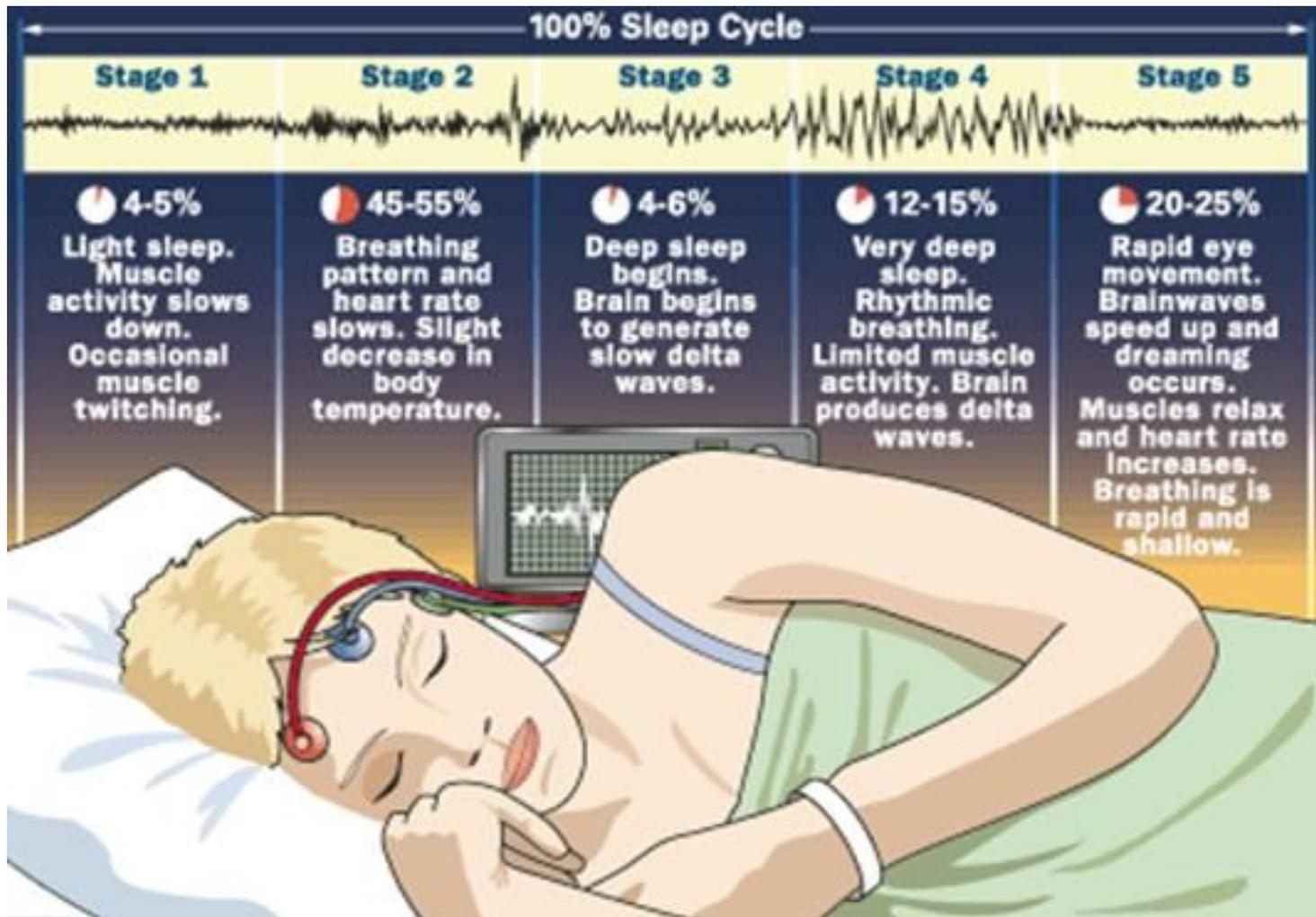
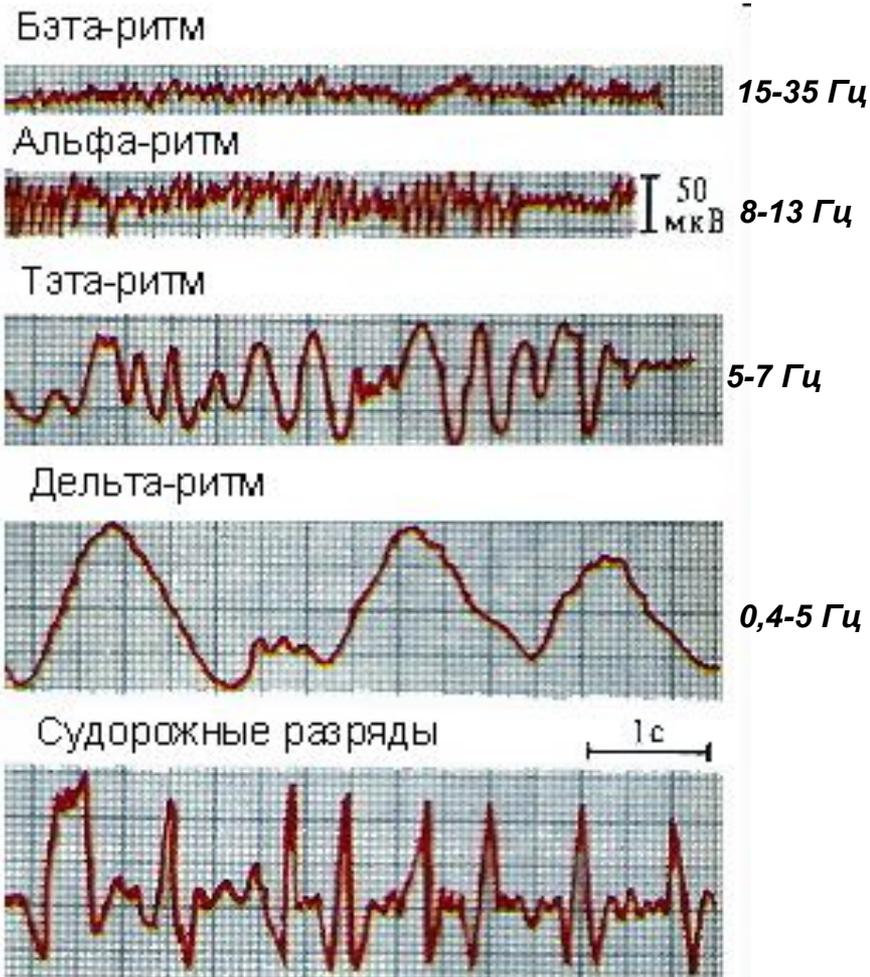
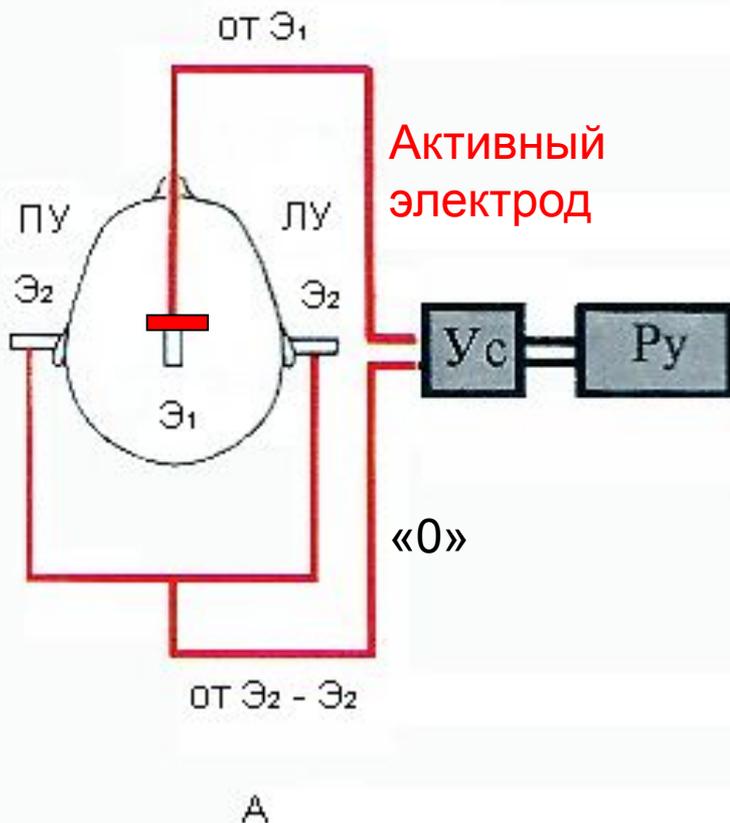


