ионной проницаемости формируют структурные изменения (увеличивается количество каналов и рецепторов) и активируются гены (до этого молчавшие).

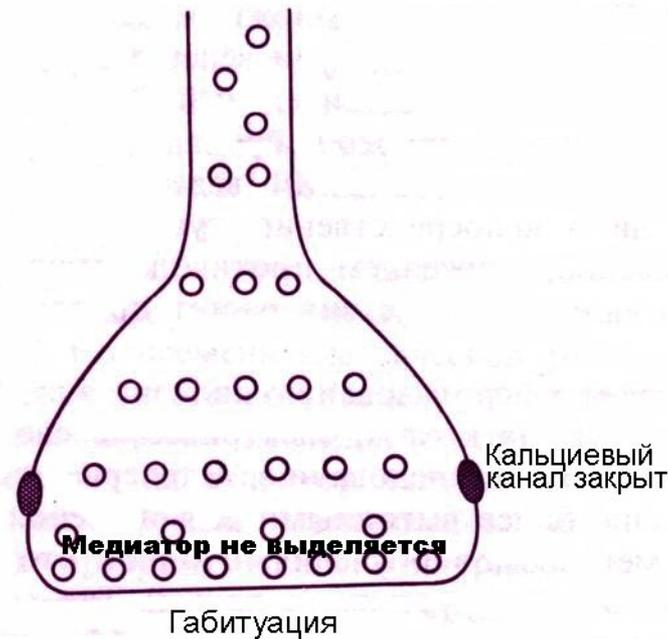
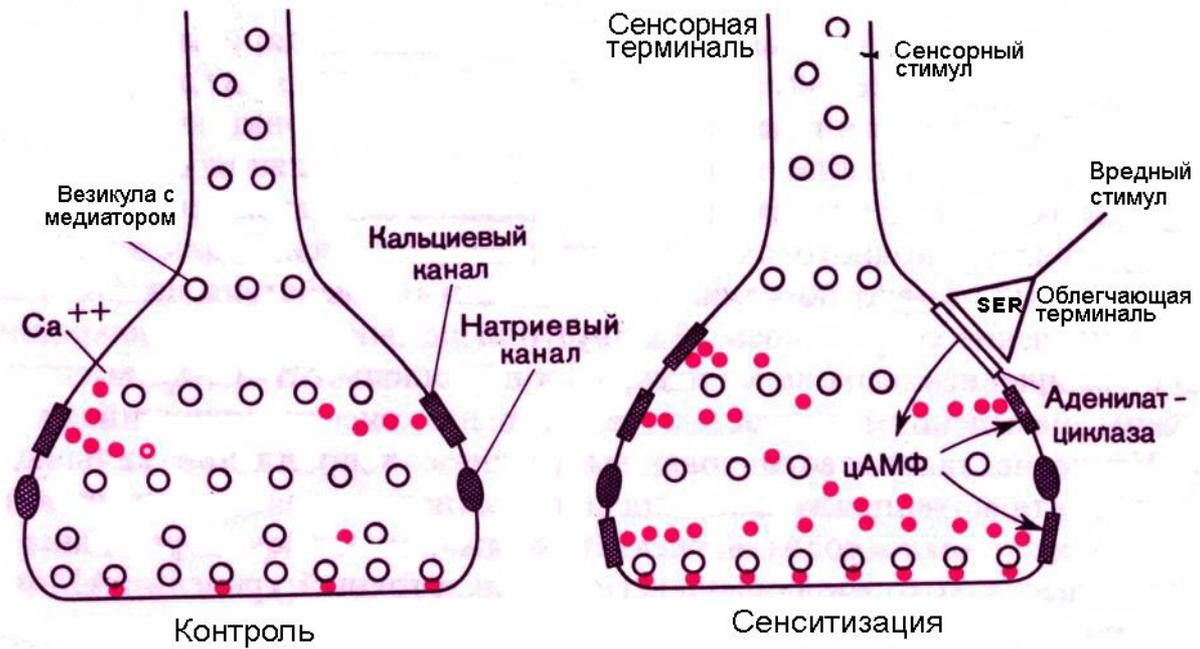
Нервная память формируется в процессе **обучения** = **научения**, англ. – **«learning»**

- Нейроны, «обучаясь», сохраняют следы научения (вспомните! временные связи).
- При обучении (многократном повторении стимулов, а также в случаях их совместного действия) нейрон изменяет свои реакции - становится пластичным.
- Пластичность в таких случаях имеет два вектора: снижение чувствительности к стимулу – **привыкание (габитуация)**. Человек быстро привыкает к жизненно-незначимым сигналам (тиканье часов) – ориентировочные реакции. Повышение чувствительности к стимулу – **сенситизация**.

Нейроны (базальные отделы мозга) имеют **2-е** автоматические способности:

- Игнорировать входную незначимую информацию – торможение синаптической передачи – **Габитуация**
- Усиливать (сохранять) важную входную информацию, например, удовольствие, боль – облегчение синаптической передачи - **Сенситизация**

Механизм габитуации и сенситизации



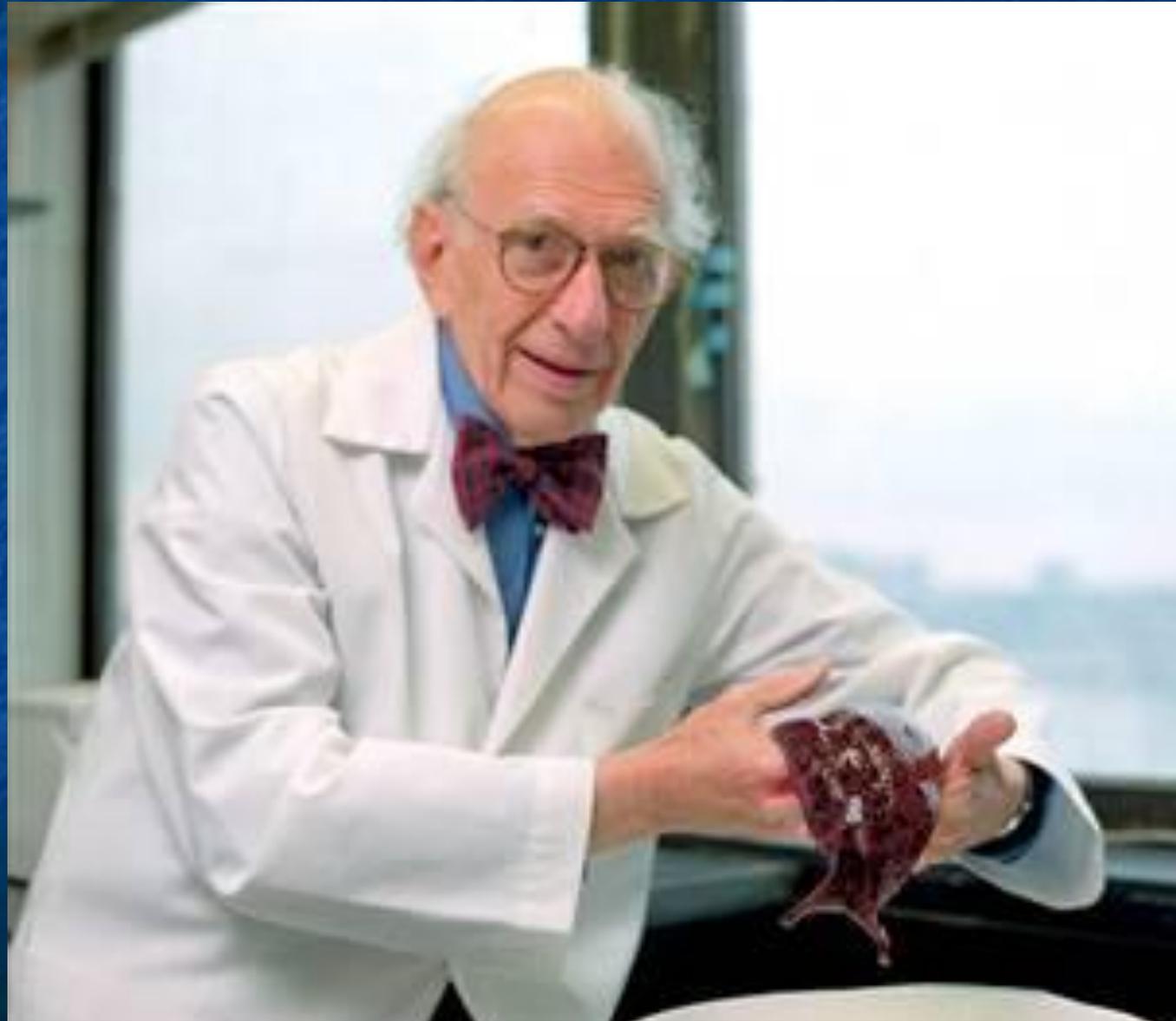
Механизм облегчения (сенситизация)

