

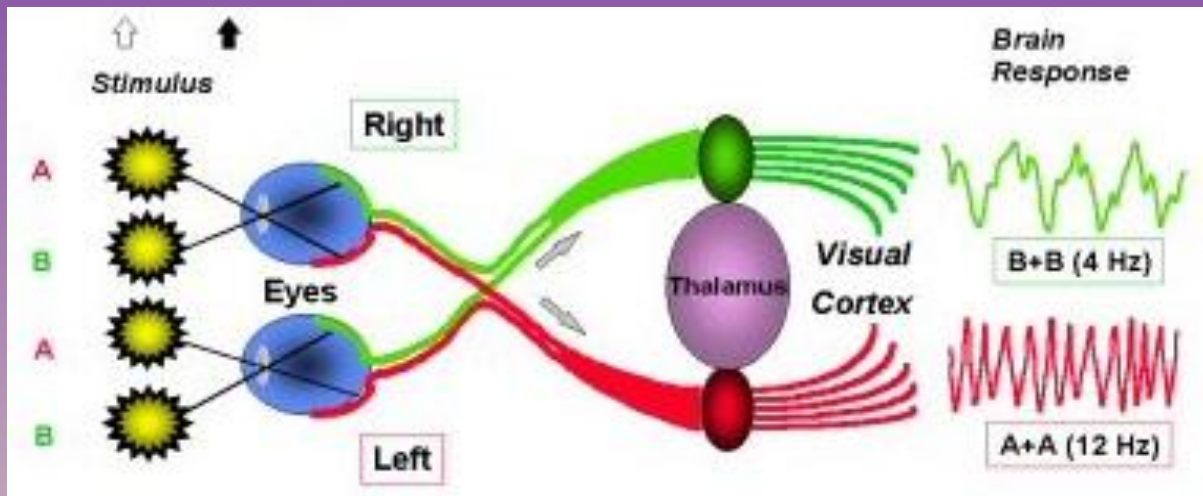
**Клиника биоакустической коррекции  
ООО «СинКор»**

**Управление процессами  
нейропластичности в условиях метода  
биоакустической коррекции**

**Санкт-Петербург  
2019**

# Методы сенсорной стимуляции

## Аудио-визуальная стимуляция



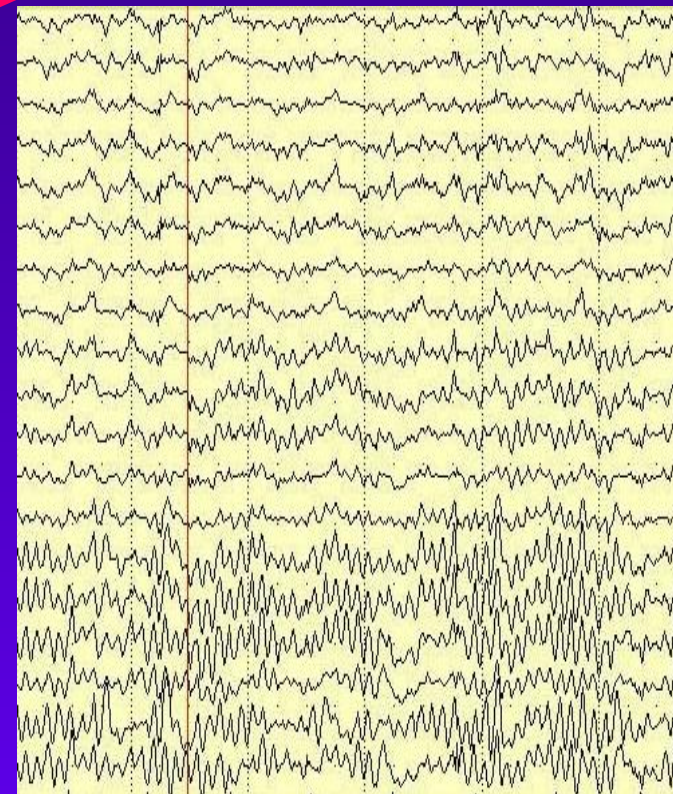
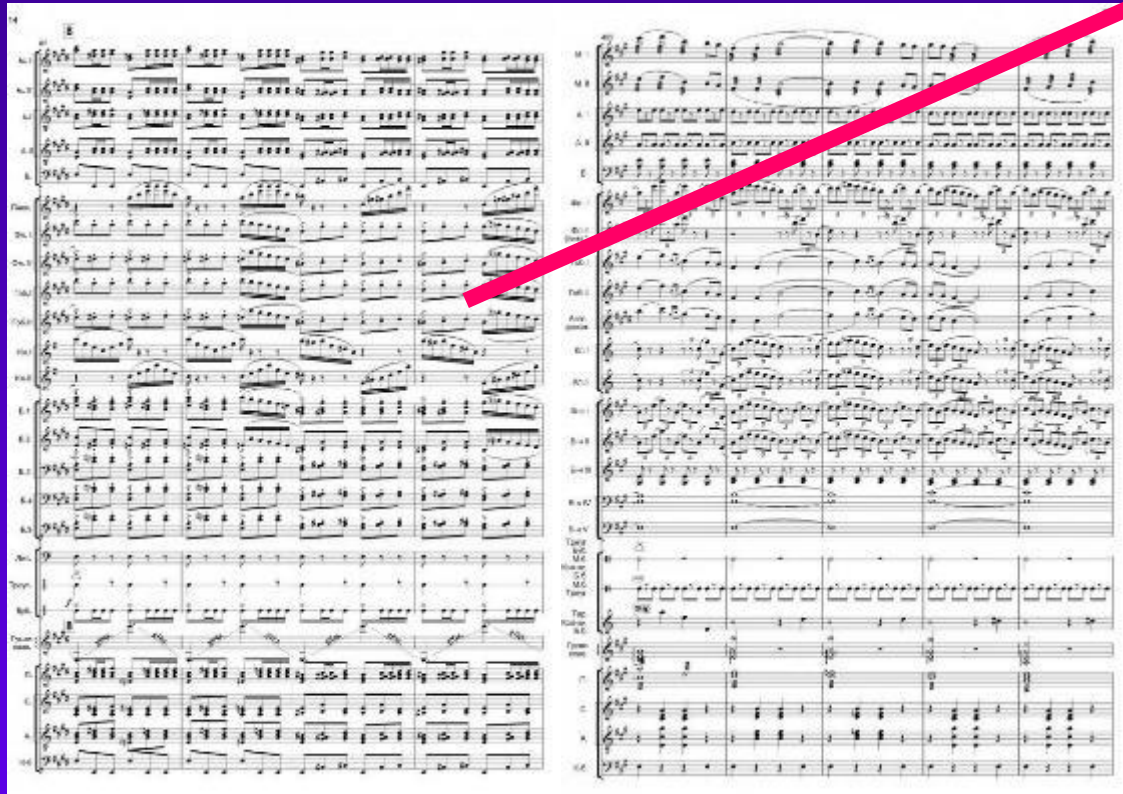
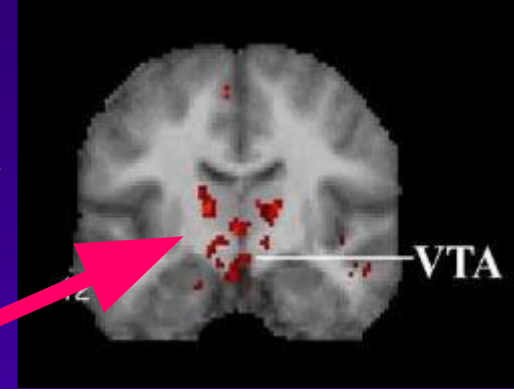
## Музыкотерапия



## Нейробиоуправление



Сенсорные стимулы, организованные определенным образом, способны оказывать модулирующее влияние на глубокие подкорковые структуры



- Однако чтобы это влияние было значительным, организация сенсорных стимулов должна быть очень сложной и, в идеале, индивидуальной.

# Механизм музыкальных воздействий

Анализируя данные о механизмах музыкальных воздействий, исследователи обращают внимание на

- 1.сходство организации нейронных и музыкальных ритмов, отмечается совпадение частот музыкальных ритмов и нижних частот нейрональных осцилляций таламокортикальных цепей, а также**
- 2.подобие иерархической организации нейронной активности и ритмических компонентов музыки.**
- 3.также исследователи подчеркивают анатомическую обусловленность музыкального восприятия. Во-первых, за счет дифференцированной обработки тональной (мелодической) и ритмической информации разными таламическими структурами и кортикальными слоями и, во вторых, интеграции этих музыкальных компонентов в таламокортикальных петлях.**

Особенности частотно-временной структуры музыкальных сигналов, которая подобна частотно-временной структуре импульсных потоков нейронов и анатомическая обусловленность эффективной обработки музыкально-организованных звуков указывают на то, что в **основе механизмов терапевтического влияния музыки лежат процессы синхронизации между афферентными влияниями и эндогенными нейродинамическими процессами.**

Концепция биоакустической коррекции:

Непроизвольная саморегуляция на основе активации процессов нейропластичности



# Биоакустическая коррекция

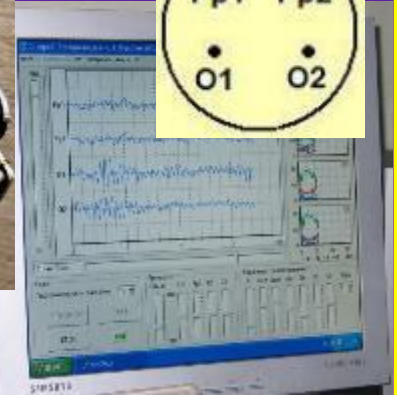
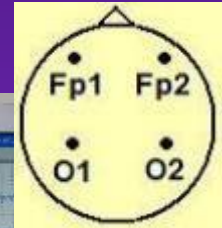
ЭЭГ-зависимая акустическая стимуляция