# СОН – «СКРЫТАЯ» ЖИЗНЬ

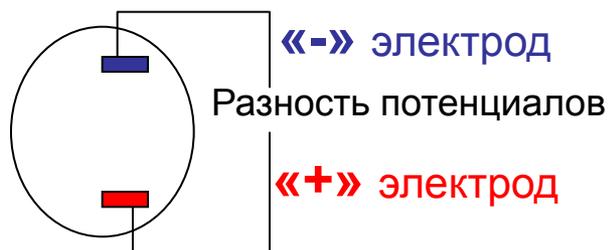


# ЭЛЕКТРОЭНЦЕФАЛОГРАММА

Униполярное отведение:

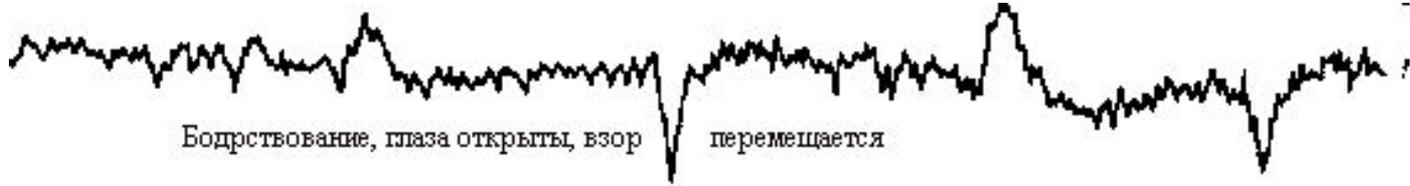


Биполярное отведение:

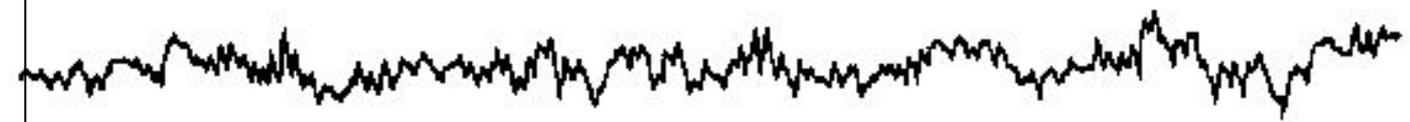
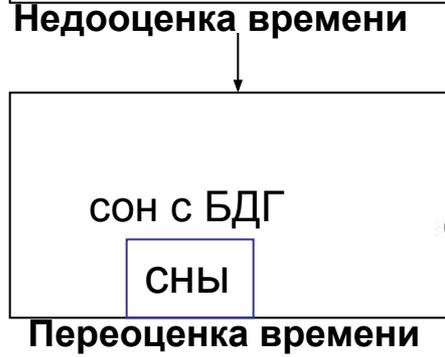
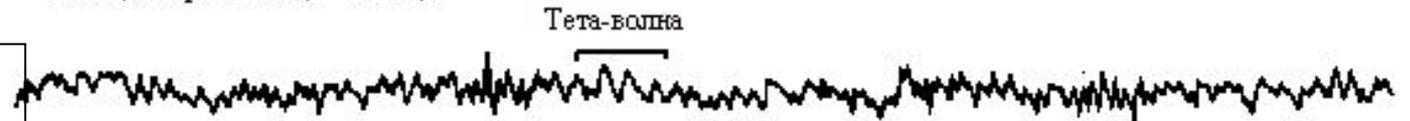
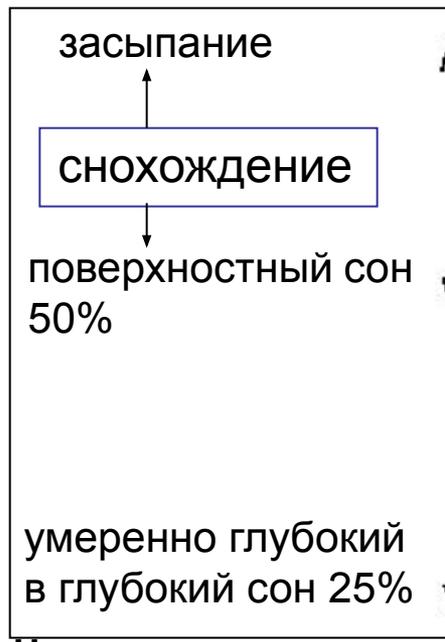
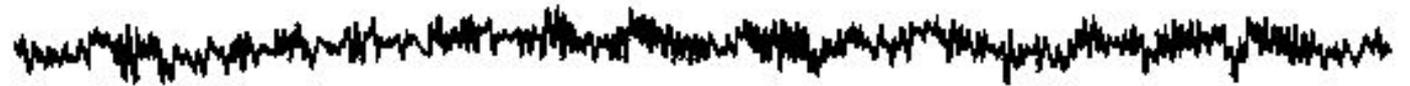


(ВПСП + ТПСР)<sub>кора</sub> ~ ЭЭГ

«ритм возбуждения»



«ритм покоя»



# Цикл медленный – быстрый сон

-3-5 циклов за ночь

-цикл около 2 часов

- медленный сон 1ч 30 мин
- сначала преобладает глубокий сон
- полностью исключить нельзя
- голос

↓  
Лишение МС

↓  
Сон «заплатками»

- продолжительность сна с БДГ 20 мин
- к утру длительность сна с БДГ увеличивается
- с возрастом доля БДГ снижается
- у ребенка очень длительный
- запахи

↓  
Лишение сна с БДГ

↓  
день-два

- повышение эмоциональности
- снятие депрессии

↓  
неделя

- нарушение сознания,
- неустойчивое настроение,
- психозы
- нейроэндокринные нарушения

↓  
2-3 недели

- гиперфагия, потеря веса,
- ↑ ЧСС, снижение температуры

↓  
месяц

↓  
-гибель

## Бодрствование:

Подкорковые активирующие структуры:

**-Задний гипоталамус (гипокретин/орексин)**

-Ретикулярная формация (ацетилхолин, глутамат)