- Одновременная стимуляция сенсорной и облегчающей терминалей приводит к выделению серотонина в облегчающем синапсе.
- Серотонин активирует аденилциклазу, формируется цАМФ.
- цАМФ активирует протеинкиназу и происходит блокада K^+ каналов, уменьшается калиевая проводимость.
- Резко увеличивается продолжительность ПД в сенсорной терминали, что увеличивает Ca^{++} ток в сенсорную терминаль, а значит и выброс медиатора в синаптическую щель.

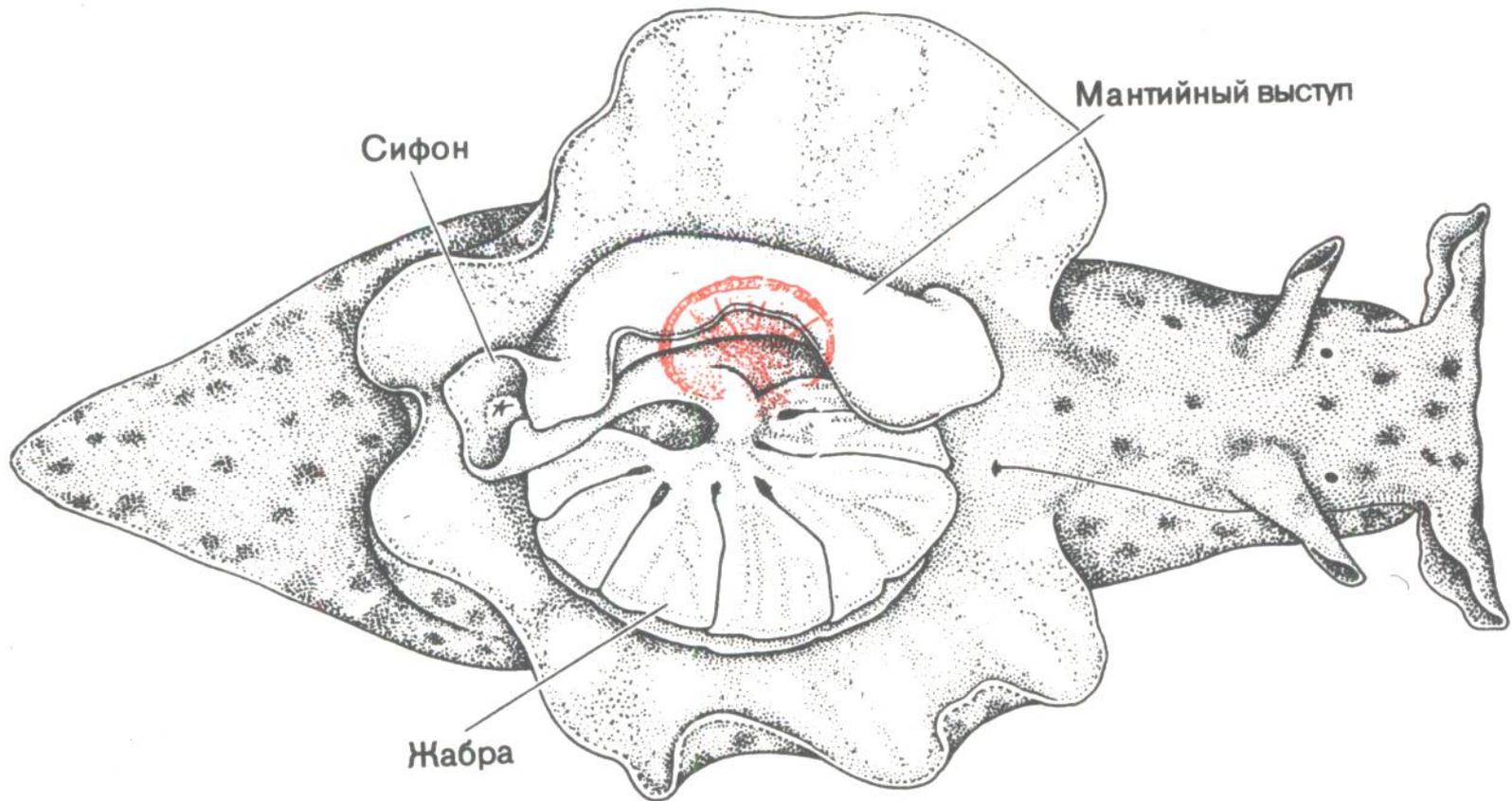
Механизм габитуации (привыкания)

- Привыкание (габитуация) развивается в связи с постепенным закрытием Ca^{++} каналов на сенсорной терминали.
- Входящий Ca^{++} ток в терминаль снижается.
- Из сенсорной терминали уменьшается экзоцитоз медиатора.

Нервный механизм
привыкания и
сенситизации
изучен на нейронах
большой улитки
**Aplysia (Eric
Kandel 2001)**



Кожу сифона аплизии иннервируют 24 сенсорных нейрона, а 4 мотонейрона управляют мышцей жабры



Рефлекс втягивания жабры возникает у аплизии в ответ на стимуляцию сифона или мантийного выступа. При этом жабра принимает положение, обозначенное цветной линией.

Привыкание и сенситизация
относятся к одной из двух форм
обучения:

- **Неассоциативное** обучение.
- **Ассоциативное** обучение.

Неассоциативное обучение

ОТНОСИТСЯ К

- **Стимулозависимому научению**, т.к. обучение изменяется под действием стимулов. Человек научается игнорировать стимулы, утратившие новизну или значение. Привыкание освобождает нейроны для реакций на стимулы, которые влекут за собой награду или имеют значение для выживания. Привыкание – первый процесс обучения у детей.
- Привыкание не использует для научения внимание, восприятие и память.