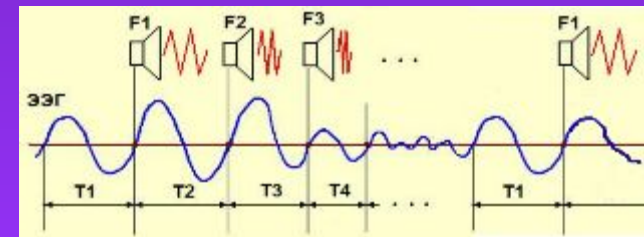
Предъявление звука в реальном времени

Пациент в реальном времени  
слушает работу собственного мозга

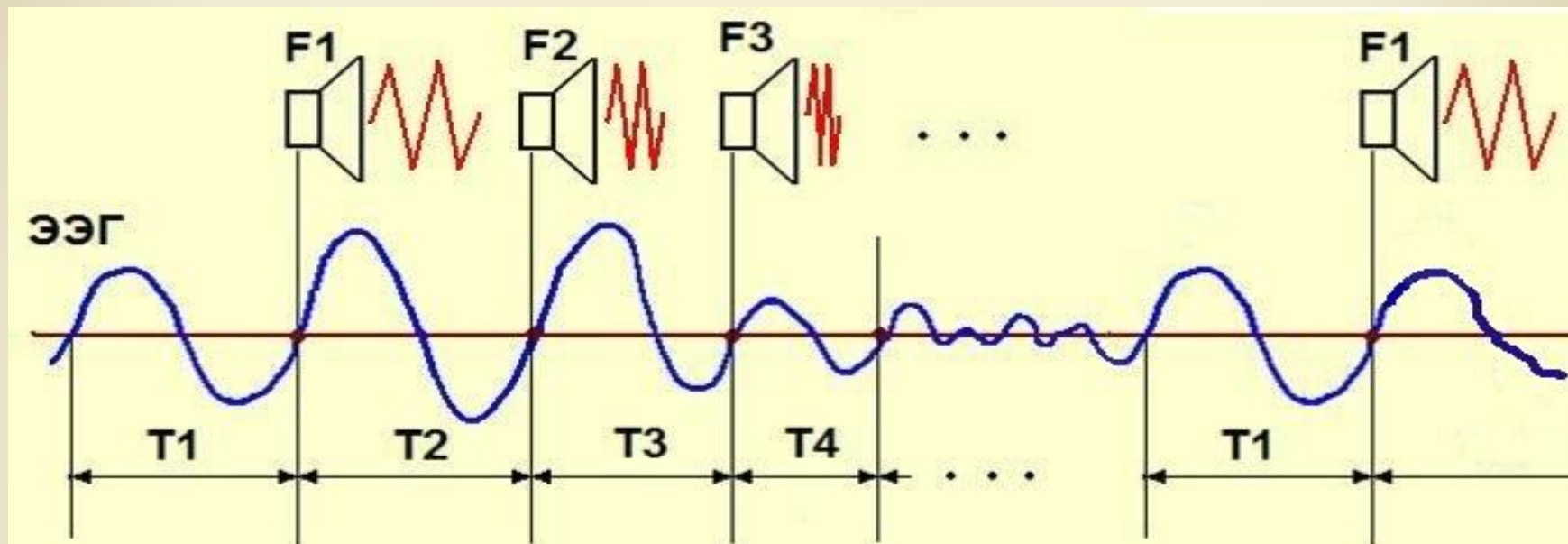
## Регистрация ЭЭГ



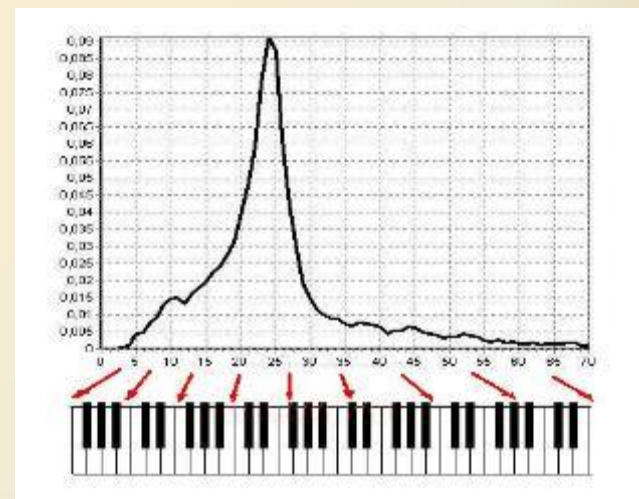
## Преобразование ЭЭГ в звук



# Преобразование ЭЭГ в звук



- Синхронизация ЭЭГ и звука
- Согласованность ЭЭГ и звука







# Коннектом —

совокупность межнейронных соединений

Нейрональная пластичность — основа вариативности *коннектома*



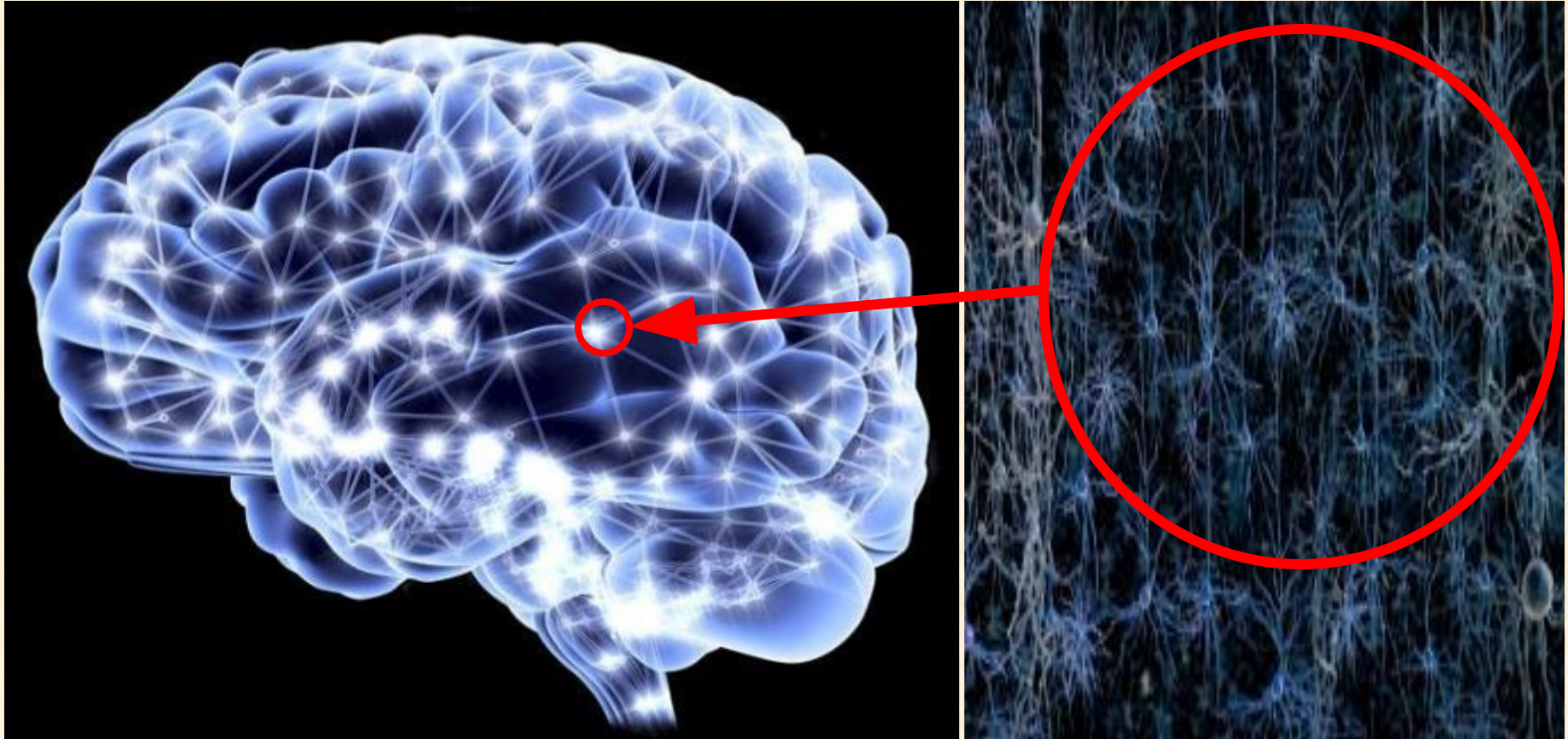
Коннектопатии — нарушения архитектуры межнейронных соединений; нарушение процессов нейропластичности

# Нейропластичность

- Это способность нервной системы в ответ на эндогенные и экзогенные стимулы адаптироваться путем оптимальных структурно-функциональных перестроек.
- Эти перестройки затрагивают все внутриклеточные механизмы нейрона, включая цитоскелет, мембрану и синаптические контакты, структуры синтеза биополимеров, системы экспрессии и хранения генетической информации, системы обеспечения трансмембранных ионных градиентов.
- Наибольшее значение придается процессам модификации синаптических контактов, включая размер, форму, количество, проводимость синапсов и перестройкам системы дендритов, включая их длину, ветвистость, площадь, плотность шипиков.

# *Коннектом* – динамичная структура

Большинство функций нервной системы реализуется за счет реорганизации системы межнейронных связей



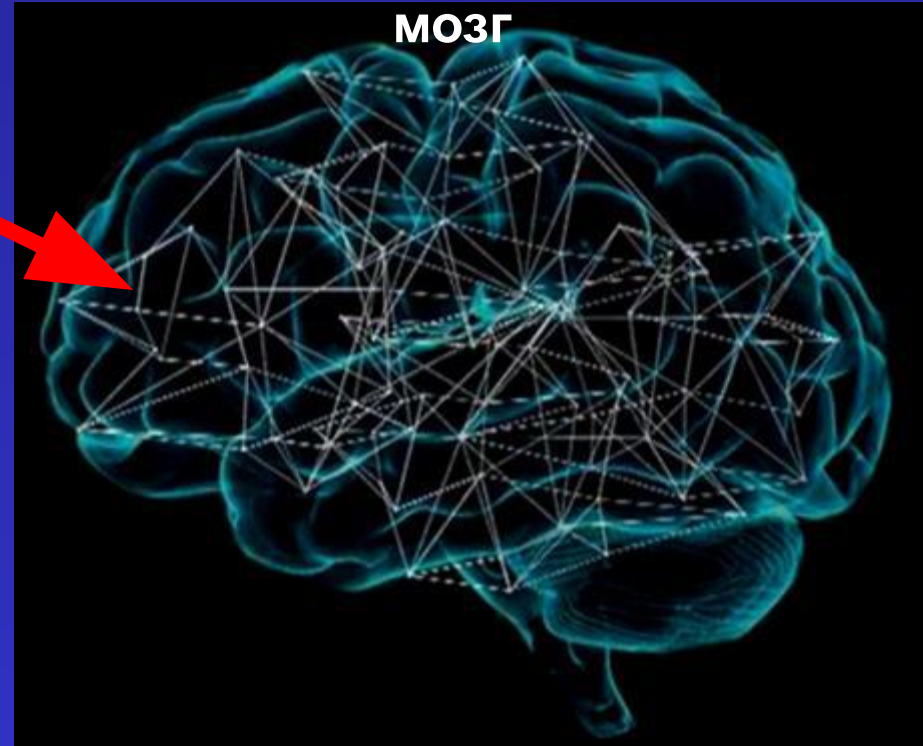
- *Нейрональная пластичность – основа вариативности коннектома*

## Здоровый мозг



Коннектопатии – нарушения архитектуры межнейронных соединений; нарушение процессов нейропластичности

## Больной мозг

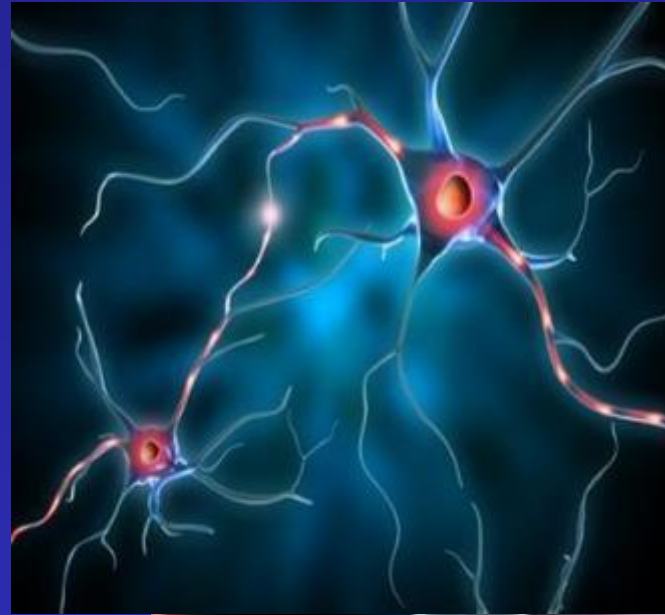
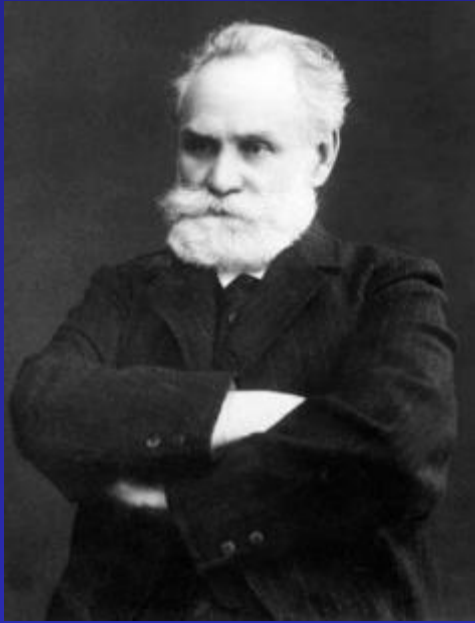


Нарушение процессов связеобразования



- Ряд неврологических и психических заболеваний рассматривают как коннектопатии

# Синаптические контакты. Условный рефлекс И.П. Павлова. Принцип Д. Хебба



## ОБУЧЕНИЕ НЕЙРОННОЙ СЕТИ

Дональд Олдинг Хебб  
(1904-1985)



Правило Хебба (1949):  
между одновременно  
активированными  
нейронами сети пороги  
синаптической связи  
снижаются.