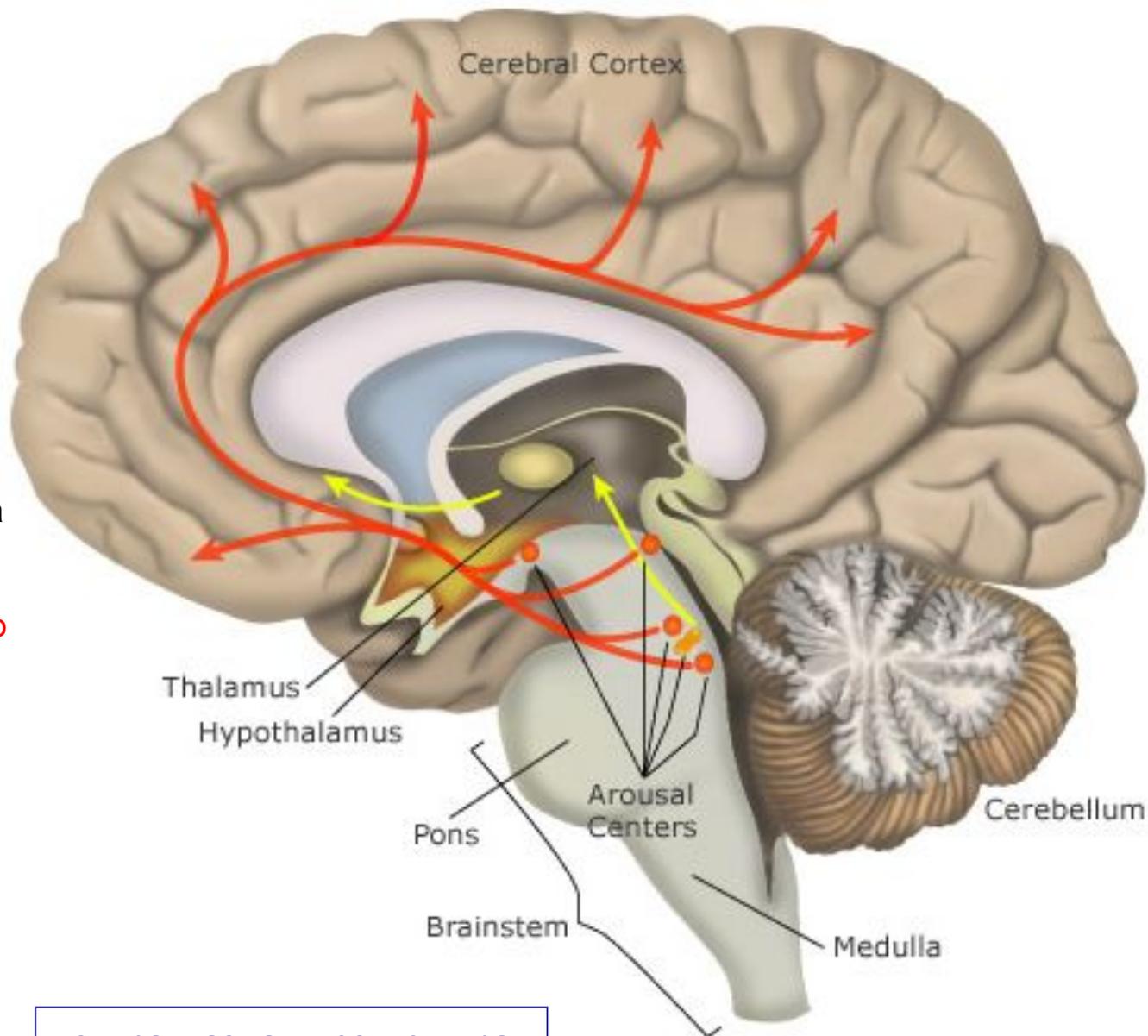
**-Голубое пятно (Норадреналин)**

**бугорково-маммилярные ядра (гистамин)**

**-Базальная область переднего мозга (ацетилхолин)**

**-Ядра Шва (серотонин)**

**-Вентральное покрышечное пространство (дофамин)**



**супрахиазматические ядра  
(биологические часы)**

A

Key neurotransmitters

- Hcr1 ↑
- NE ↑
- 5-HT ↑
- His ↑
- ACh ↑

EEG

Low voltage, desynchronized

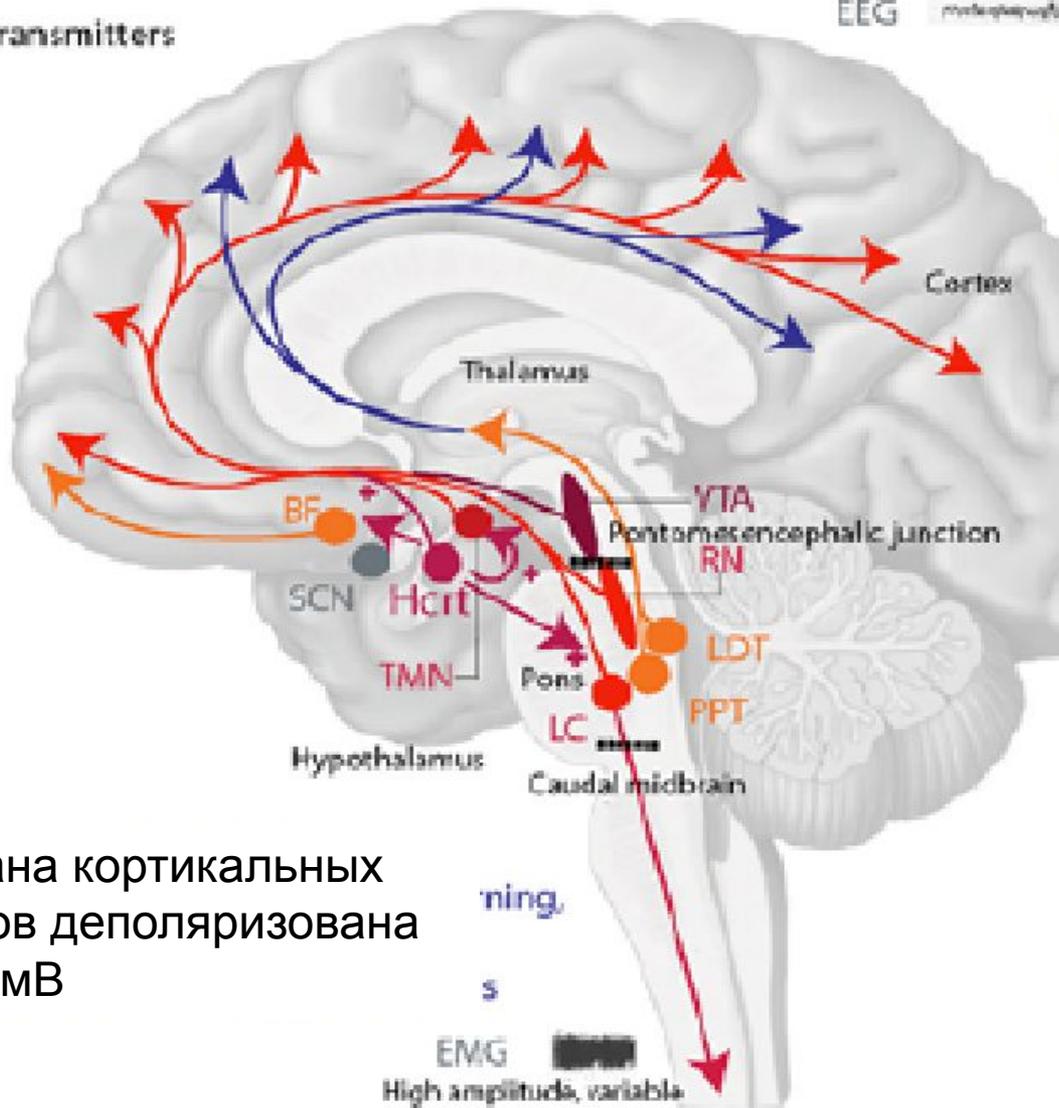
metaphorically represented by a low-amplitude, high-frequency signal

Wake-on networks  
(almost all networks)

Формирование  
синаптических  
связей, усиление  
синтеза РНК и  
шаперонов

-Использование  
холестерина, белков,  
везикул

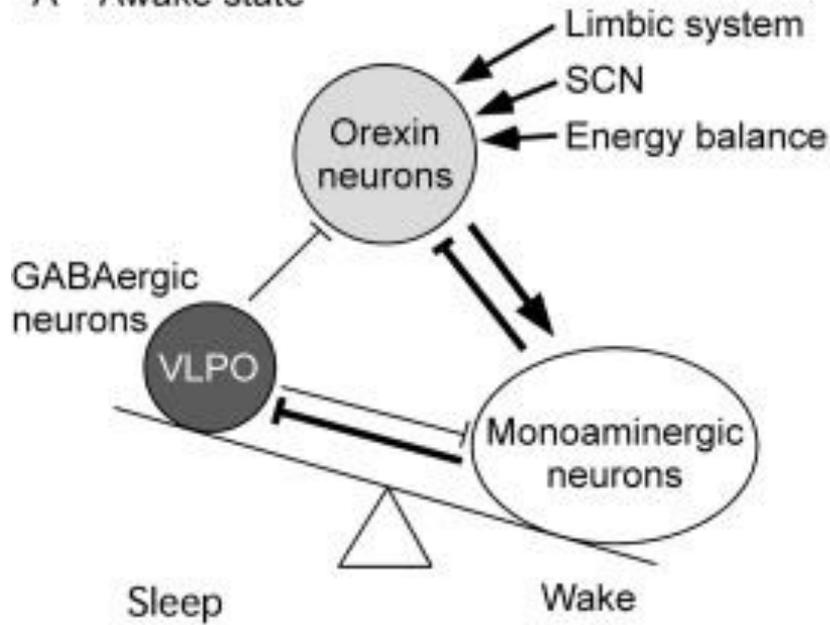
-Повреждение  
мембран и белков  
-токсический эффект  
АФК