Свойства неассоциативного обучения

- Суммация
- Генерализация
- Импринтинг
- Угасание
- Имитация

Ассоциативное обучение

- **Эффектзависимое обучение** формирует временные нервные связи между двумя нейронами, стимулируемыми раздражителями, один из которых является индифферентным, а другой стимул является вознаграждением или наказанием.
- Виды ассоциативного обучения: классические условные рефлексы (И.П.Павлов-1901г.), инструментальные условные рефлексы, например, лабиринтные.

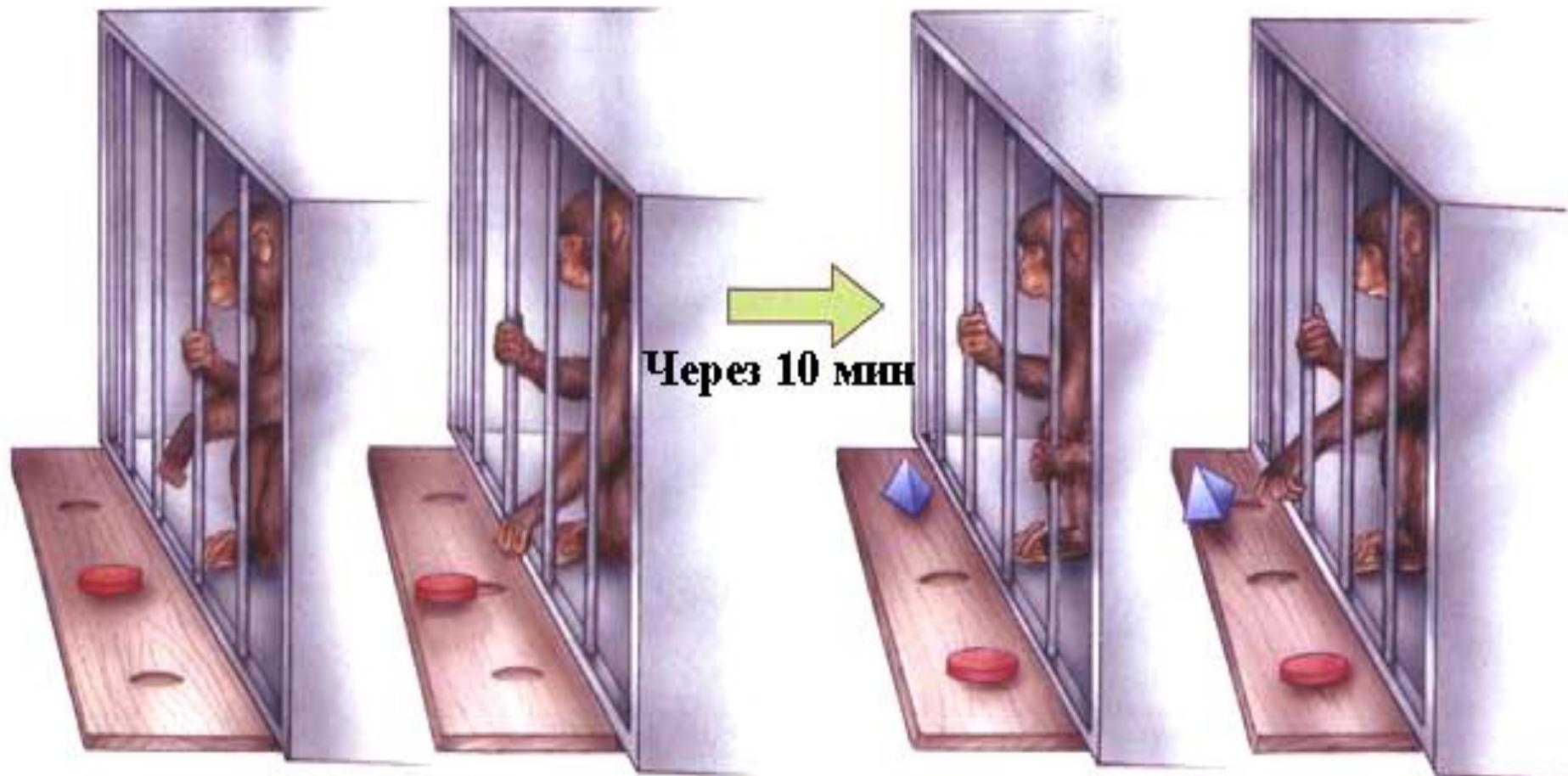
Д. Хебб впервые сформулировал
двойственную природу памяти
человека в 1949 г.



Характеристика кратковременной памяти

- Быстрота доступа - 70 мс.
- Быстрота угасания - 200 мс.
- Емкость - 7 ± 2 .
- Забывается подсознательно.

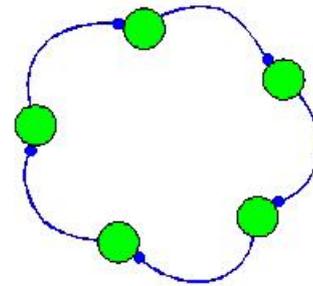
Кратковременная память



Кратковременная память основана на

- Реверберации ПД по замкнутым кругам нервных клеток.
- Электрошок, гипоксия, большие дозы алкоголя, травмы головного мозга приводят к амнезии.

**Реверберация по
цепи нейронов**



**Перестройки в синапсах
и some нейронов**



Кратковременная память переходит в долговременную через этап

- Промежуточной памяти, которая как раз очень чувствительна к электрошоку и гипоксии. В случае ее сохранения, она переходит в долговременную память – консолидируется.
- Промежуточная память – электрический процесс, который запускает биохимические изменения в синапсах.