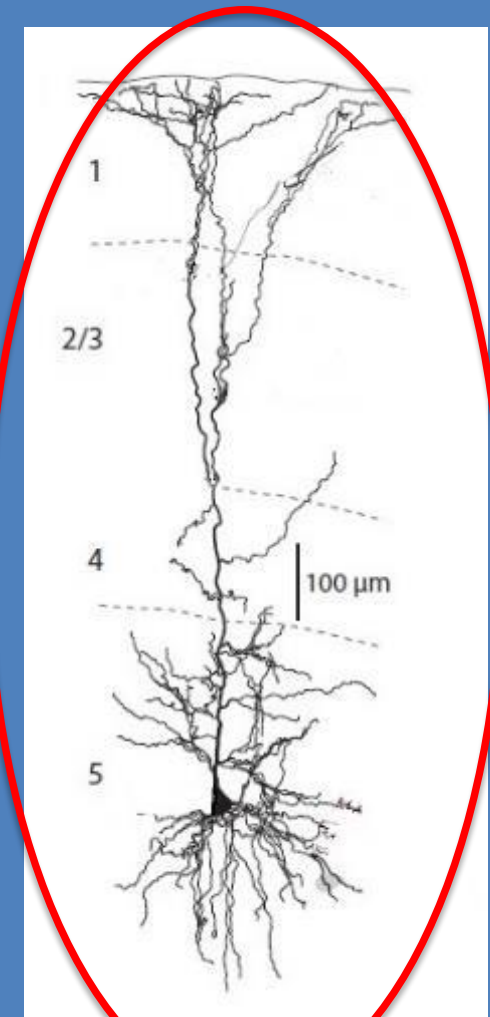
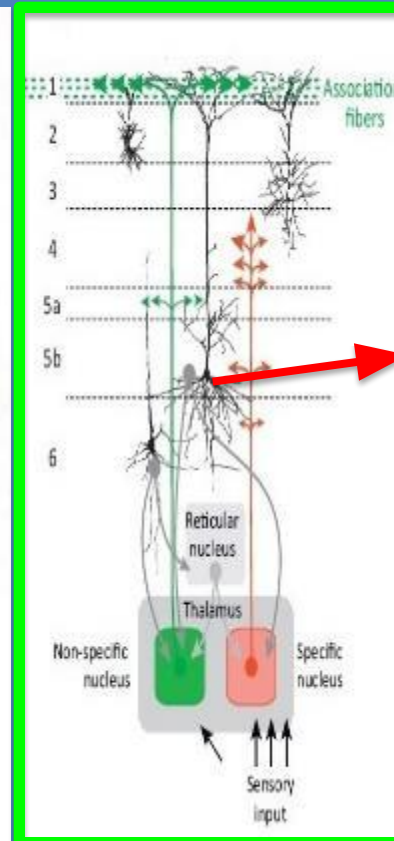
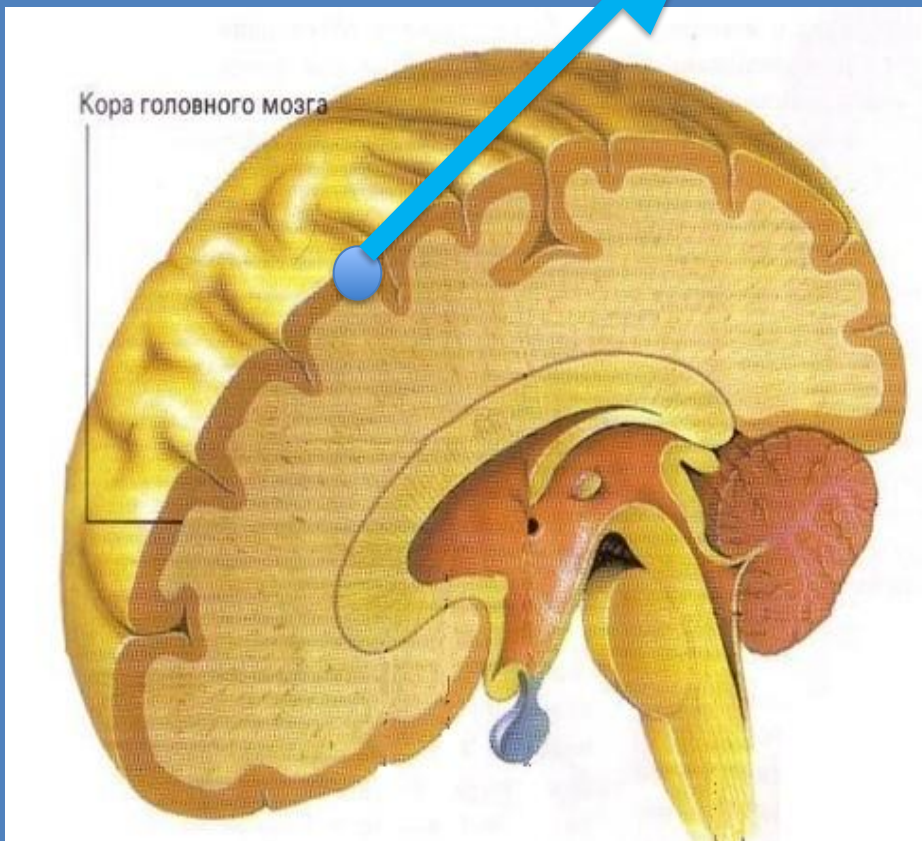
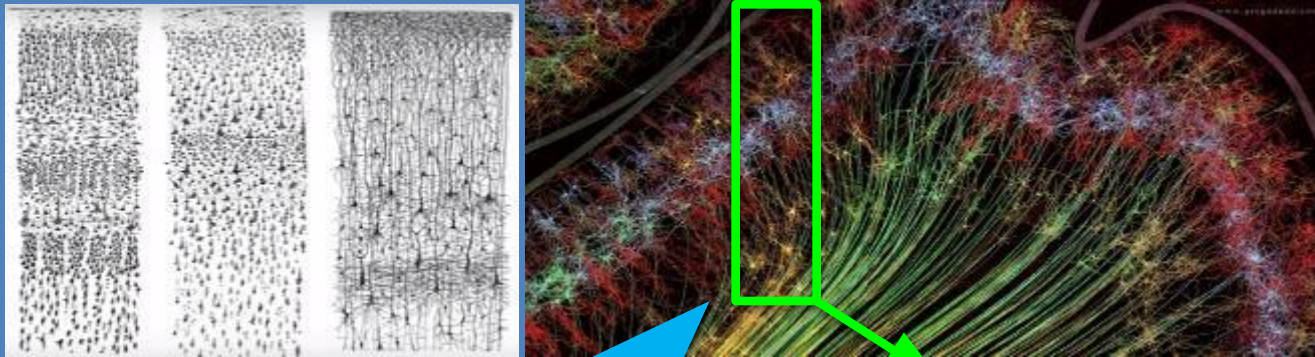


о

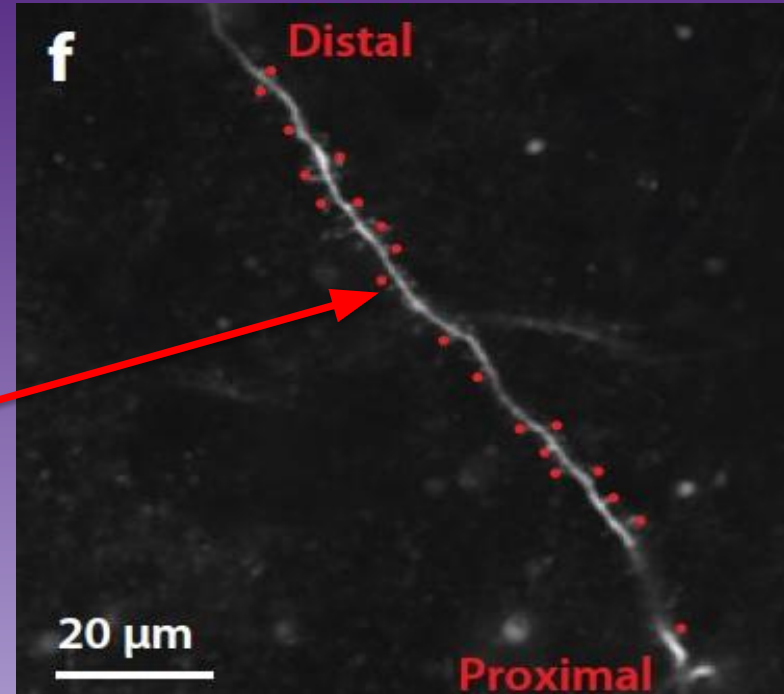
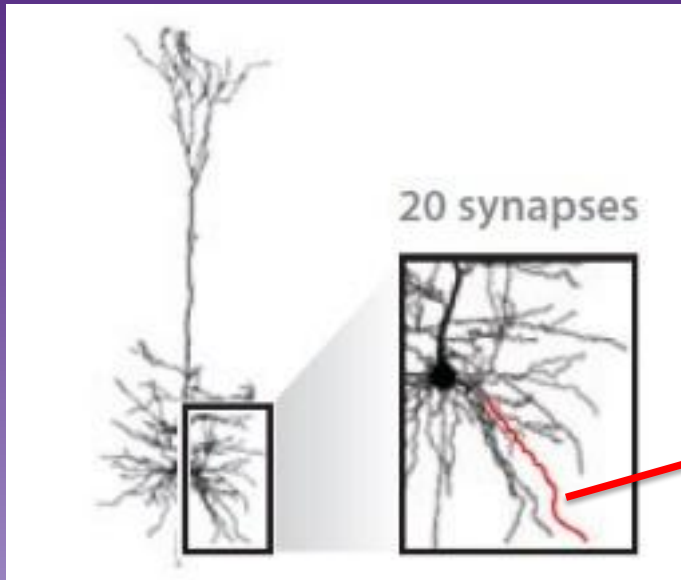
контакта