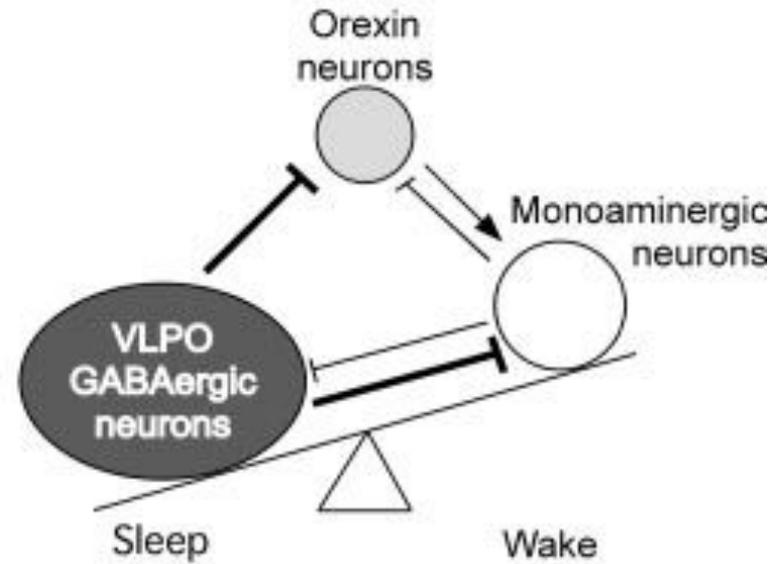
Мембрана кортикальных  
нейронов деполяризована  
на + 15 мВ

ning,  
s  
EMG High amplitude, variable

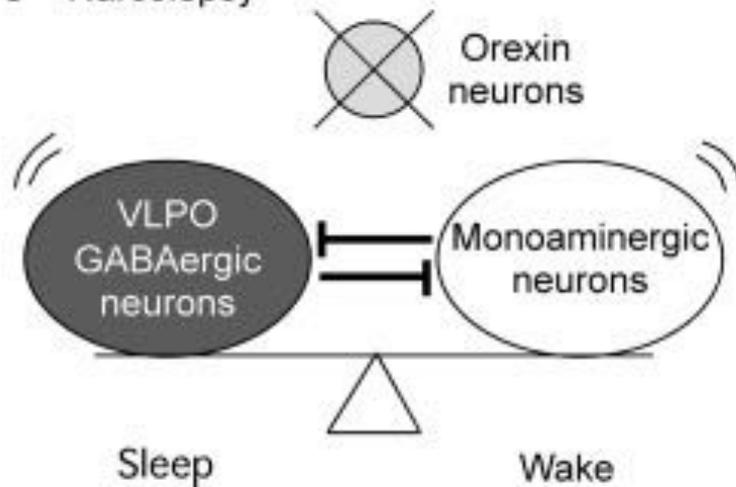
A Awake state



B Sleep state



C Narcolepsy



## Медленно-волновой сон

Включаются клетки **Базальной области переднего мозга** и **преоптической области гипоталамуса** → **ГАМК**

--задний гипоталамус  
(гипокретин/орексин)

Голубое пятно,  
Ретикулярная формация

-Клетки базальная область переднего  
мозга, продуцирующие Ах

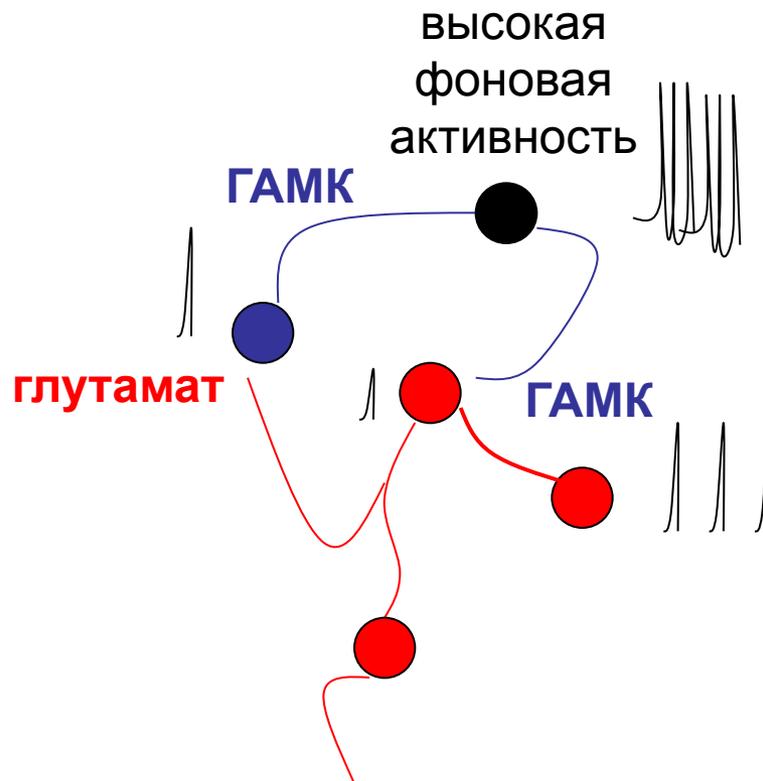
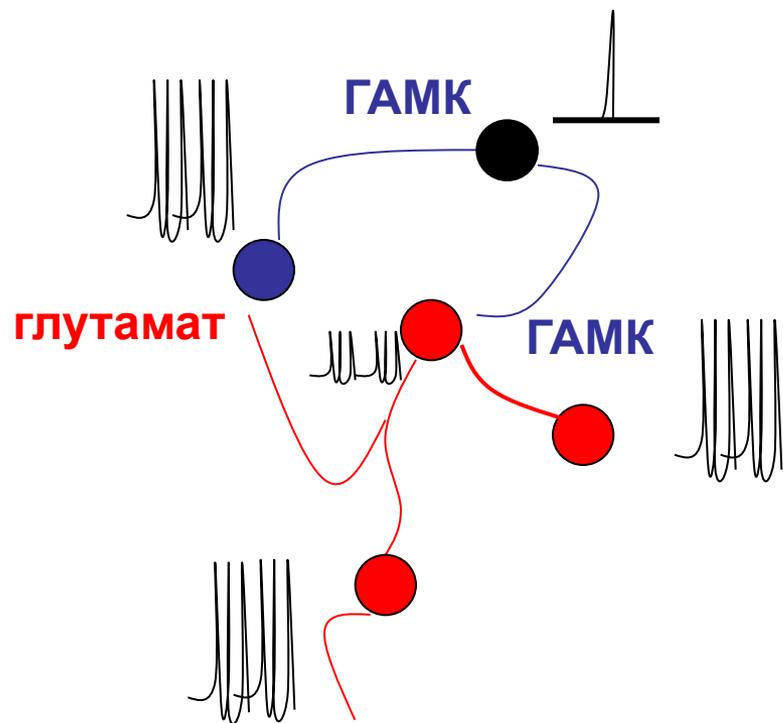
-бугорково-маммилярные ядра  
(гистамин)

Снижение сенсорного входа, снижение активности нейронов коры  
-импульсация замкнутых таламокортикальные петлях  
-низкий мышечный тонус