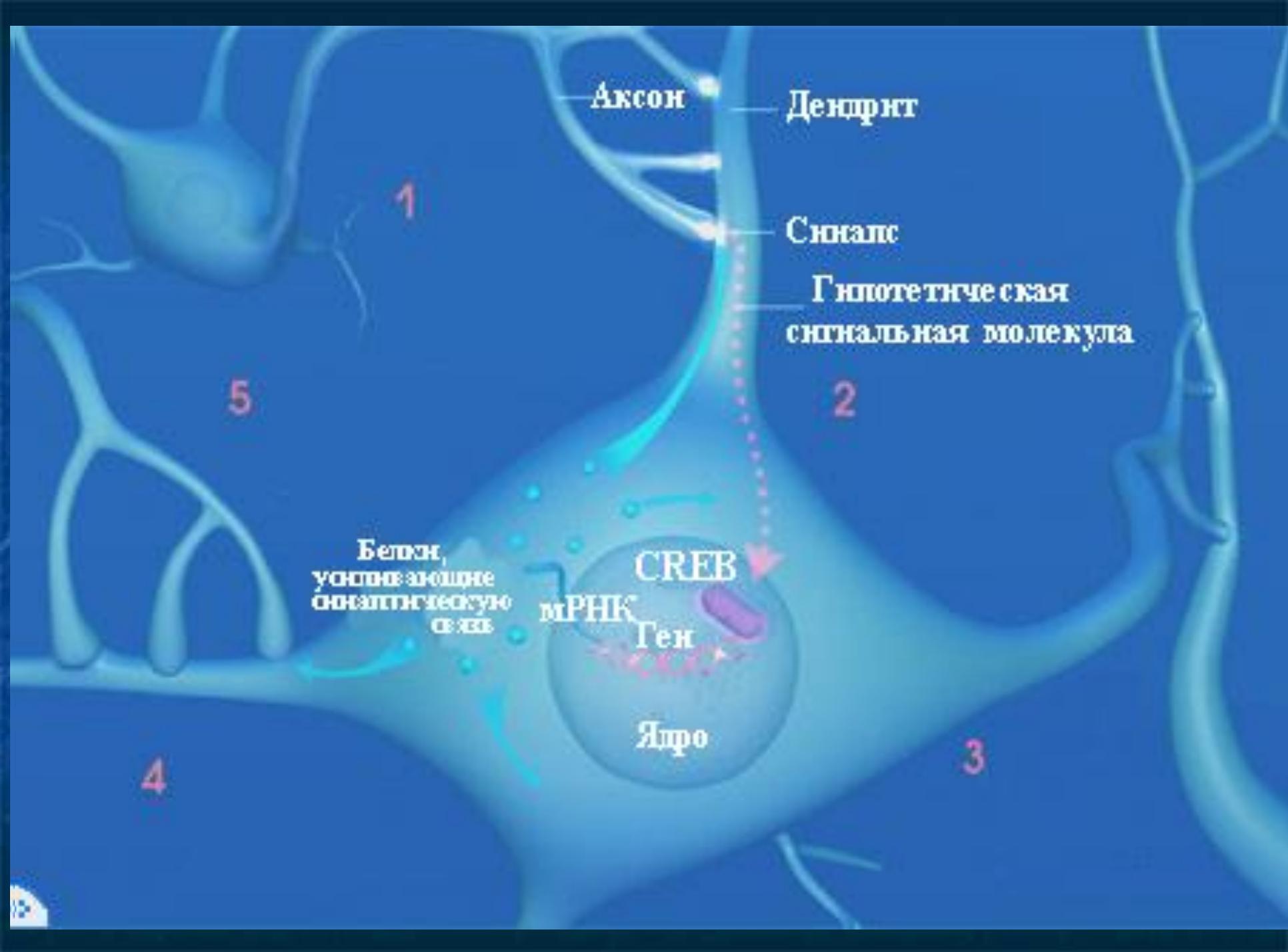
Рабочая память (РП)

- Это в основном кратковременная память.
- РП используется в ходе интеллектуальных рассуждений и ее использование прекращается по мере разрешения этапов деятельности.

Этапы формирования КП и ДП

Схема синапса





1 этап

- Сильная или повторяющаяся стимуляция временно усиливает синаптическую связь. В ядро приходит сообщение о том, что информацию необходимо сохранить.

2 этап

- Для усиления синаптической связи активируется белок, который называется CREB

3 этап

- CREB активирует определенные гены, запускает их транскрипцию в матричную РНК, которая покидает ядро.

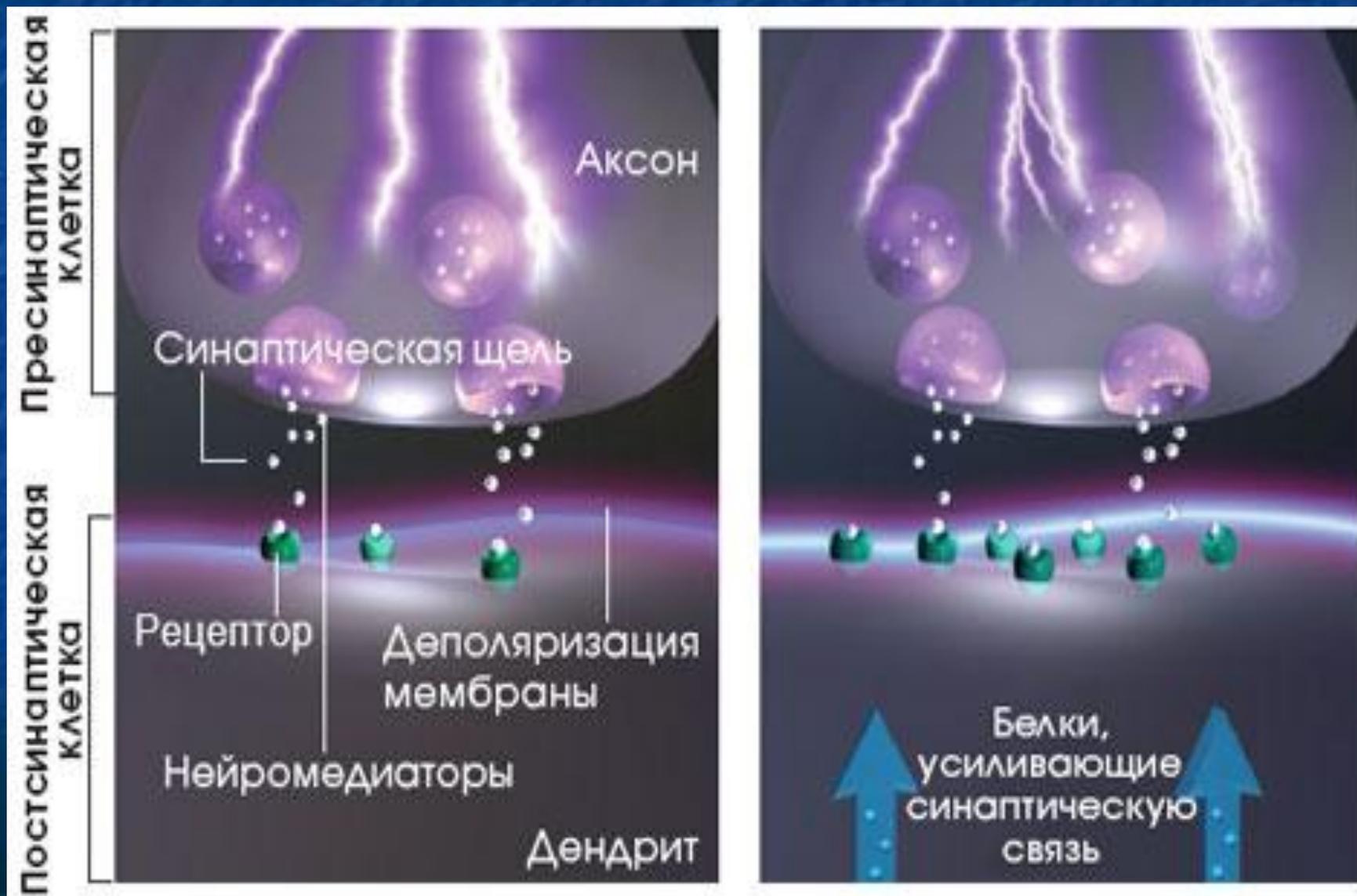
4 этап

- Клеточные органеллы, которые расположены в цитоплазме транслируют мРНК в белки, которые распространяются по всей клетке.