# Нейропластичность на примере дендритной пластичности корковых нейронов

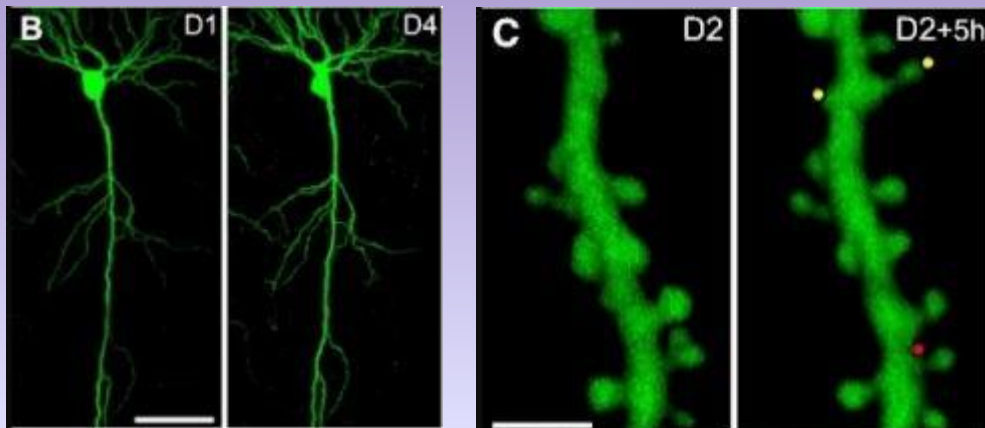


# Дендритная пластичность



Guy Major et al., 2013

De Roo M, Klausner P, Muller D (2008)



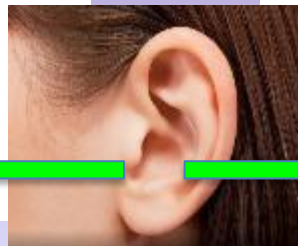
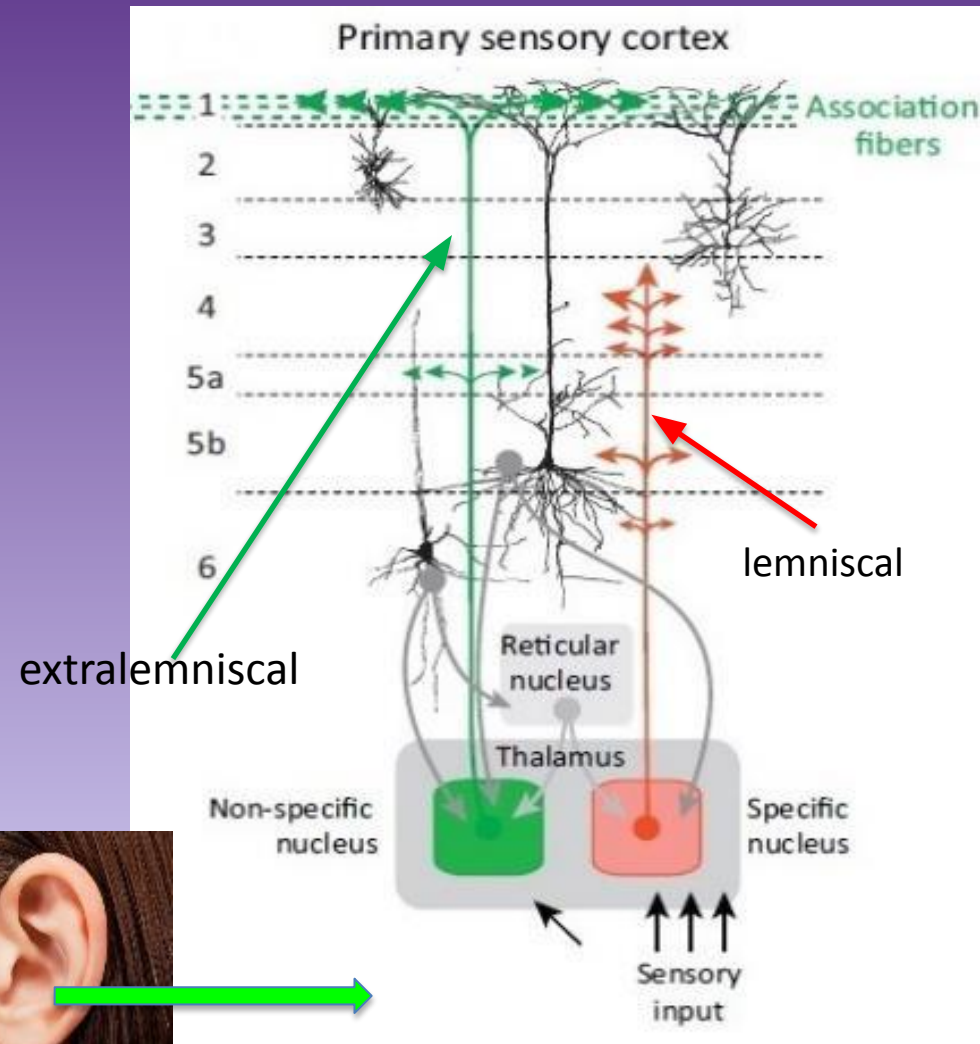
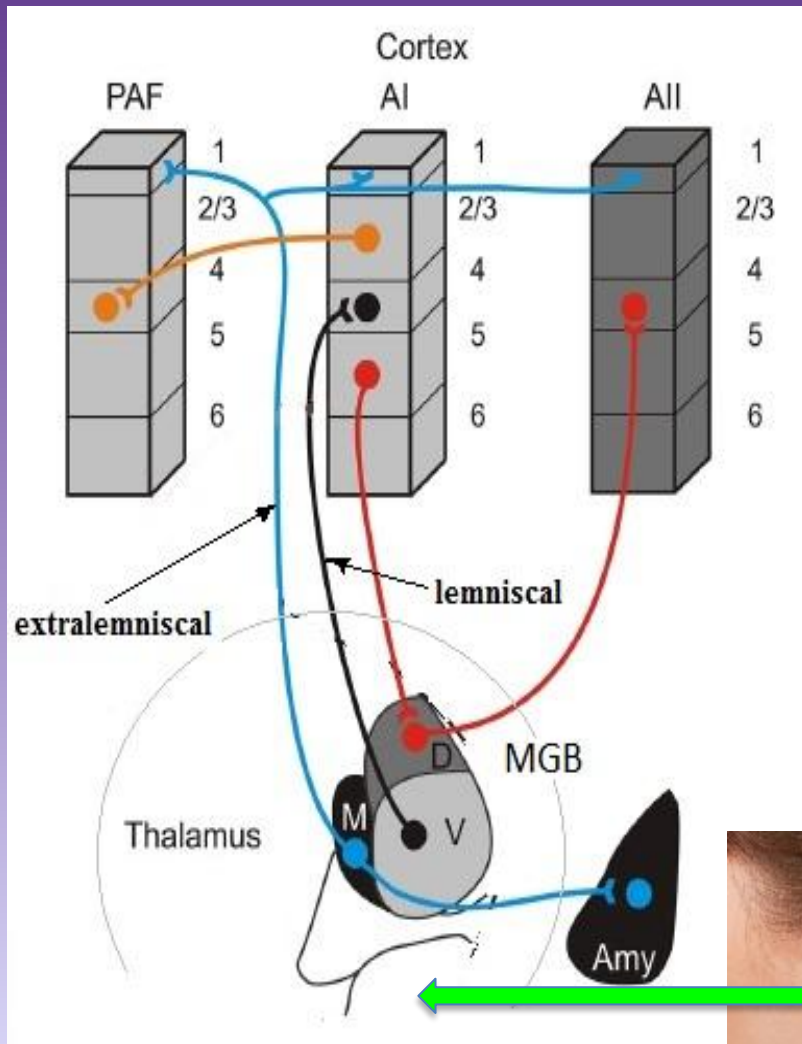
Синаптическая пластичность инициируется увеличением внутриклеточной концентрации кальция. Камра В. М. et al., 2006.

В здоровом мозге процессы нейропластичности запускаются естественным афферентным притоком, существенной особенностью которого является разделение на лемнисковые (специфичные) и экстралемнисковые (неспецифичные) пути. В ряде работ (Federico, 2016, Sherman, 2017) показано, что интеграция лемнисковых и экстралемнисковых проекционных путей, а именно синхронизация соответствующих нейронных структур, способствует **активации мембранных NMDA-комплексов**, и соответственно, процессов **нейропластичности**.



# Роль сенсорного притока в активации нейропластичности

Синхронизация активности лемнисковой и экстралемнисковой систем – фактор нейропластичности