Помимо **master-clocks** медленного сна (primary drivers),

во всех частях мозга свои часы – **Sleep-state-specific unit**

ГАМК + Аденозин



**B**

Key neurotransmitters

- Hcrt ↓
- NE ↓
- 5-HT ↓
- His ↓
- ACh ↓

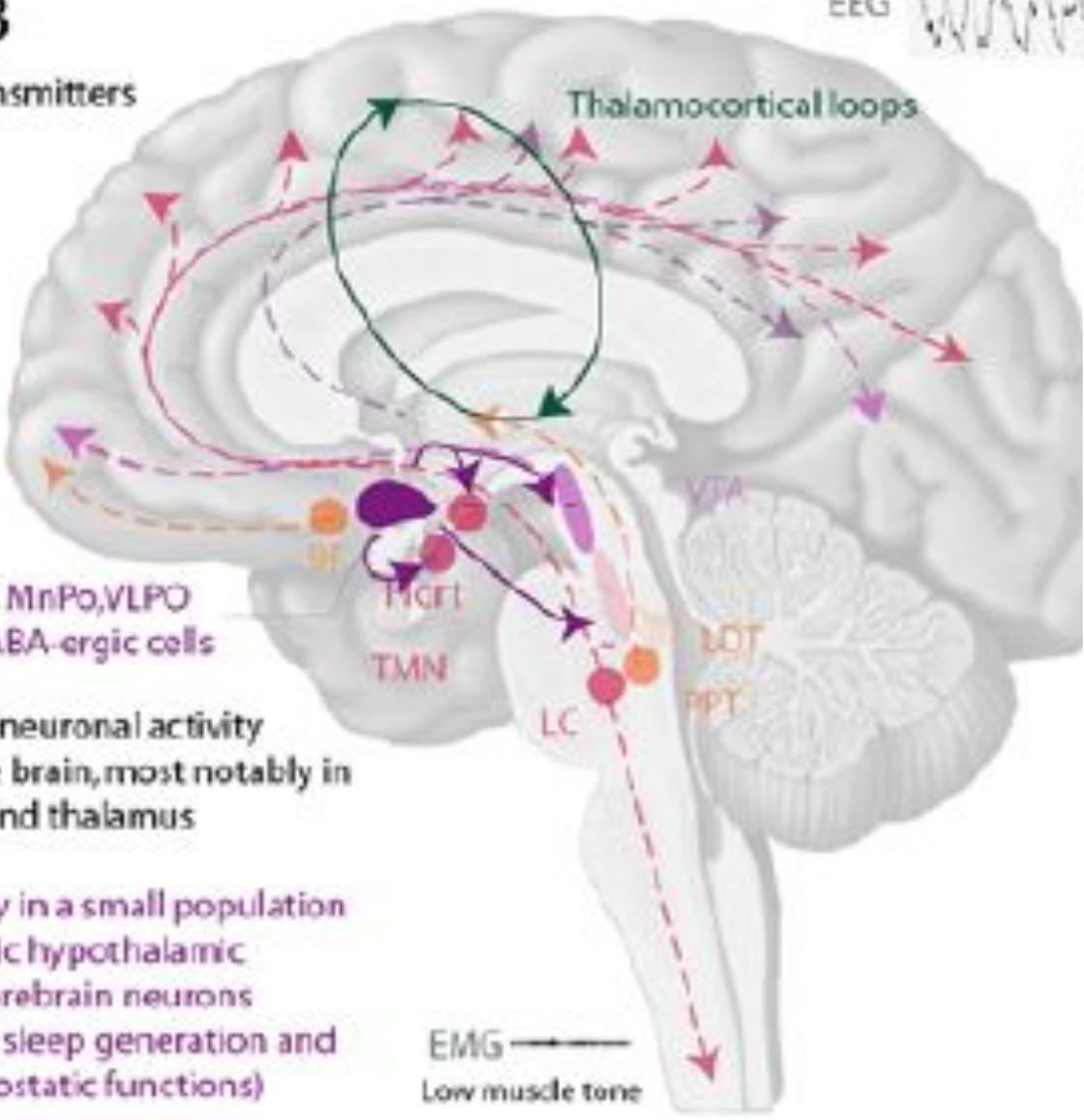
тепло

BF, MnPo, VLPO  
GABA-ergic cells

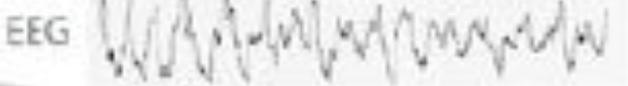
Low overall neuronal activity  
in the entire brain, most notably in  
the cortex and thalamus

High activity in a small population  
of GABAergic hypothalamic  
and basal forebrain neurons  
(involved in sleep generation and  
basic homeostatic functions)

EMG ———  
Low muscle tone



High voltage, synchronized



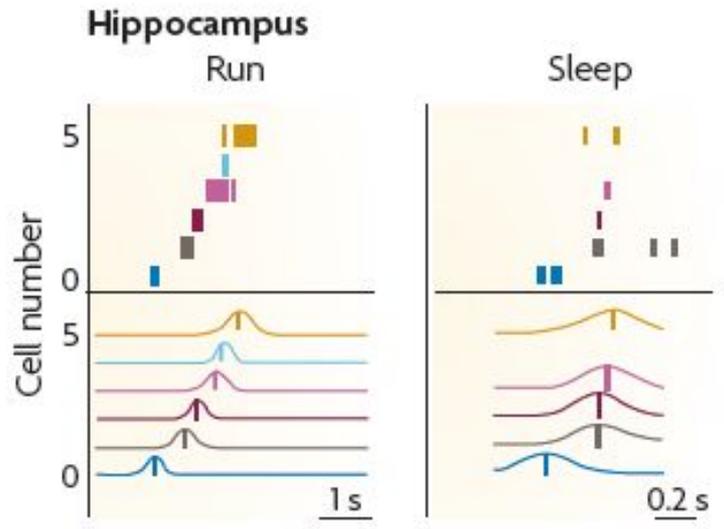
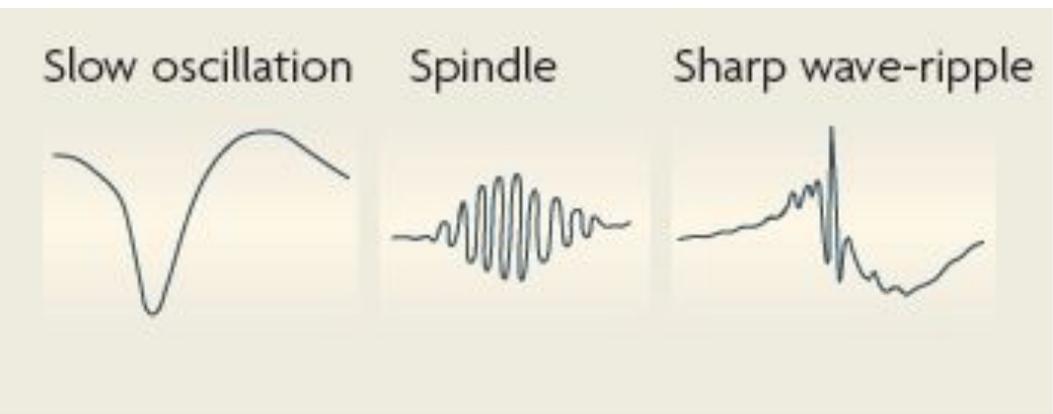
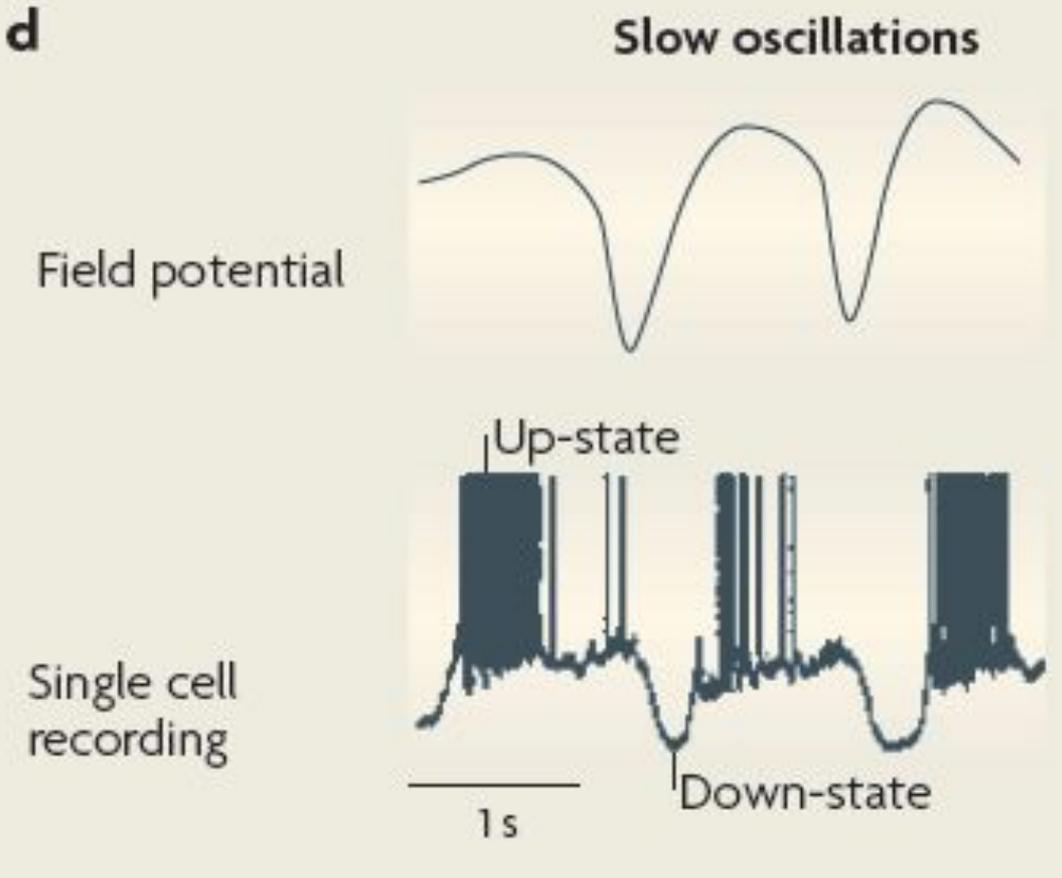
NREM-off networks