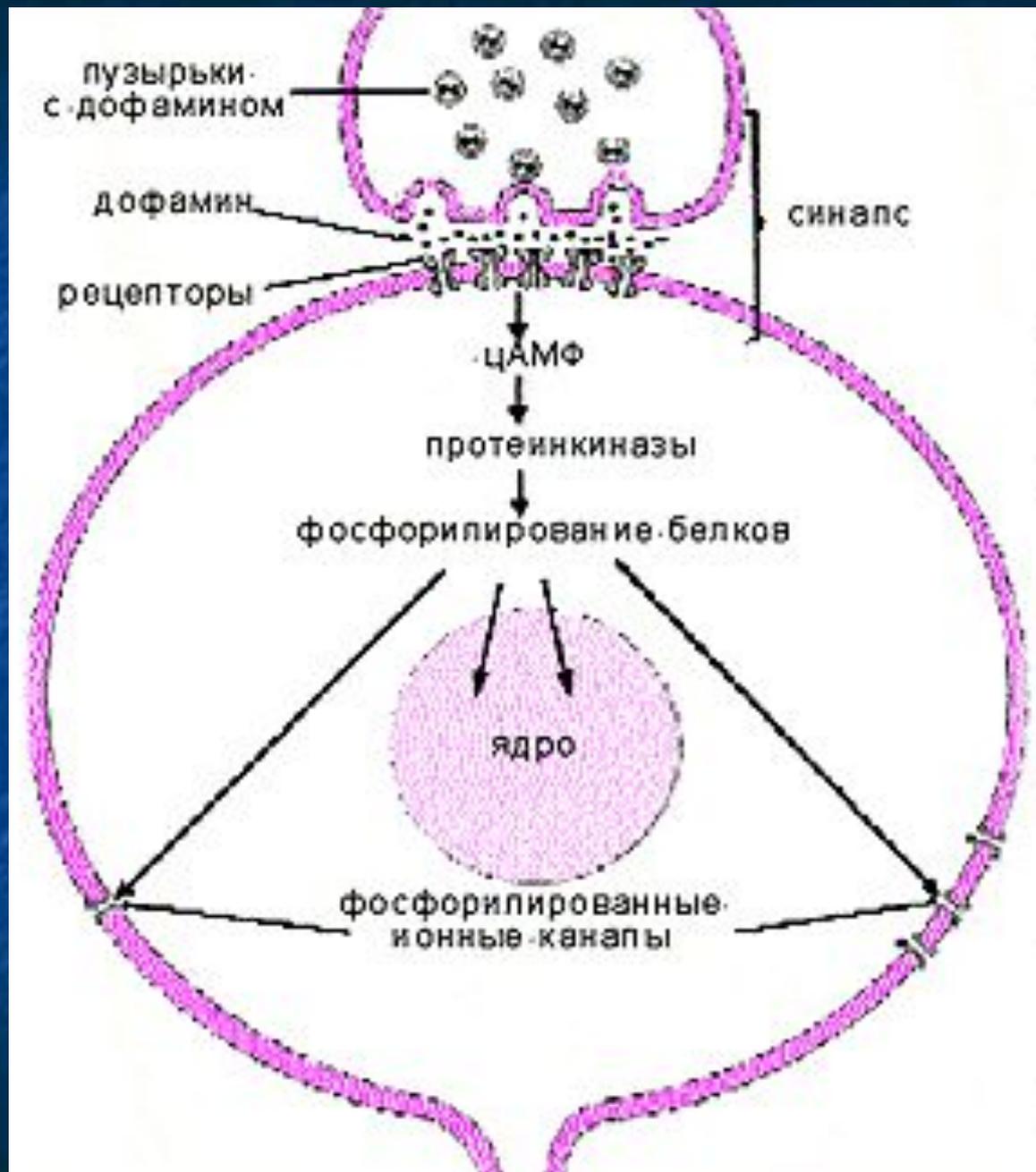
5 этап

- Белки воздействуют только на синапс, эффективность которого временно повышена под воздействием исходного стимула.

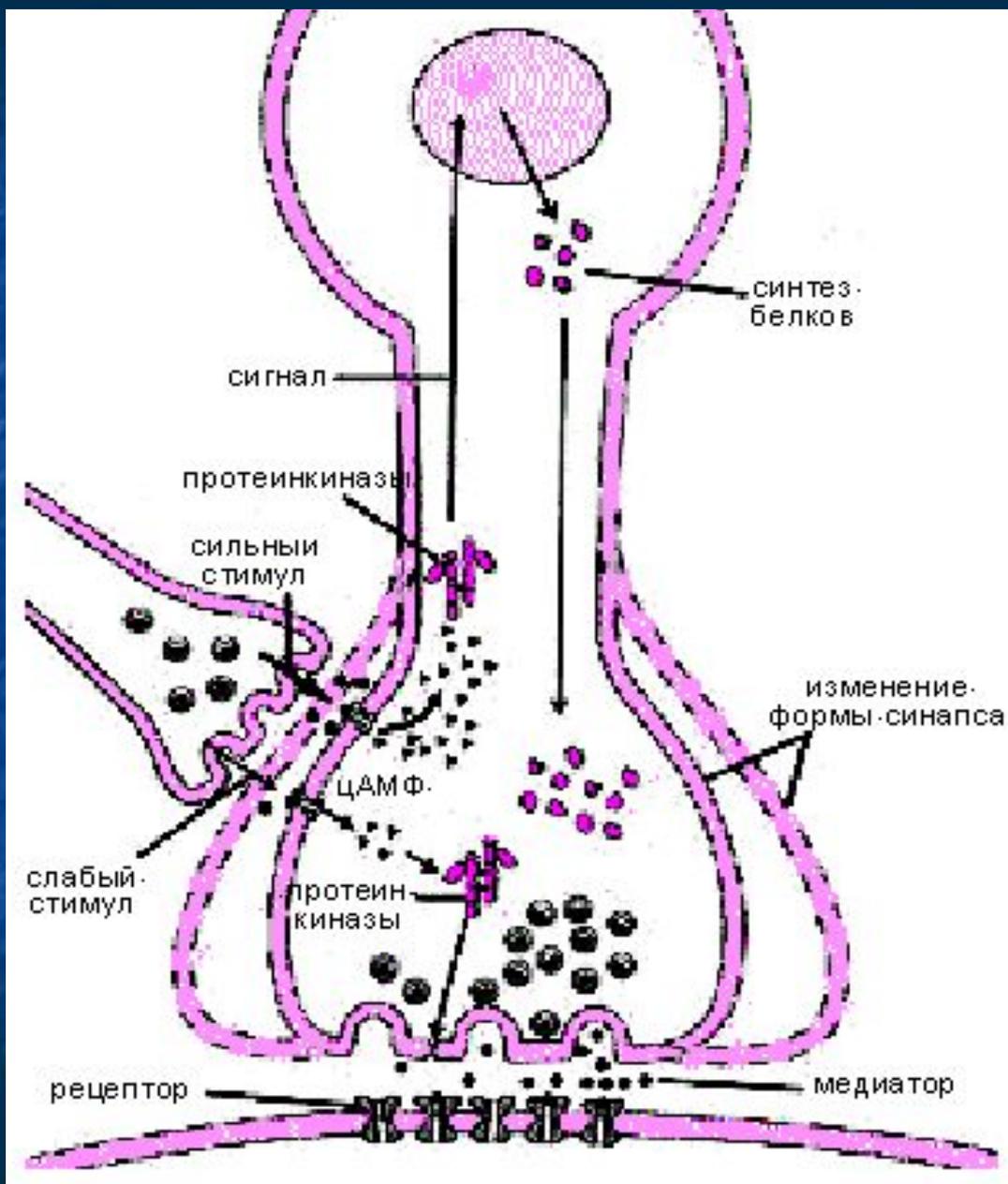
Активация синаптической передачи стимулирует выработку сигнальных белков постсинаптической мембраны