# Мембранный потенциал. Возбудимые мембраны

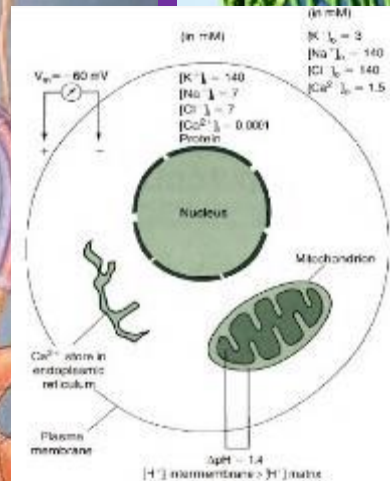
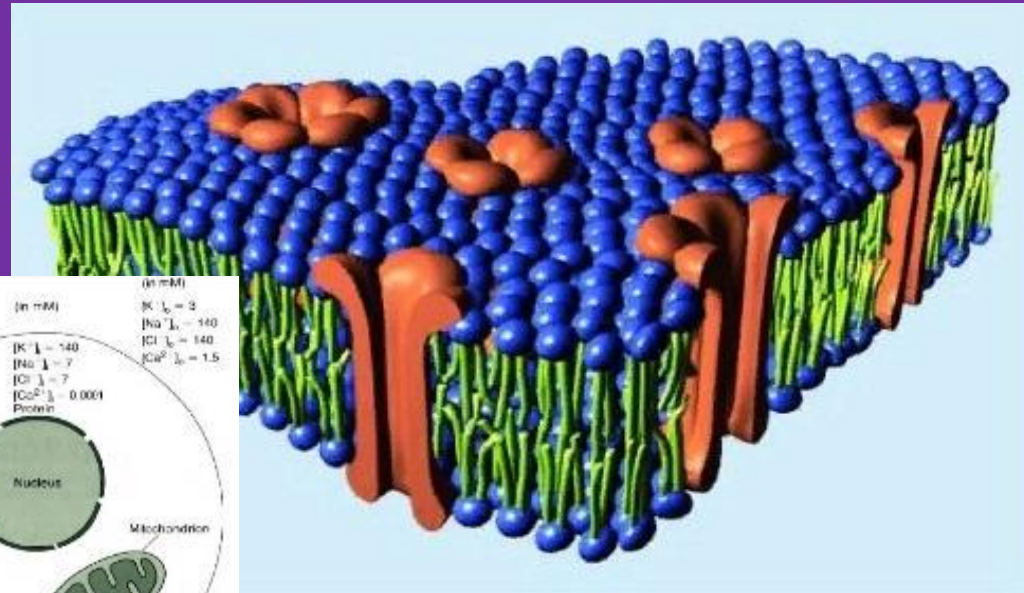
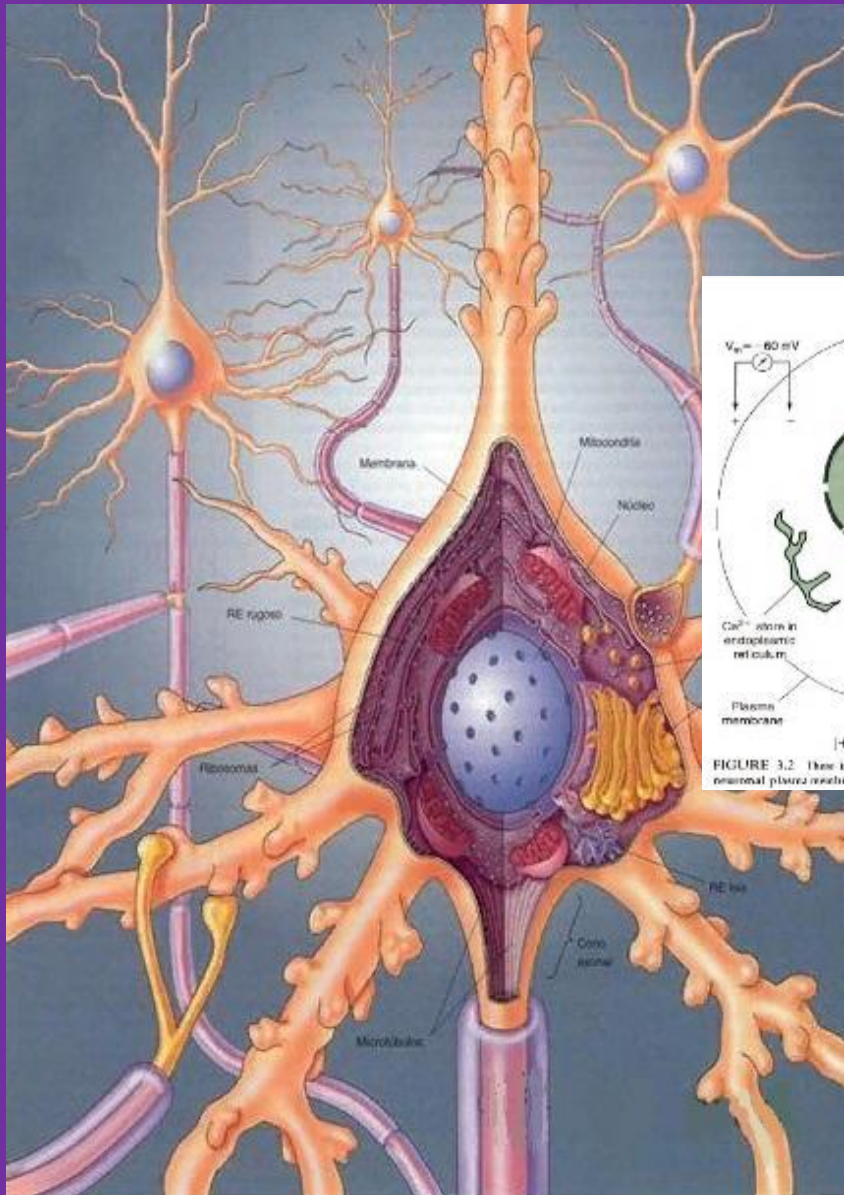
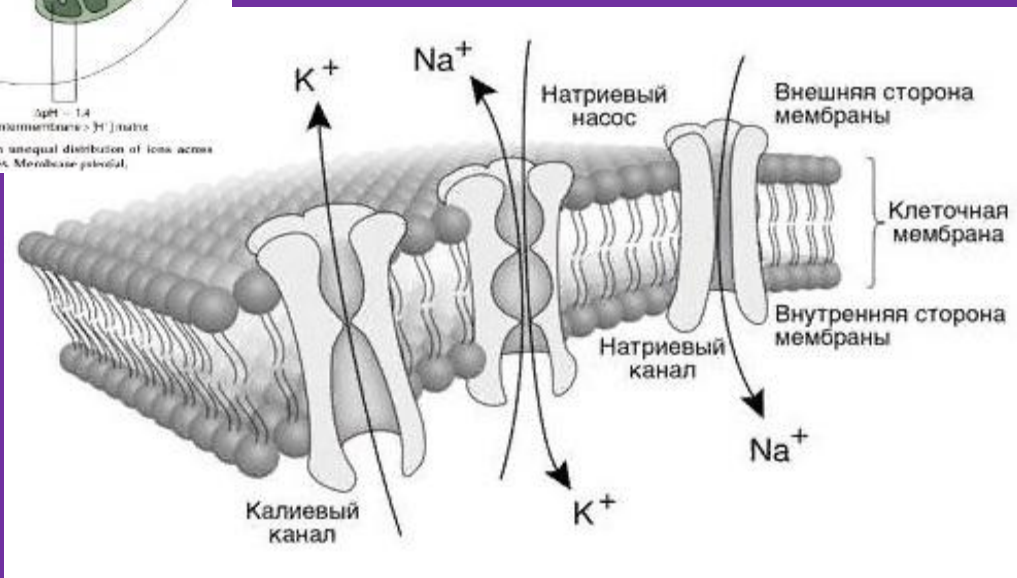
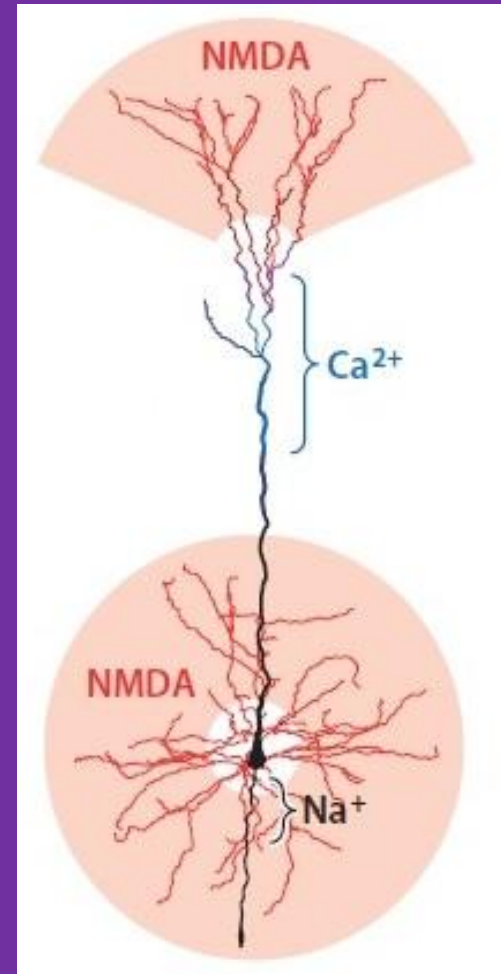
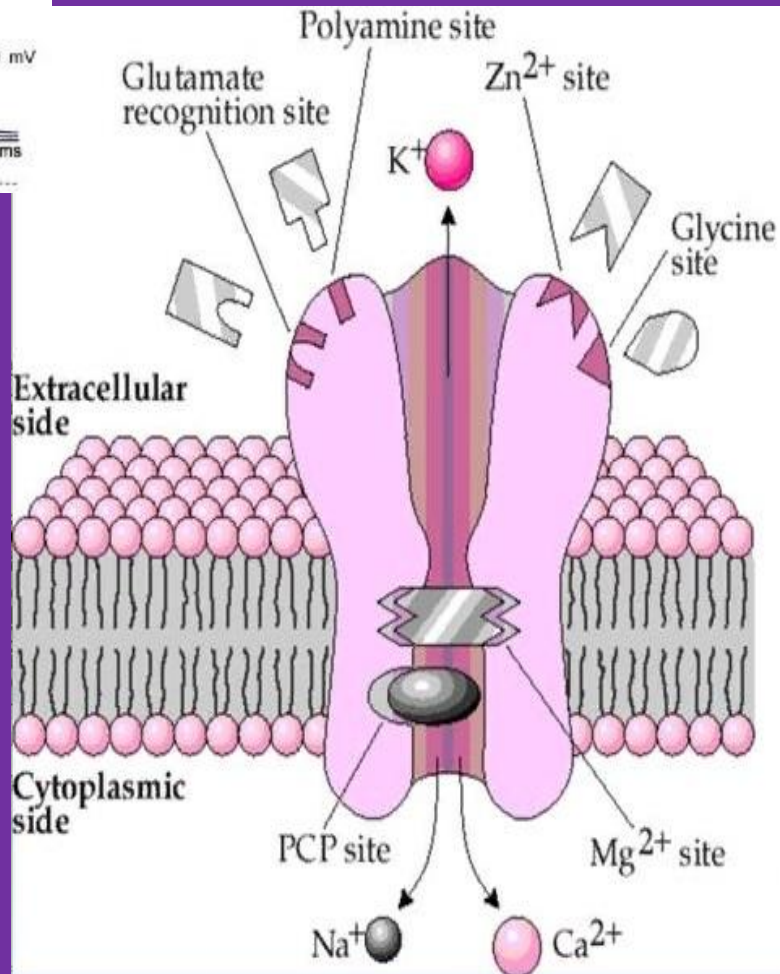
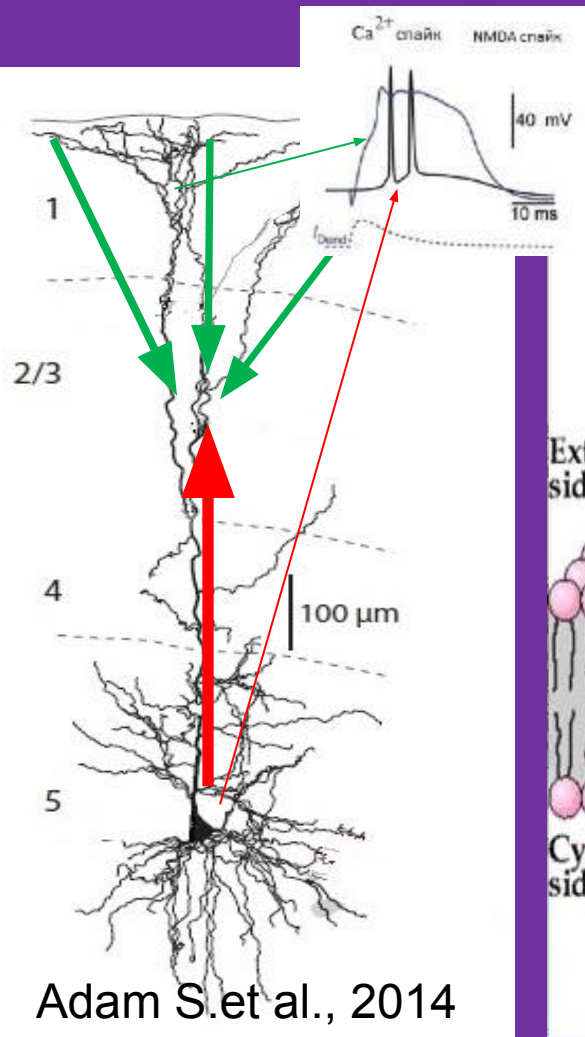


FIGURE 3.2 There is an unequal distribution of ions across neuronal plasma membranes. Merzbach, *et al.*



# Детектор совпадений на основе NMDA-рецепторов

## Зависимая от времени NMDA-пластичность



Совпадение во времени связывания медиатора с поляризацией мембраны приводит к активации NMDA-канала

## **NMDA рецептор является субстратом для работы нейропластичности**

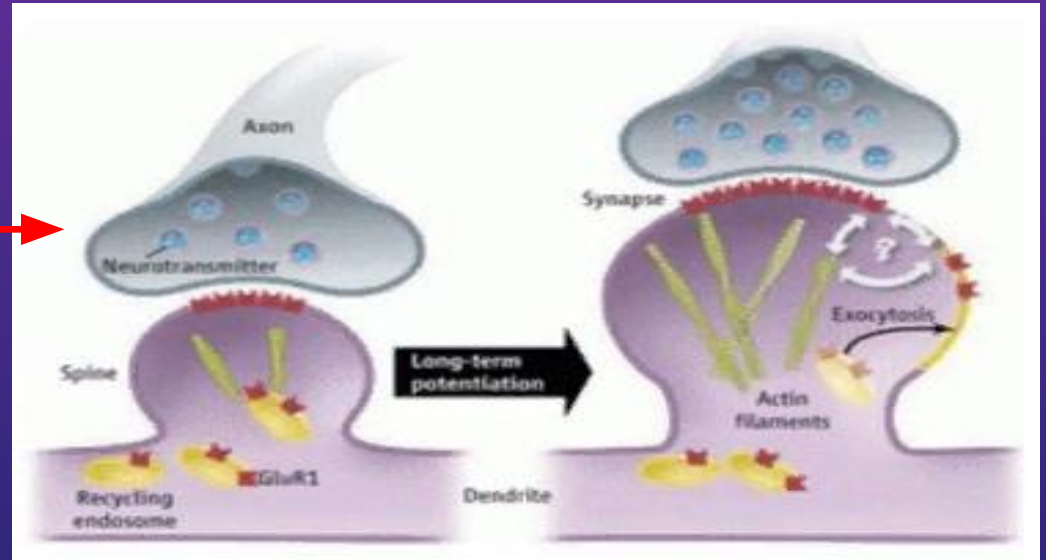
Приход медиатора (глутамата) на NMDA рецептор и достаточный мембранный потенциал на постсинаптической мембране являются двумя процессами, которые при совпадении во времени вызывают открытие канала между двумя субъединицами NMDA комплексов.