-Ослабление  
синаптических  
связей,

-Усиление синтеза  
макромолекул,

-Запасание  
холестерина, белков,  
везикул

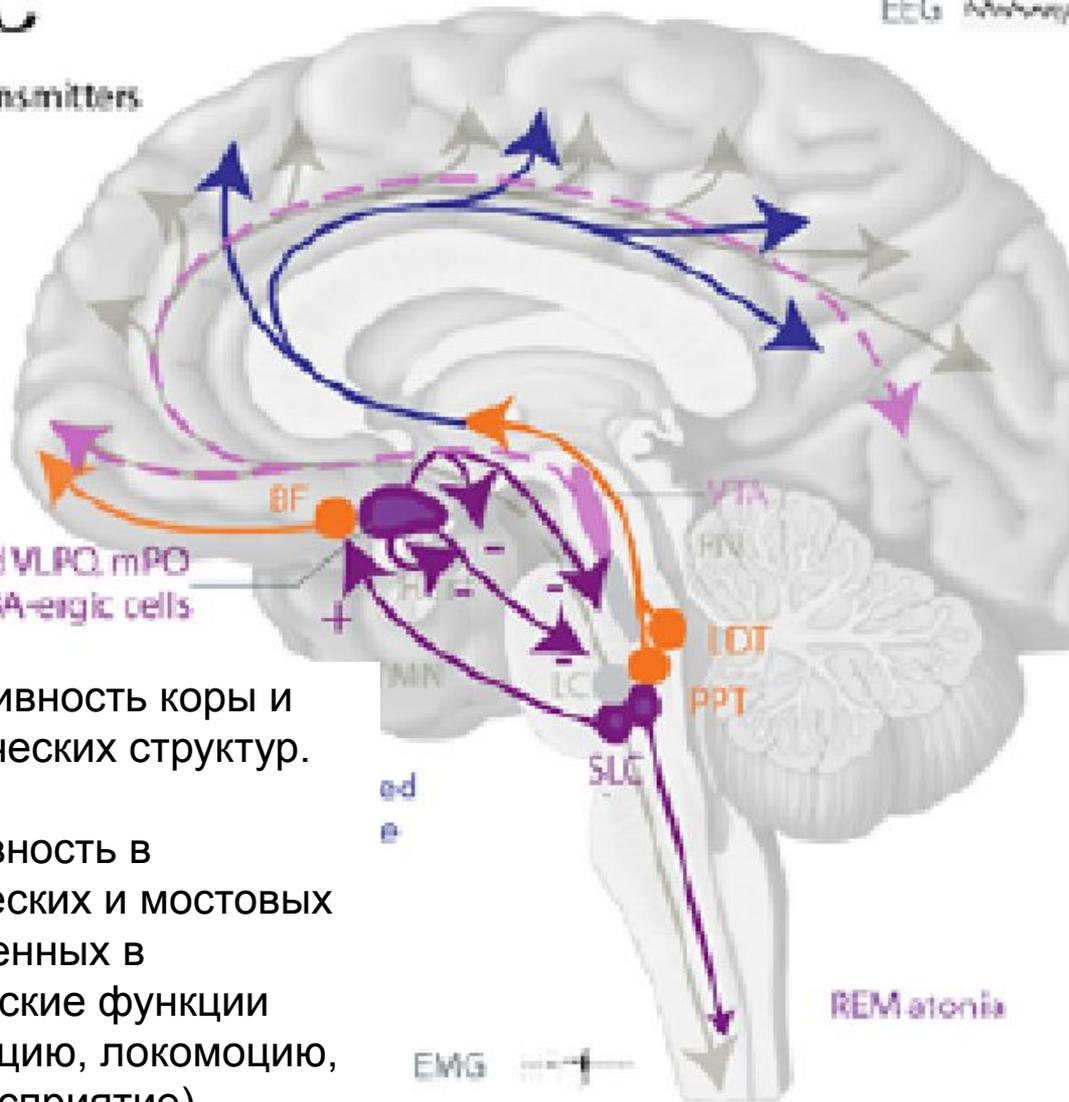
Восстановление ЦНС  
и внутренних органов



C

Key neurotransmitters

- Hcrt  $\emptyset$
- NE  $\emptyset$
- 5-HT  $\emptyset$
- His  $\emptyset$
- ACh  $\uparrow$



Low voltage, desynchronized  
 EEG

REM-on networks  
 Формирование  
 синаптических  
 связей, усиление  
 синтеза РНК

-Использование  
 холестерина, белков,  
 везикул

REM-off networks  
 (recovery)

Synaptic downscaling  
 Increased synthesis of  
 macromolecule  $\uparrow$   
 Macromolecules  
 such as cholesterol,  
 proteins and vesicles  
 are being stored

-Высокая активность коры и  
 около-лимбических структур.

-Низкая активность в  
 гипоталамических и мостовых  
 сетях вовлеченных в  
 гомеостатические функции  
 (терморегуляцию, локомоцию,  
 сенсорное восприятие)

EMG   
 Atonia

REM atonia

SENSORY DEPRIVATION

# Быстрый (парадоксальный) сон – «молчание» моноаминоэргической системы

Включаются клетки подголубого ядра

Включаются ретикулярная формация ствола

Глутамат

Ацетилхолин (Ах)

клетки базальной области переднего мозга, выделяющие Ах

таламус

кора полушарий

θ-ритм в гиппокампе

Активны клетки базальной области переднего мозга и преоптической области гипоталамуса