Активация
синапса
увеличивает
количество
ионных каналов



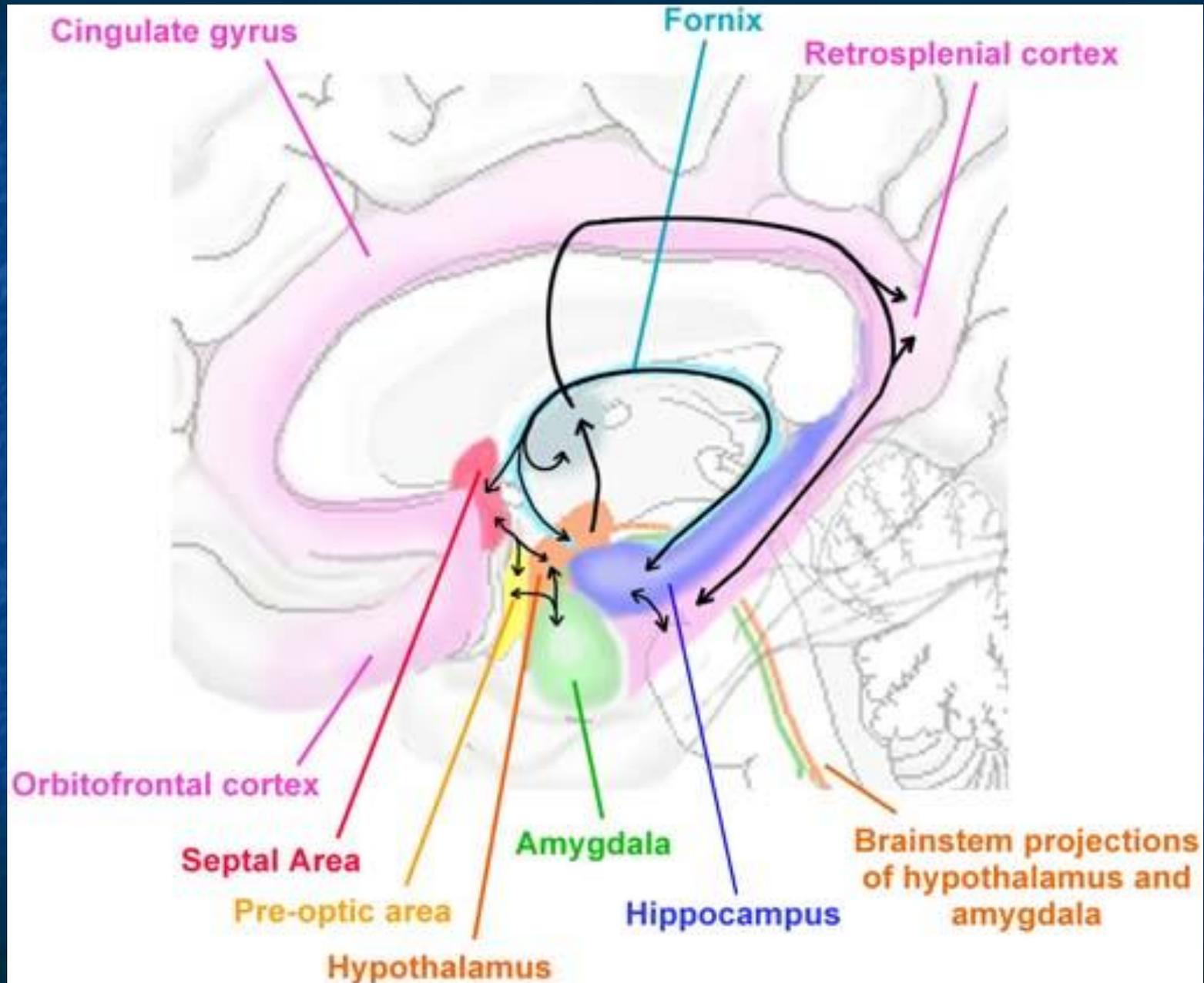
Сильные стимулы
увеличивают
размеры синапса