Вследствие чего  $Ca^{2+}$  устремляется в клетку и запускает процессы экспрессии генов.

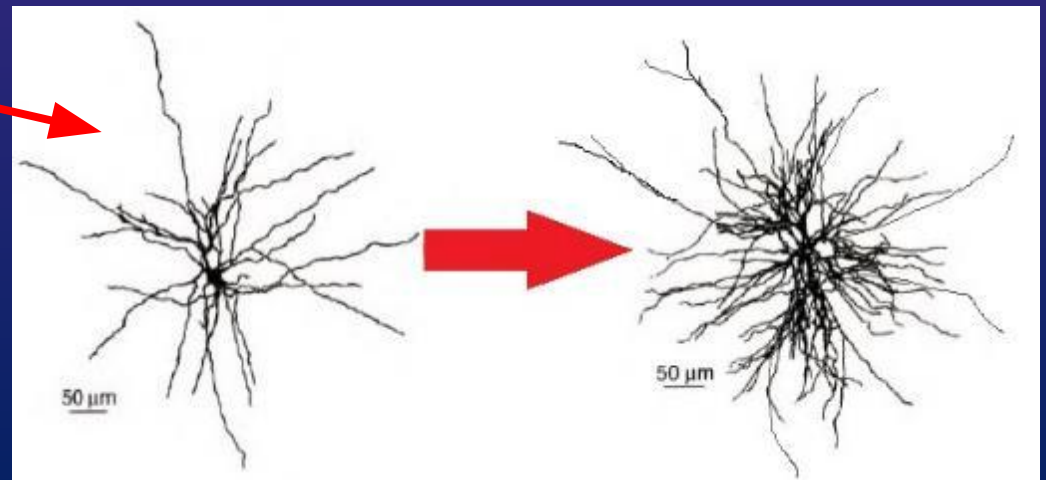
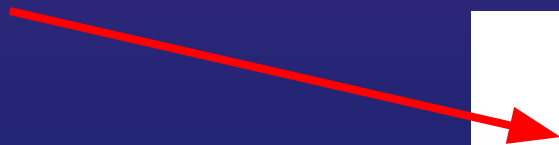
Образовавшийся в результате белок идет на образование новых нейронных связей.

# Результат активации нейропластичности

Синаптическая  
пластичность



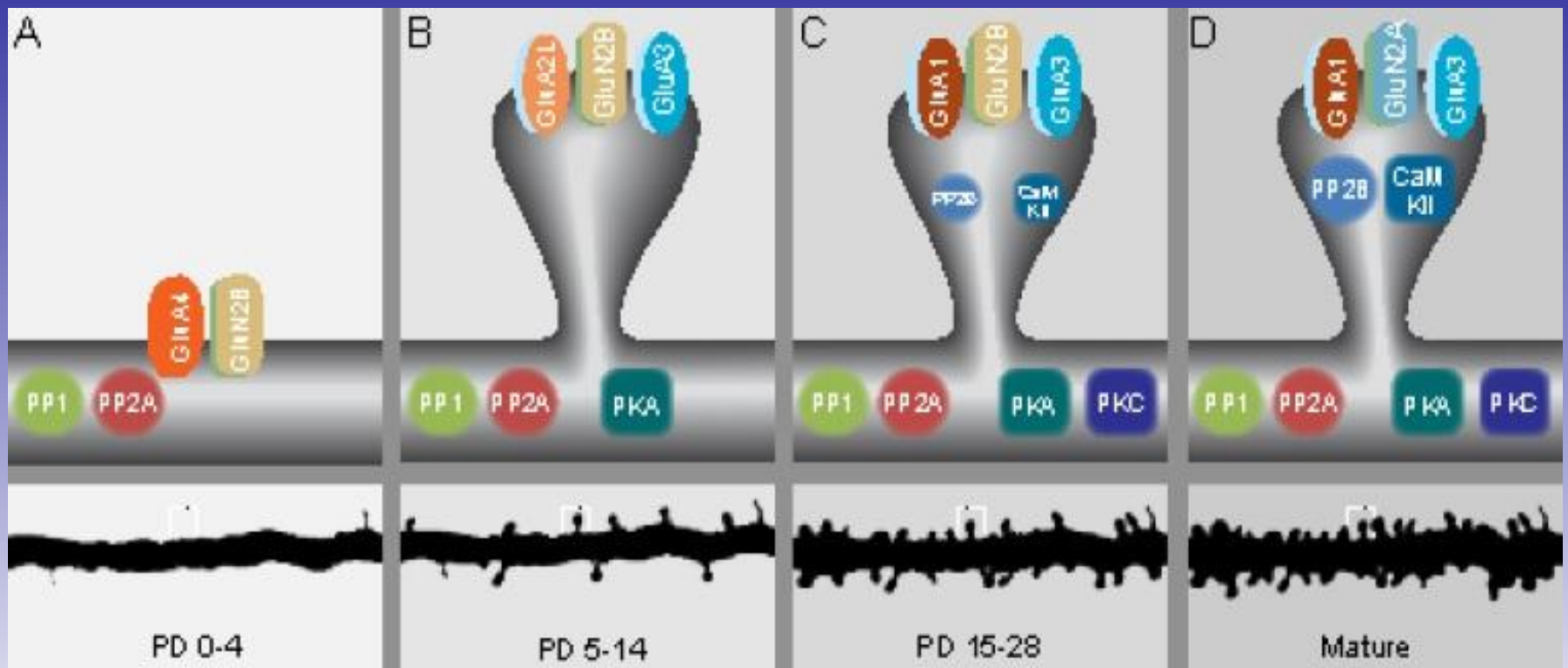
Ремоделинг



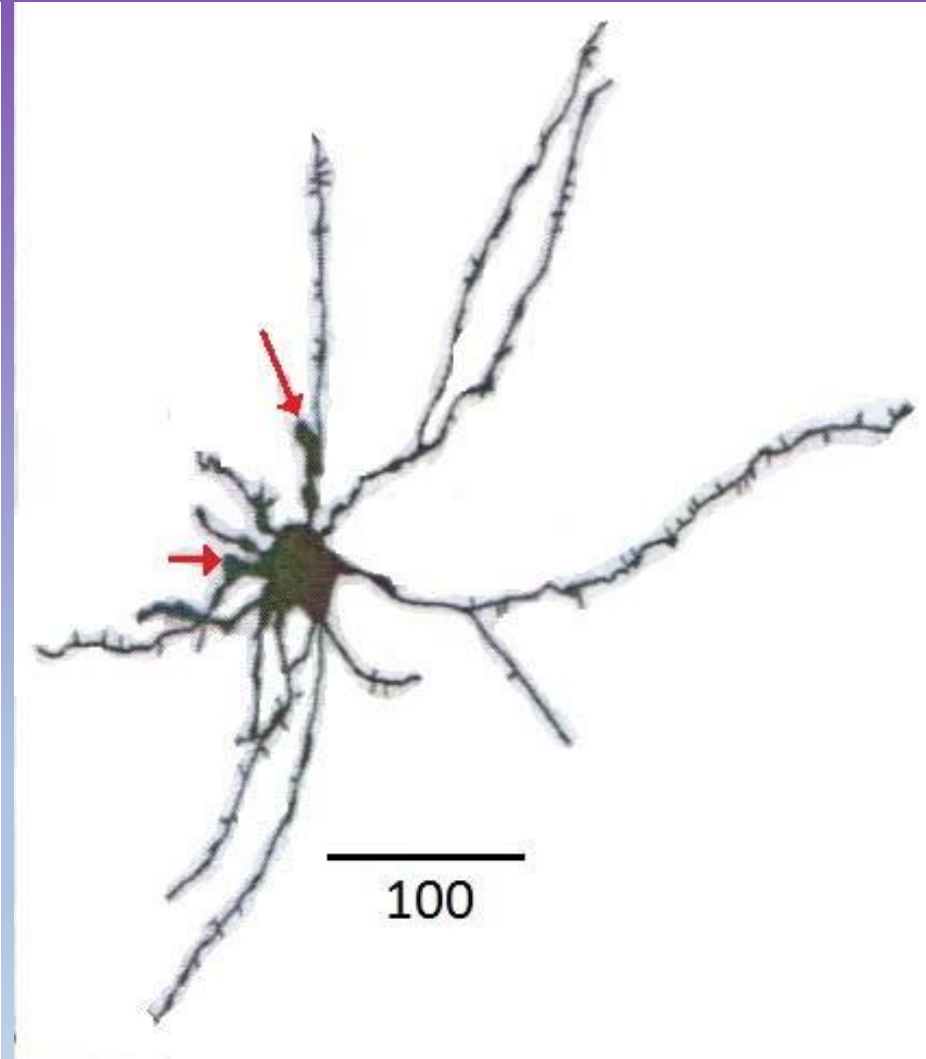
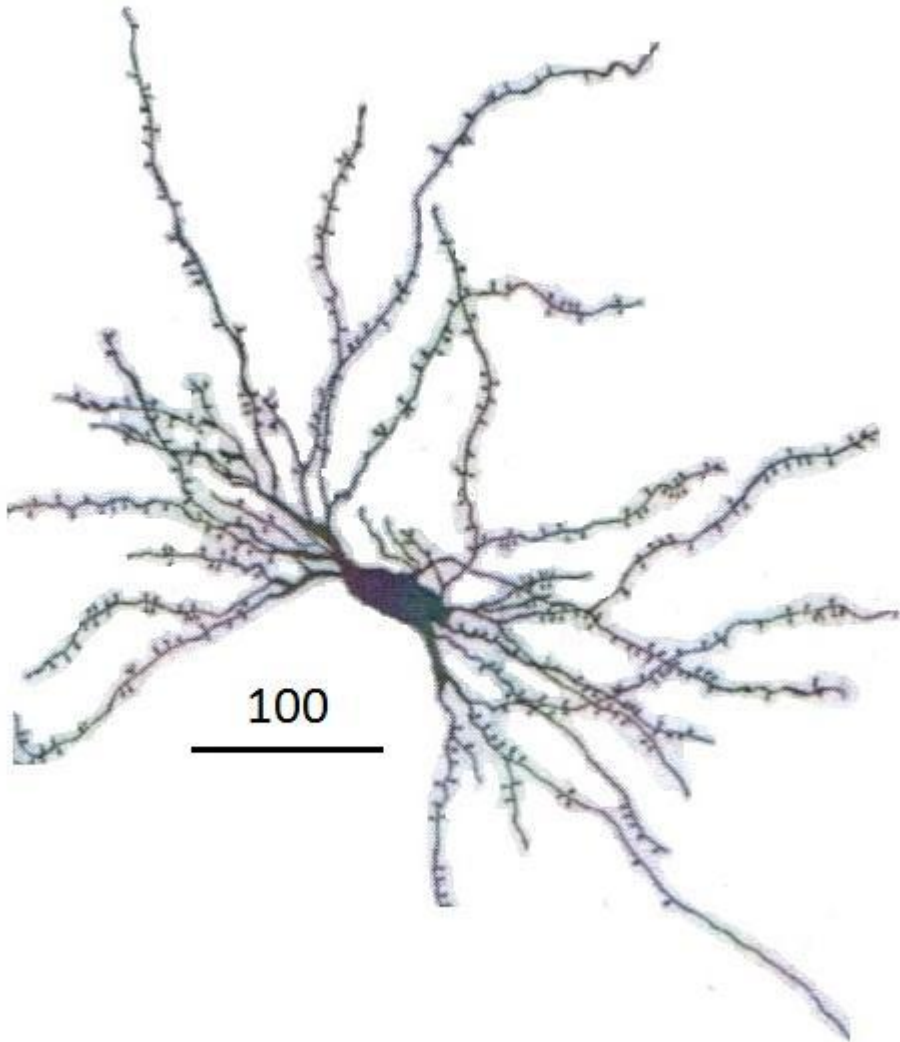
Нейрогенез