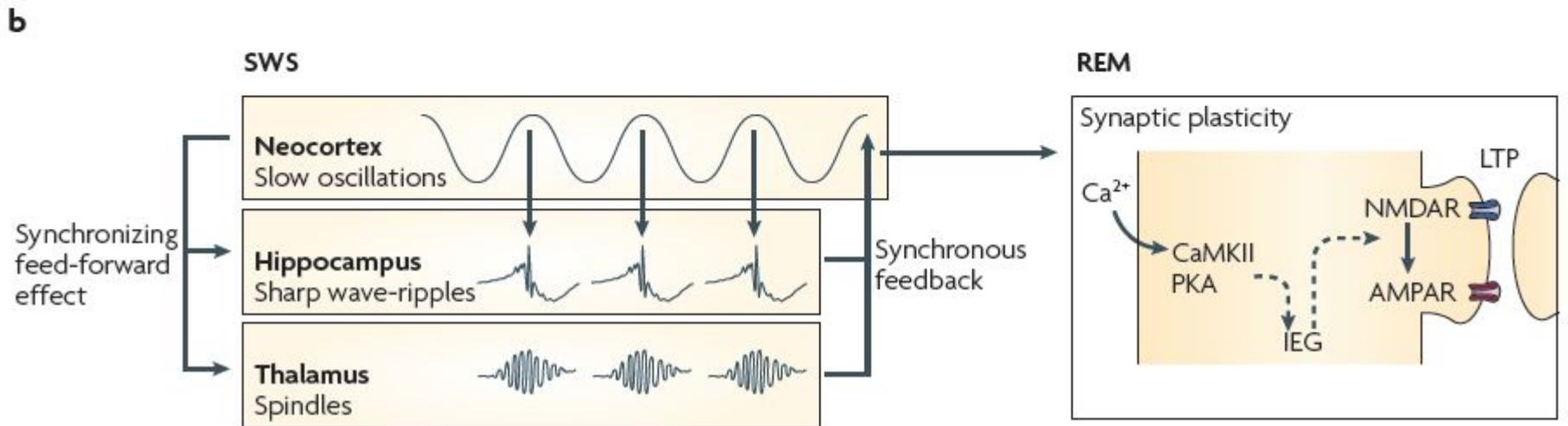
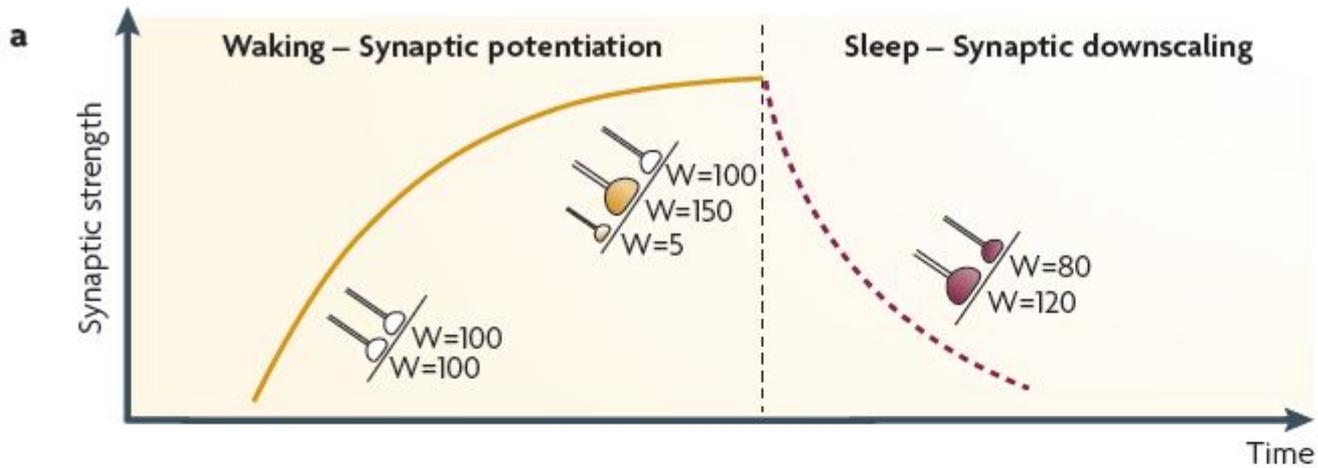
β-ритм в коре (десинхронизация)

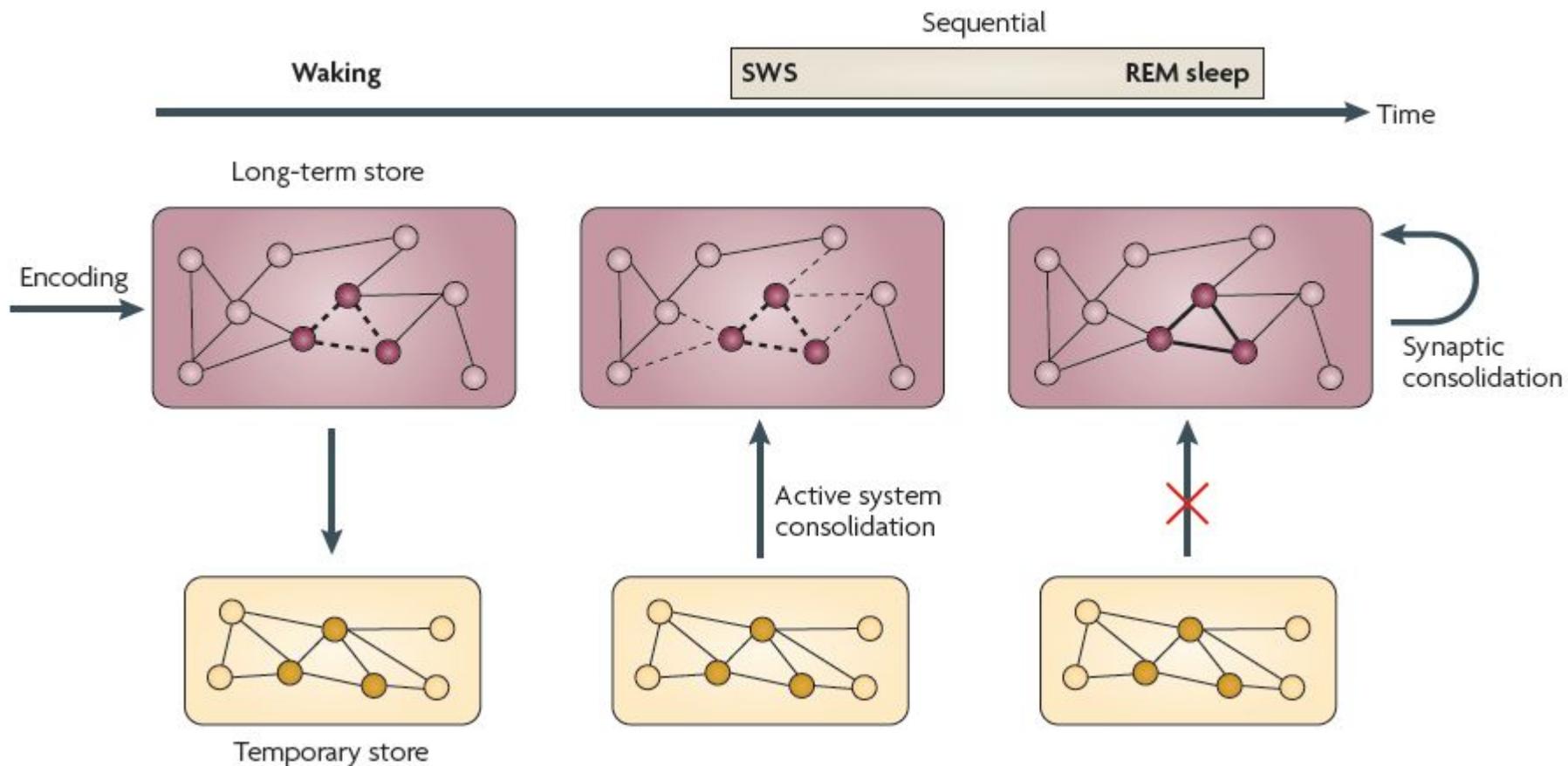
**ГАМК**

**Атония мышц, но иногда подергивания**

- задний гипоталамус (гипокретин/орексин)
- Клетки базальная область переднего мозга, продуцирующие Ах
- бугорково-маммилярные ядра (гистамин)
- голубое пятно (норадреналин)

Неравномерность пульса, дыхания, пойкилотермия...