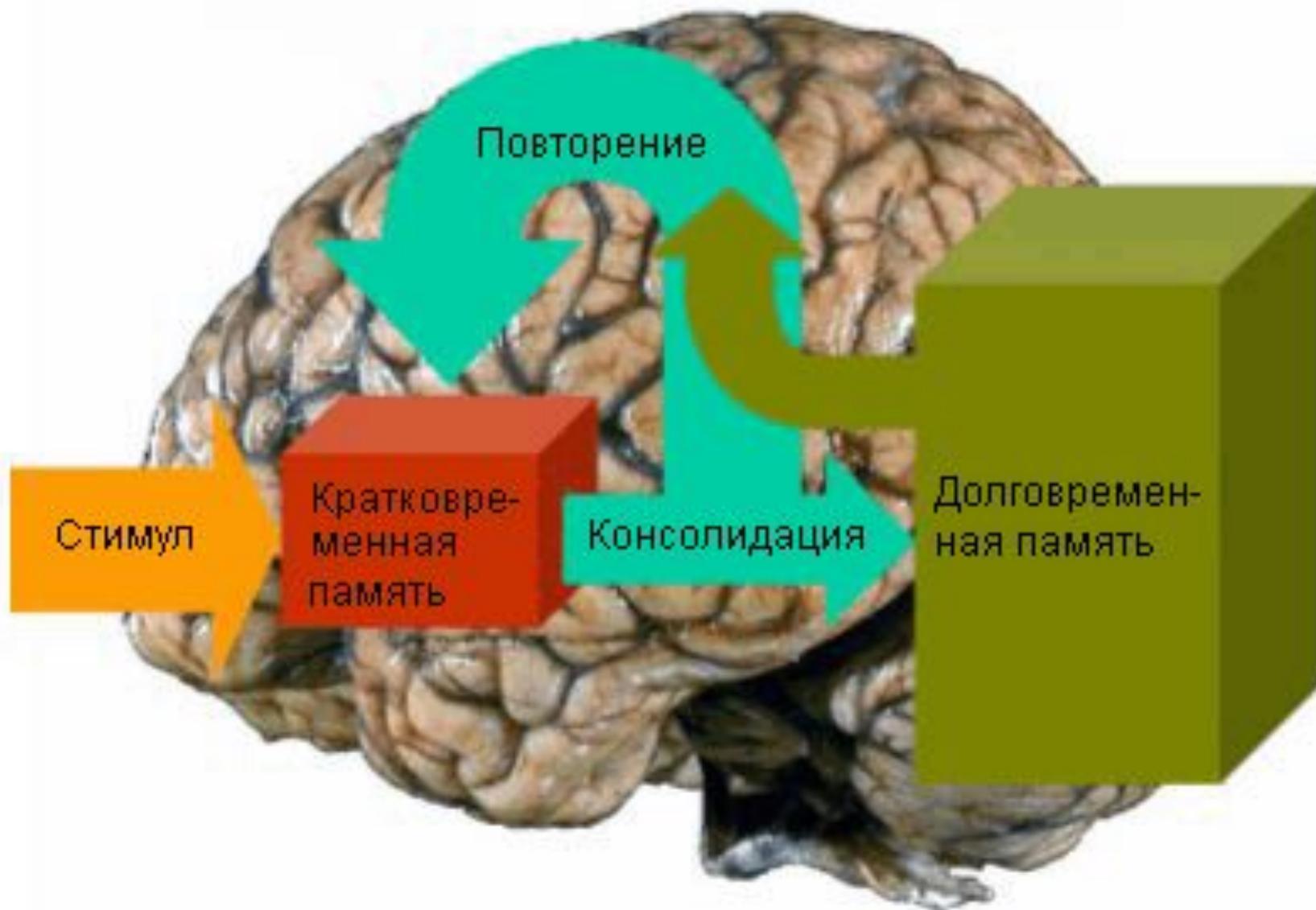
Характеристика долговременной памяти

- Медленный доступ - 100 мс.
- Медленное угасание - дни или годы.
- Емкость – огромная (...вся жизнь...).
- Консолидирует часто повторяющуюся информацию.
- **Повторение – мать учения.**

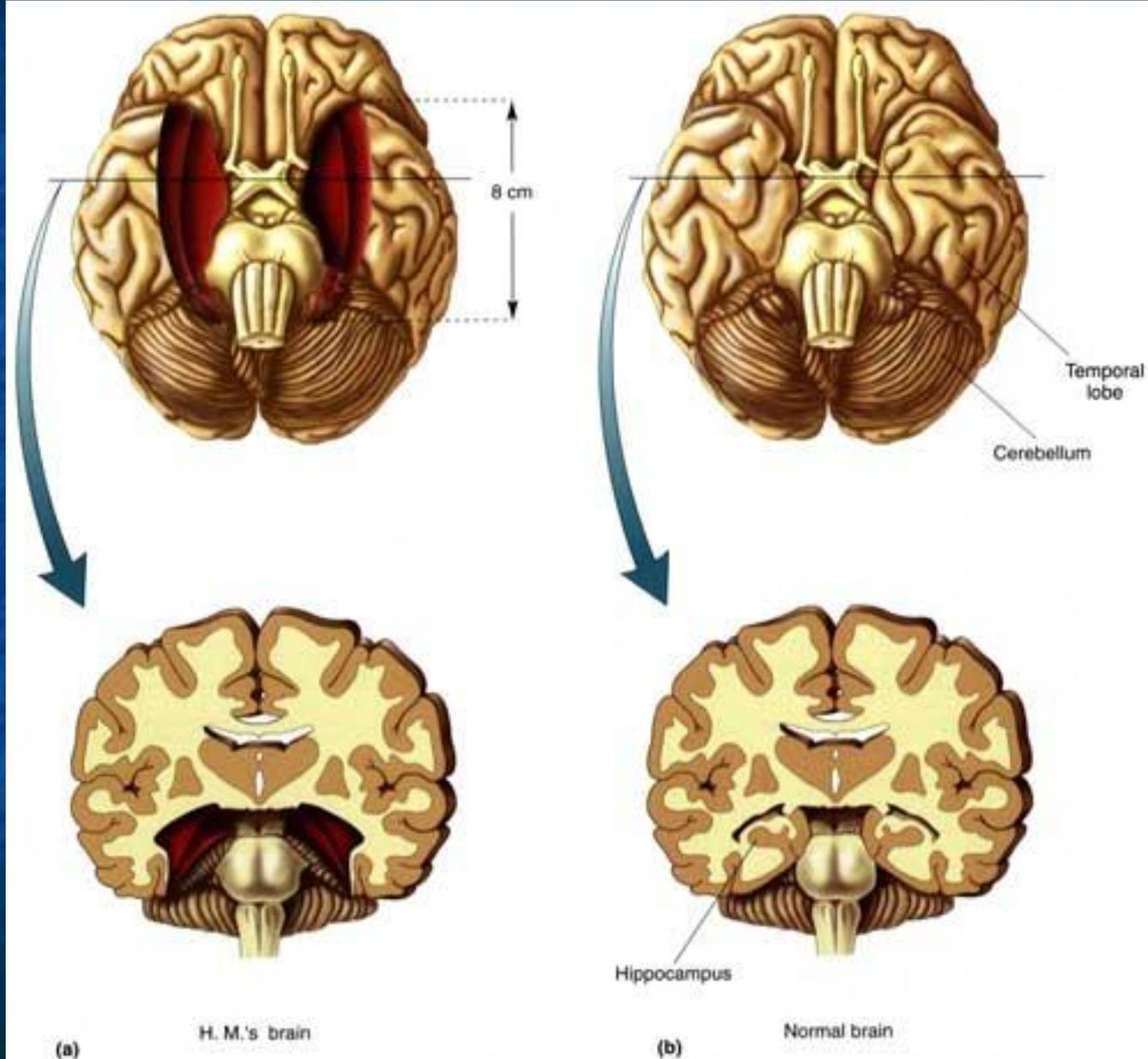
Гиппокамп «превращает» КП в ДП



Помните! Повторение – мать учения



Срезы через гиппокамп



При двухстороннем удалении гиппокампа

- Человек живет только в настоящем времени.
- Он помнит события, предметы, людей ровно столько, сколько они удерживаются в кратковременной памяти.
- Умственная деятельность не изменяется.
- Гиппокамп и медиальная часть височной доли закрепляют КП и переводят ее в ДП. Но это не склад памяти, а место формирования и организации энграмм.
- Кроме того эти области устанавливают связь с другими местами хранения памяти в других областях мозга: сосцевидные тела, миндалина, таламус, префронтальная кора.
- Гормоны, изменяющие возбудимость нейронов, воздействуют на переработку памяти.

Где же
хранится
память?

Префронтальная
кора

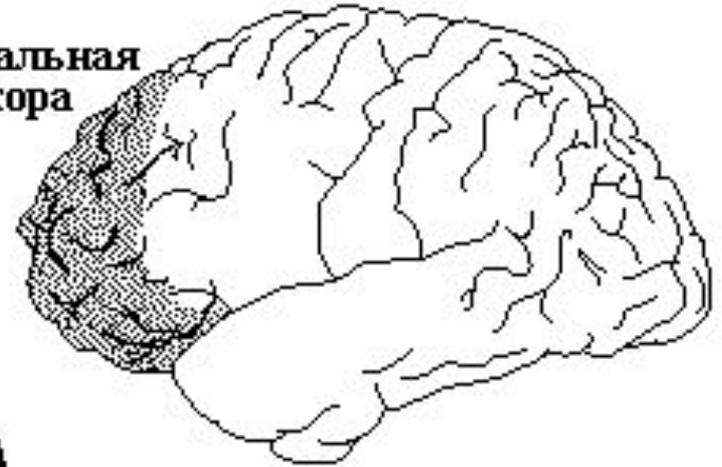


Схема травмы Ф. Гейга 1848 г.