# Нейропластичность в раннем онтогенезе

The Developmental Stages of Synaptic Plasticity Christian Lohmann & Helmut W. Kessels, 2012



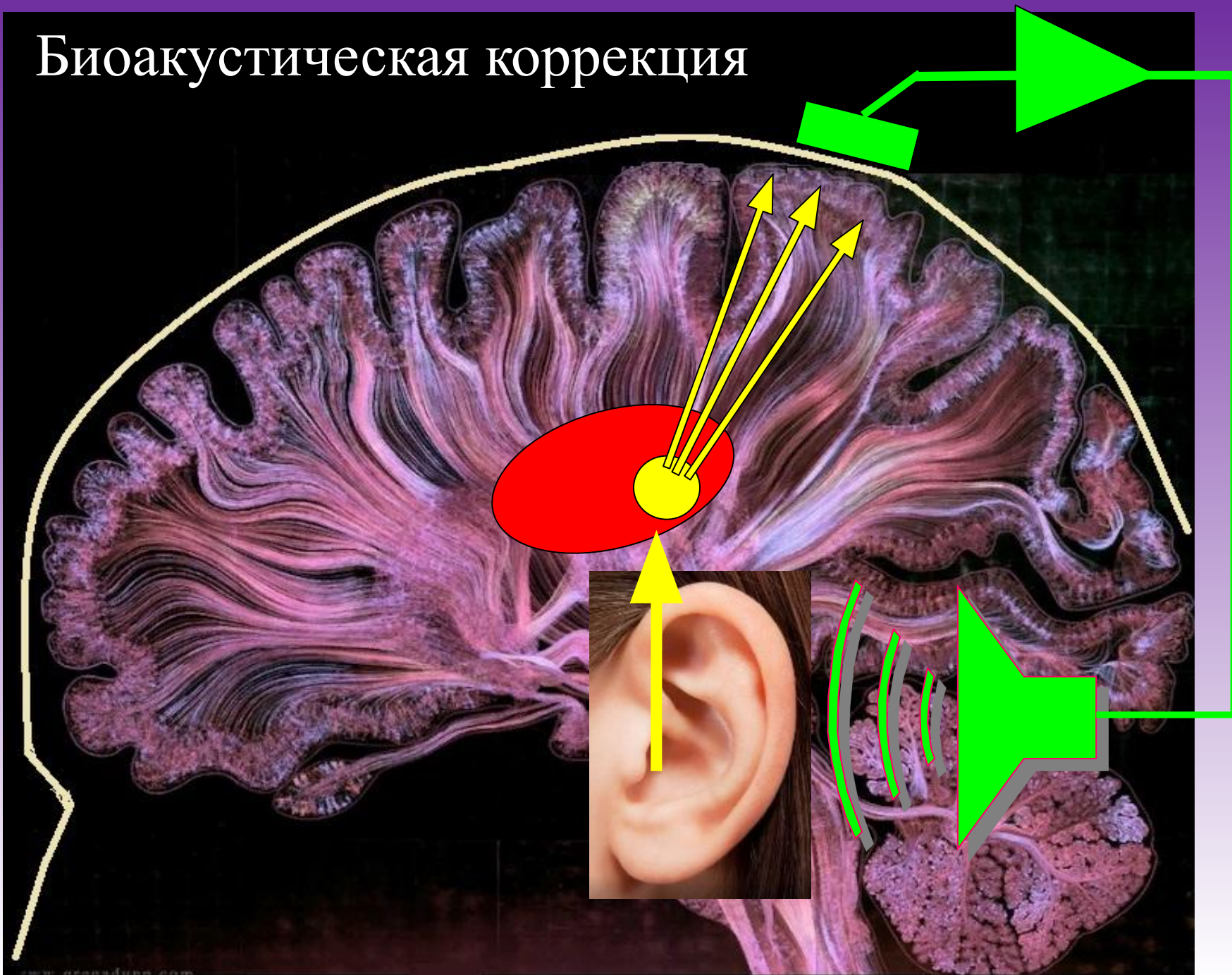
# Коннектопатии. Возрастные изменения дендритов нейронов (Бережная Л.А. с сотр., 2016)



В условиях редукции процессов нейропластичности, вследствие генетической обусловленности, а также органических или функциональных поражений, представляется целесообразным организация такого афферентного притока, который априори будет синхронизирован с эндогенной нейродинамикой, выраженной в частности в БЭА

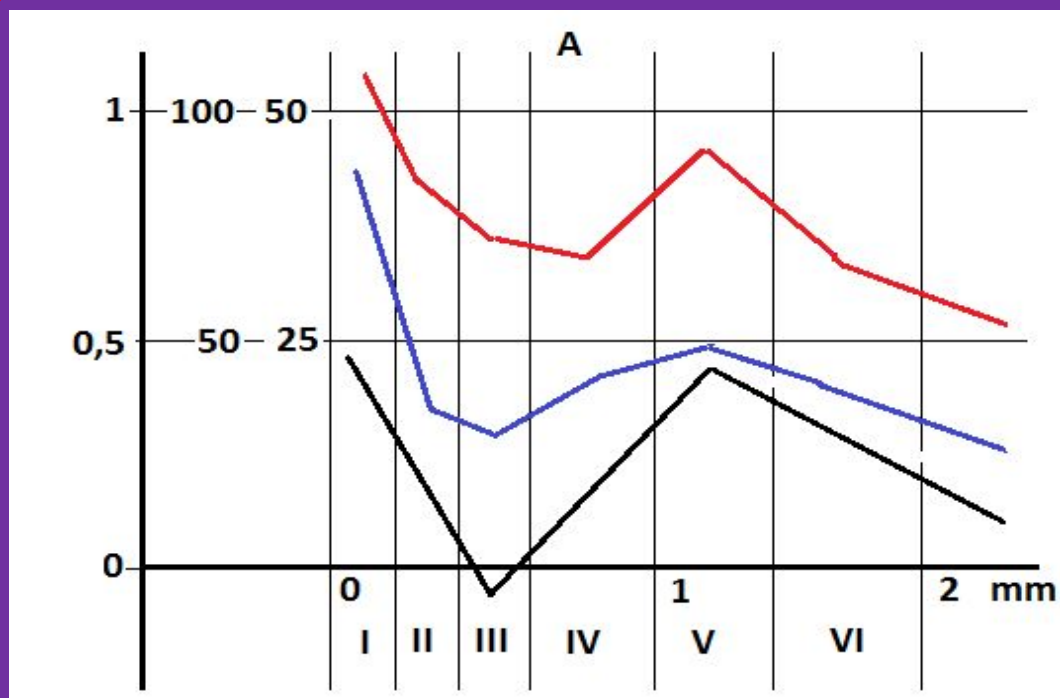
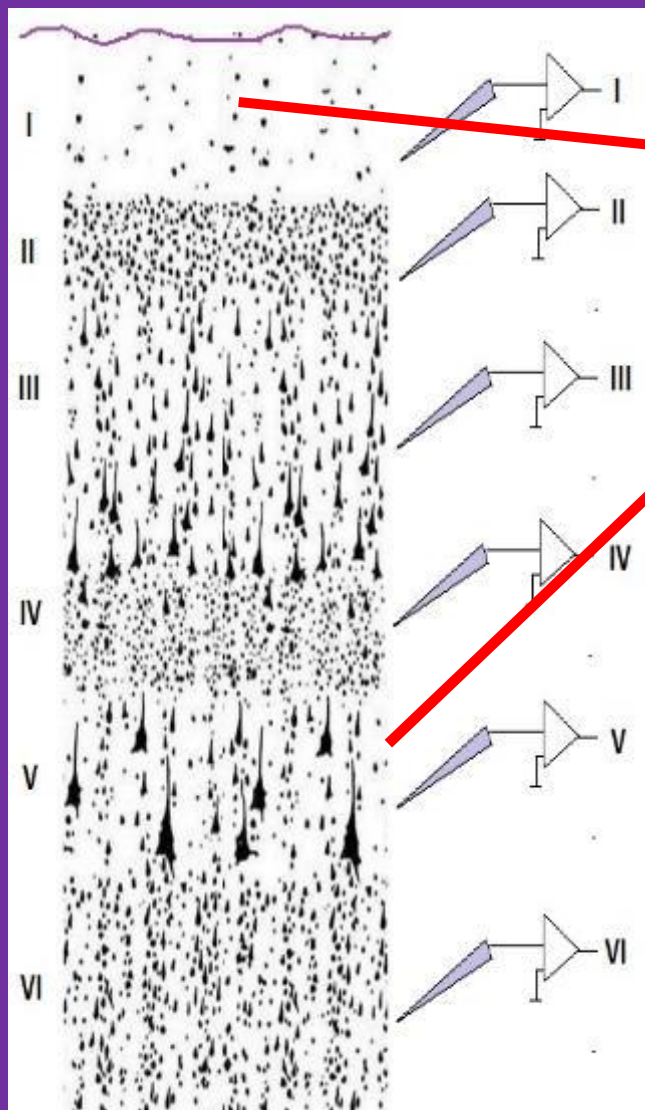