Система пробуждения

Парадоксальная активация  
при депривации сна

--задний гипоталамус  
(гипокретин/орексин)

Голубое пятно,  
Ретикулярная формация

-Клетки базальная область переднего  
мозга, продуцирующие Ах

-бугорково-маммилярные ядра  
(гистамин)

# Функции сна

## Оптимизация энергозатрат:

Медленный сон → уменьшение трат энергии мозгом  
(мозг ← 30 % энергии)

быстрый сон ↓

Глия → **Аденозин\***  
Индикатор  
низкоэнергетического  
состояния ЦНС

— клетки базальной области переднего  
мозга, выделяющие Ах

↑ пробуждение

голод → Метаболические индикаторы +  
(лептин, грелин, глюкоза,  
АТФ)

↑ Гипокретиновые нейроны  
(задний гипоталамус)

**ОДНАКО**

После спячки → «Отдача» сна

Сон с БДГ → Большие траты ~ от температуры среды

\* в мозговой оболочке синтезируется PGD2, который потенцирует эффекты Аденозина; при некоторых травмах, воспалениях мозговых оболочек увеличивается продукция PgD2, поэтому могут возникать гиперсомнии

# Функции сна

«Мы видим сны, чтобы забывать» У. Крик

Переработка информации и синаптическая пластичность:

Медленный сон → Снижение активности в коре → Остаются самые стойкие связи

Активность в гиппокампе (рябь) → память из гиппокампа в префронтальную кору

Таламокортикальные ритмы → Распределение памяти по регионам коры

↑ Сигнал / шум

↑ Качество связи

Сон с БДГ

ОПТИМИЗАЦИЯ ОБУЧЕНИЯ И КРЕАТИВНОСТЬ

↓ активность лимбической системы (миндалины)

↑ Оценка событий

Чем больше сон с БДГ

↑ активность AMPA-рецепторов, CAMK-II, CDK $\beta$ , CREB,

↑ Количество нейротрофических факторов, новых нейронов

↑ Показатели долговременной потенциации

Изменяется экспрессия многих генов по разному ~ от региона мозга

# Функции сна

Восстановление мозга :

Изменяется экспрессия многих генов по разному ~ от региона мозга

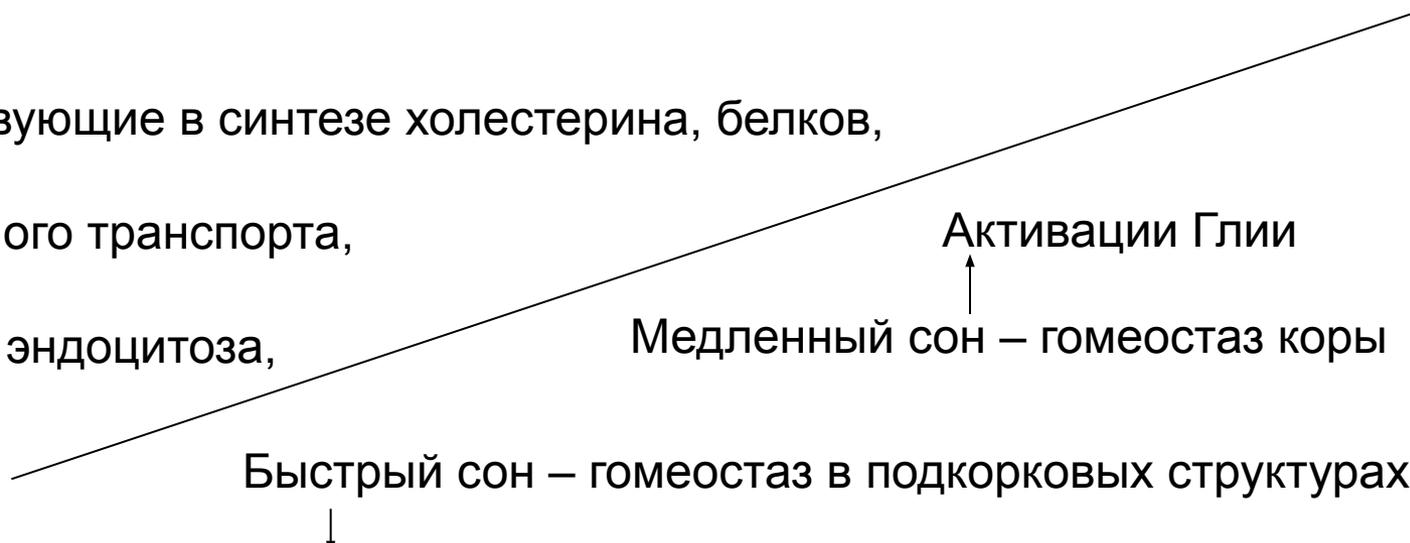
-Белки, задействованные в глутаматэргической передачи и синаптической пластичности,

-Ферменты, участвующие в синтезе холестерина, белков,

-Белки везикулярного транспорта,

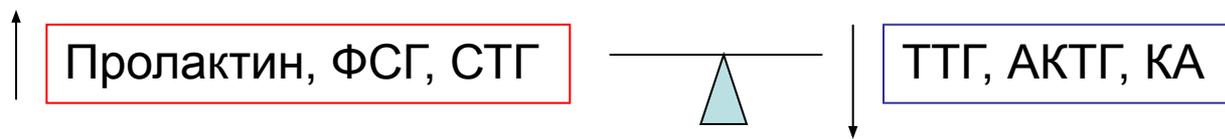
-Протеины экзо- и эндоцитоза,

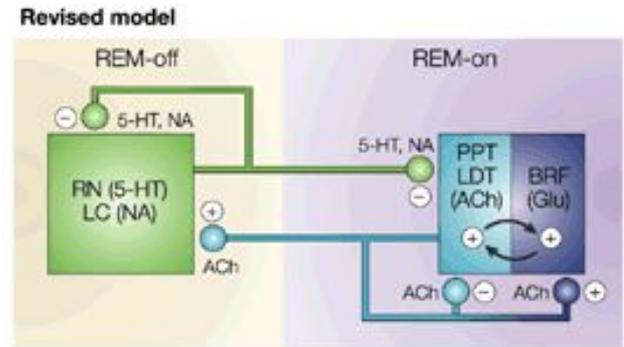
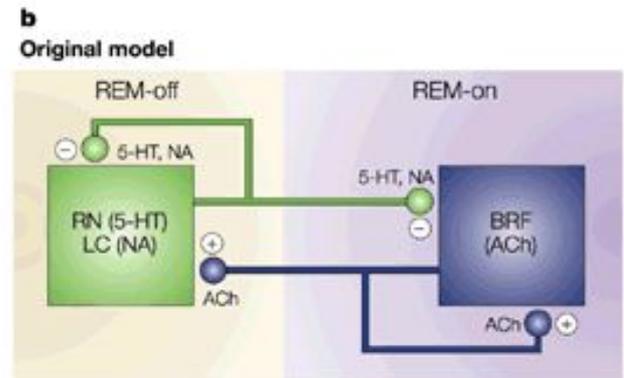
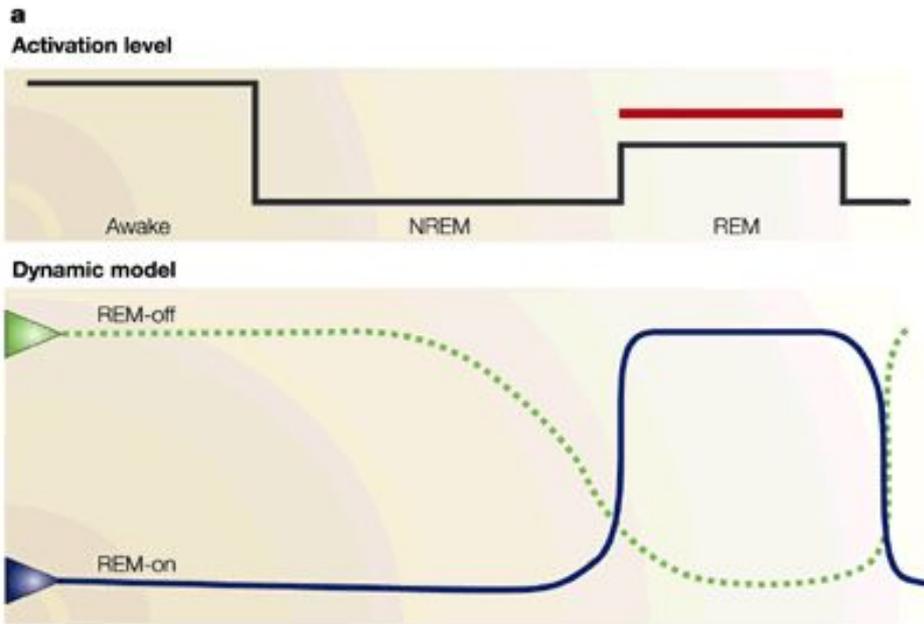
-шапероны



Восстановление локомоторных, сенсорных, терморегуляторных центров, автономной нервной системы

Организм строится во время сна + восстанавливаются системы, задействованные днем





**c**

**Mesopontine regulator of REM-NREM alternation**