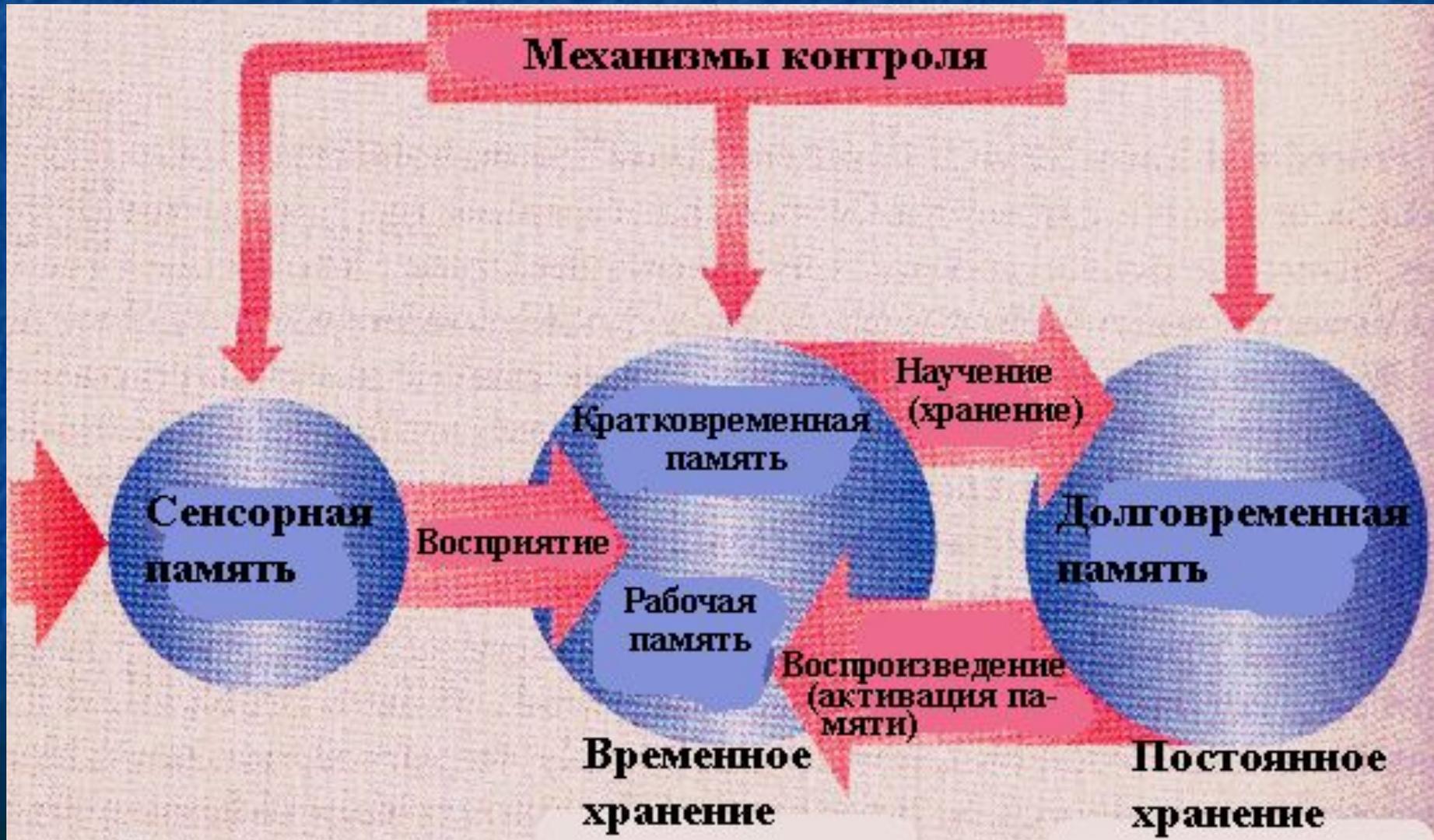


Еще в 17 веке Дж. Свифт предсказал перенос памяти, когда писал, что школьники с плохой памятью съедали конспекты отличников и получали хорошую память.



В 60-е годы МакКоннолл и Хиден в экспериментах на планариях и крысах показали, что такая возможность есть. Они доказали, что РНК является носителем переноса.

Виды памяти человека



Психологическая классификация памяти – У. Торп (1963г.)

Декларативная память
(Медиальная височная доля, Diencephalon)

Факты



События



Недекларативная память

Классические условные рефлексы

Процедурная память
(Мастерство и навыки - Striatum)



Скелетные мускулы
(мозжечок)



Эмоции
(Amygdala)



Декларативная память

Включает память:

- Об окружающей обстановке
- О временных взаимоотношениях
- О причинах переживания
- О значении переживания
- О выводах, сохранившихся в уме человека

Недекларативная (процедурная) память

Ассоциируется обычно с двигательной активностью человека:

- Например, с ударом по футбольному мячу:
- Взглянуть на мяч, на цель попадания мячом
- Рассчитать силу и направление удара по мячу
- Сравнить предполагаемые действия с тем, что умел делать
- И тут же перейти к другим действиям, забывая детали, только что сделанных движений

Два этих вида памяти перерабатываются **раздельно**

- Декларативное знание (эксплицитная память) обеспечивает ясный и доступный отчет о прошлом индивидуальном опыте, полное знакомство с этим опытом.
- Височные доли мозга и таламус участвуют в переработке этого вида памяти.

Процедурная память

- Процедурное знание (имплицитная память) раньше развивается в процессе эволюции, чем декларативное. Запоминание (научение) происходит неосознанно.
- В научении участвуют нервные цепи, которые непосредственно связаны с действиями в ходе обучения.

Четыре типа амнезий

- 1. Нарушение перевода декларативной информации из КП в ДП. Больной не в состоянии запомнить новые факты, но может осваивать и выполнять различные действия. Пример- удаление гиппокампа и миндалин по поводу височной эпилепсии. Предшествующие операции события помнит.

Ранение при фехтовании

- 2. Долговременная память остается незатронутой. Но амнезия принимает форму неспособности к усвоению нового материала, особенно вербального. Легко запоминают лица и определенные места в окружающем пространстве. Повреждено левое дорсомедиальное ядро таламуса.

Корсаковский синдром

- 3. Это болезнь хронических алкоголиков, которые часто и подолгу обходятся без еды (+ дефицит витамина В1).
- Возникают трудности не только при усвоении нового материала, но и выявляется амнезия на те события, которые происходили в их жизни до развития патологического процесса.
- Мышление инертно, переход к новой тактике решения задач затруднен. Отсутствует проактивное торможение (введение новой категории слов не улучшает запоминание).
- Поражение мозга обширно: таламус, мозжечок, лобные доли.

Электрошоковая терапия

- Легко идентифицировать этот вид амнезии и изучать, т.к. эта терапия используется для лечения шизофрении, тяжелой депрессии по 6 -12 сеансов через день.
- Страдает память на недавние события, а ДП сохраняется.
- Электрошок нарушает функции височной области и гиппокампа.

По поводу забывания

- Забывают с нормальной скоростью больные с поражением дорсомедиального ядра таламуса (больные с корсаковским синдромом, животные с удаленной медиальной частью таламуса).
- Забывают очень быстро больные с поражением гиппокампа и глубоких отделов височных областей (после электрошоковой терапии, животные с повреждением миндалина и гиппокампа).

Спасибо за внимание!