# Биоакустическая коррекция



# Биоэлектрическая активность слоев коры мозга

В ЭЭГ отражается в основном активность I и V слоев коры

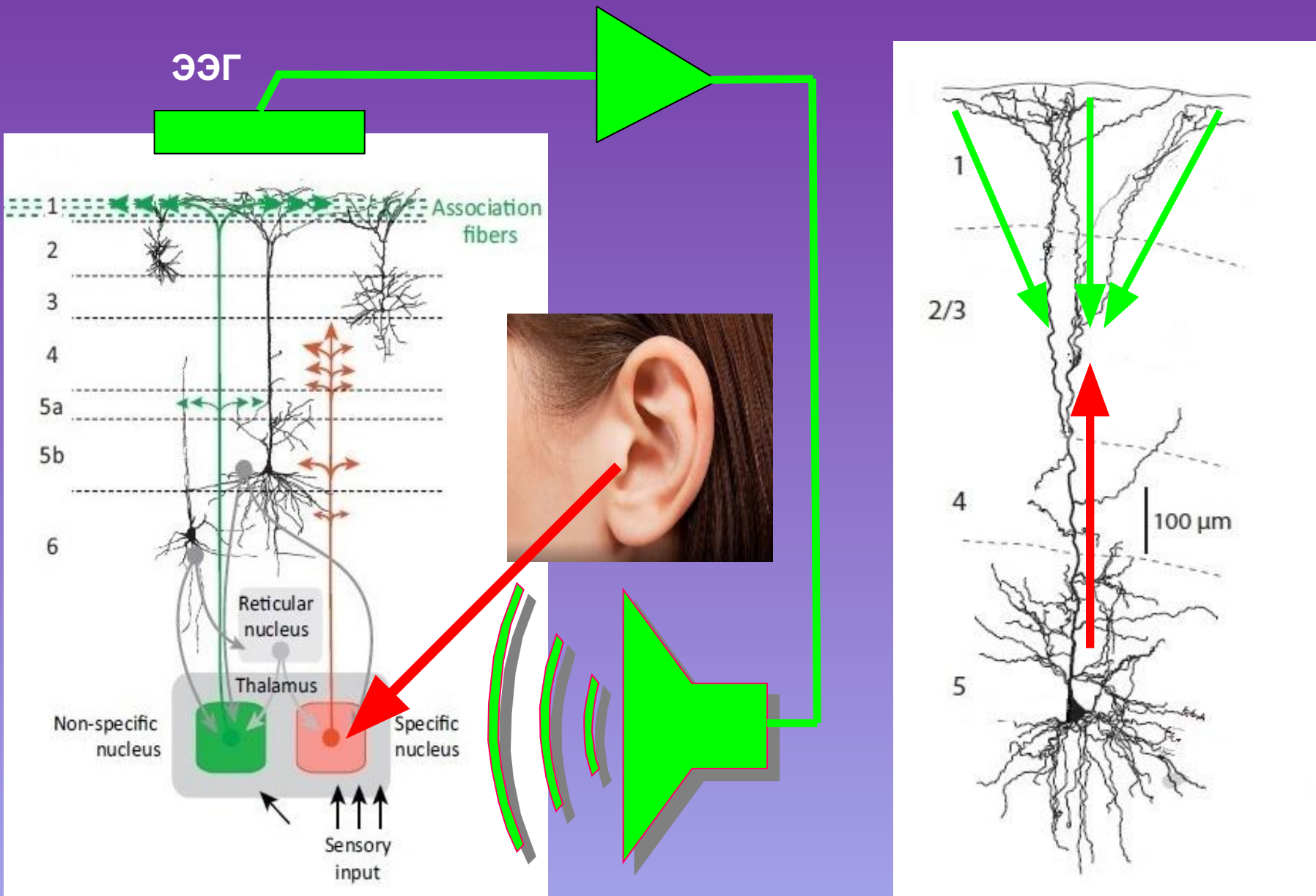


Активность дендритных сплетений  
(экстралемнисковый неспецифический  
путь) , совпадающая с активностью из  
средних слоев (лемнисковый  
специфический путь)

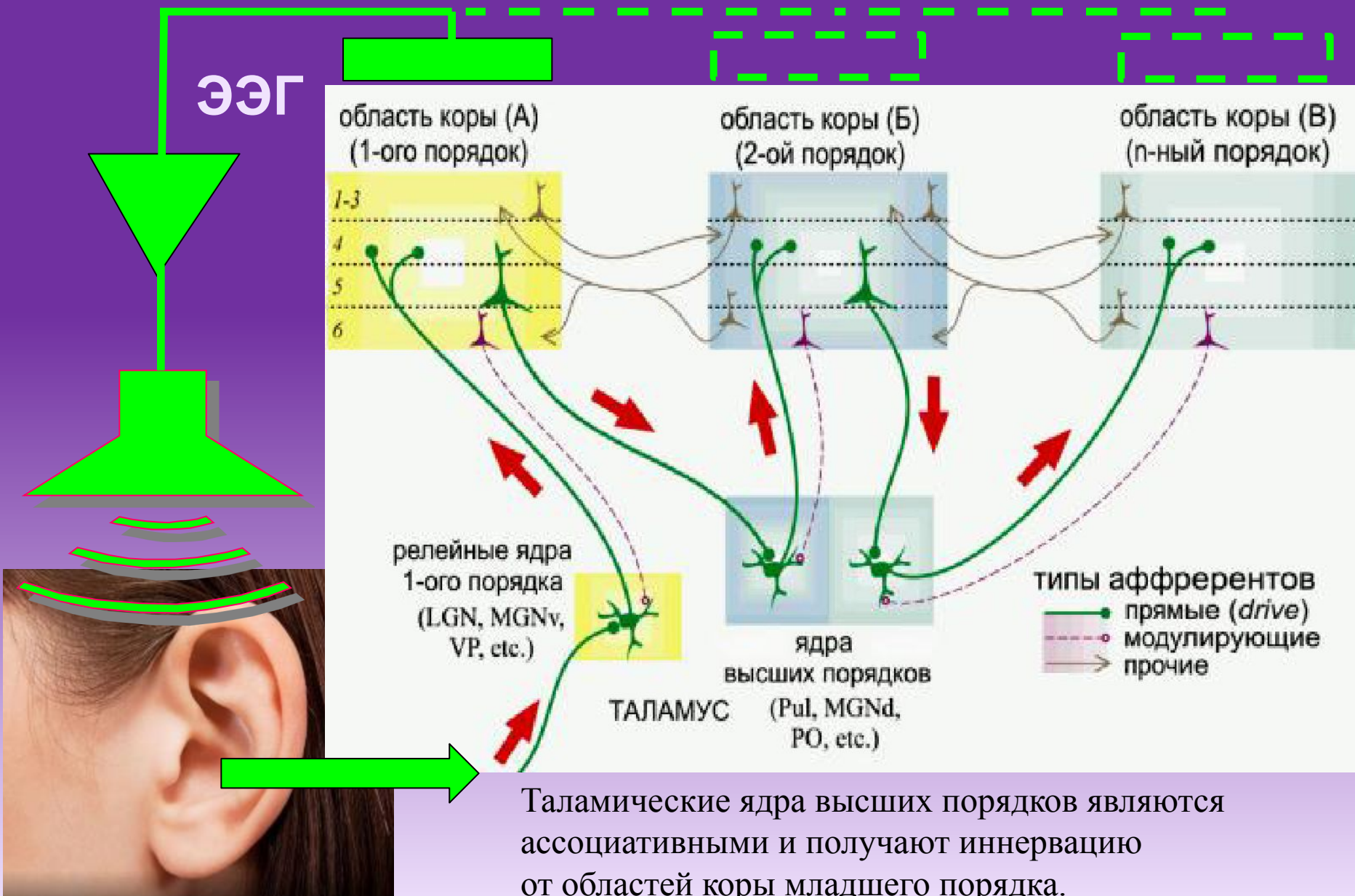
приводит к активации NMDA-комплексов ,  
и соответственно,

процессов нейропластичности

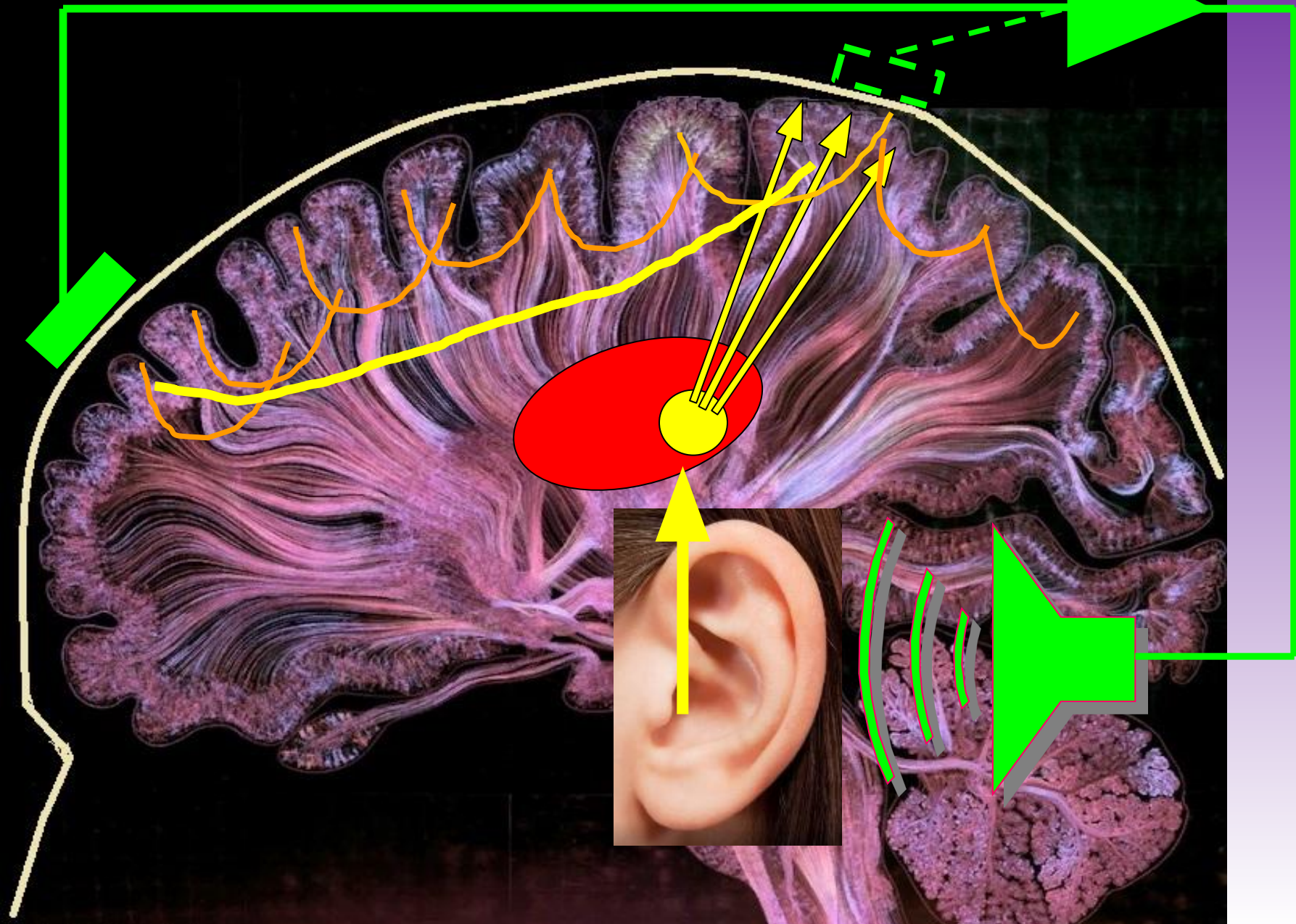
# Синхронизация дендритной активности с афферентным потоком способствует активации процессов дендритной пластичности



# Иерархическая организация таламо-кортикальной системы.



# Зависимость эффектов БАК от локализации ЭЭГ отведений



# БАК

Активация процессов нейропластичности  
в условиях скоррелированности  
сенсорного притока с эндогенной  
активностью БЭА способствует  
включению морфофункциональных  
компенсаторных механизмов и  
эффективному восстановлению функций  
ЦНС