

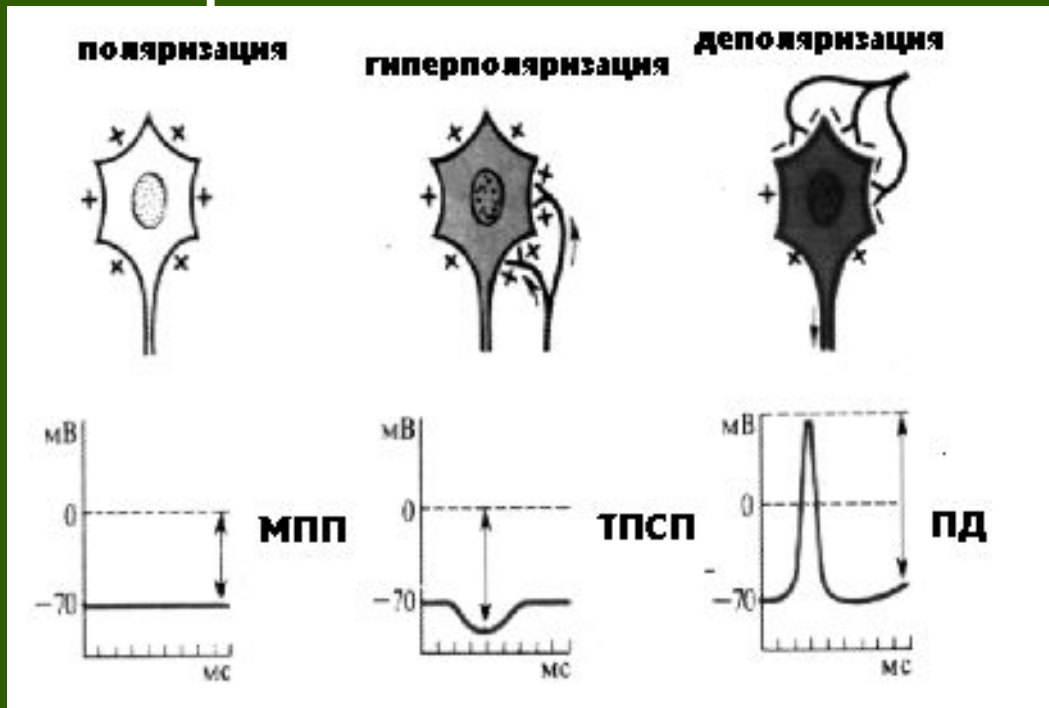
# Электроэнцефалография

Как метод оценки  
функционального состояния  
коры большого мозга человека

Одним из признаков, косвенно свидетельствующем о функциональном состоянии структур головного мозга, является регистрация в них колебаний электрических потенциалов.

# Состояния нейронов

- поляризованы,
- гиперполяризованы
- частично или полностью деполяризованы



Динамика заряда мембраны  
нейронов, глии, процессы,  
происходящие в синапсах  
зависят от функционального  
состояния нервной структуры и  
суммарно определяют ее  
электрические показатели

Если эти показатели регистрируются через микроэлектроды, то они отражают активность локального (до 100 мкм в диаметре) участка мозга и называются **фокальной активностью**.

В случае, если электрод располагается в подкорковой структуре, регистрируемая через него активность называется **субкортикограммой**.

если электрод располагается в коре мозга — **кортикограммой**.

Если электрод располагается на поверхности кожи головы, то регистрируется суммарная активность как коры, так и подкорковых структур. Это проявление активности называется электроэнцефалграммой (ЭЭГ)

Состояние нервного центра зависит от взаимодействия нейронов

- Явление иррадиации возбуждения
- Явление суммации и конвергенции возбуждения
- Реверберация импульса в локальных сетях
- Посттетаническая потенция
- Модулирование процесса возбуждения тормозным процессом.

# Функциональные состояния ЦНС



# Функциональное состояние ЦНС

определяют как **фооновую**  
**активность нервных**  
**центров**, при которой  
реализуется та или иная  
конкретная деятельность  
человека.

Функциональное состояние  
формируется в результате:

- 1) выбора центров, активность которых необходима для определенного вида деятельности,
- 2) повышения функциональной активности этих центров

# Активация

В ГОЛОВНОМ МОЗГЕ ЕСТЬ неспецифические системы, которые МОГУТ ИЗМЕНИТЬ АКТИВНОСТЬ ГОЛОВНОГО МОЗГА В ЦЕЛОМ, И ЕГО КОРЫ ВНЕ ЗАВИСИМОСТИ ОТ ВИДА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ, А ПРОСТО ПО ФАКТУ НАЛИЧИЯ ИЛИ ОТСУТСТВИЯ КАКОЙ-ЛИБО ДЕЯТЕЛЬНОСТИ.

# Активирующие структуры

- желатинозная субстанция спинного мозга,
- ретикулярная формация ствола мозга,
- неспецифические ядра таламуса,
- базальные отделы переднего мозга
- новая кора.

# ВАРС (восходящая активирующая ретикулярная система)

ВАРС находится в передней части ретикулярной формации и состоит из нейронов, расположенных с обеих сторон в сером веществе медиальных отделов покрывки ствола мозга от продолговатого мозга до промежуточного мозга

В 1949 году два выдающихся исследователя — Мэгун и Моруцци — обнаружили, что в стволовых отделах головного мозга находится особое нервное образование, которое как по своему морфологическому строению, так и по своим функциональным свойствам приспособлено к тому, чтобы осуществлять роль механизма, регулирующего состояния мозговой коры



# Это образование построено по типу нервной сети

Одни из волокон ретикулярной формации направляются вверх, оканчиваясь в расположенных выше нервных образованиях — зрительном бугре, хвостатом теле, древней и новой коре. Эти образования были названы **восходящей активирующей ретикулярной системой**. ВАРС играет решающую роль в активации коры.



Другие волокна ретикулярной формации имеют обратное направление: они начинаются от новой и древней коры, хвостатого ядра и ядер зрительного бугра и направляются к расположенным ниже структурам среднего мозга, гипоталамуса и мозгового ствола. Эти образования получили название нисходящей ретикулярной системы. Она обеспечивает контроль нижележащих образований и формирование тех программ, которые возникают в коре головного мозга

Общий принцип  
функционирования этих  
неспецифических структур  
заключается в том что,  
получив возбуждающую  
информацию,  
они активируют все  
вышележащие структуры  
мозга.

В передаче возбуждения между нейронами ВАРС , таламуса и коры головного мозга участвуют многие медиаторы.

Холинергические Холинергические  
пути связывают средний мозг с  
верхними отделами ствола  
мозга , таламусом и корой .

Серотонин и норадреналин принимают  
активное участие в регуляции цикла  
сон-бодрствование .

# Основные медиаторные системы ретикулярной формации

ядра шва

серотонин

голубое пятно

НА

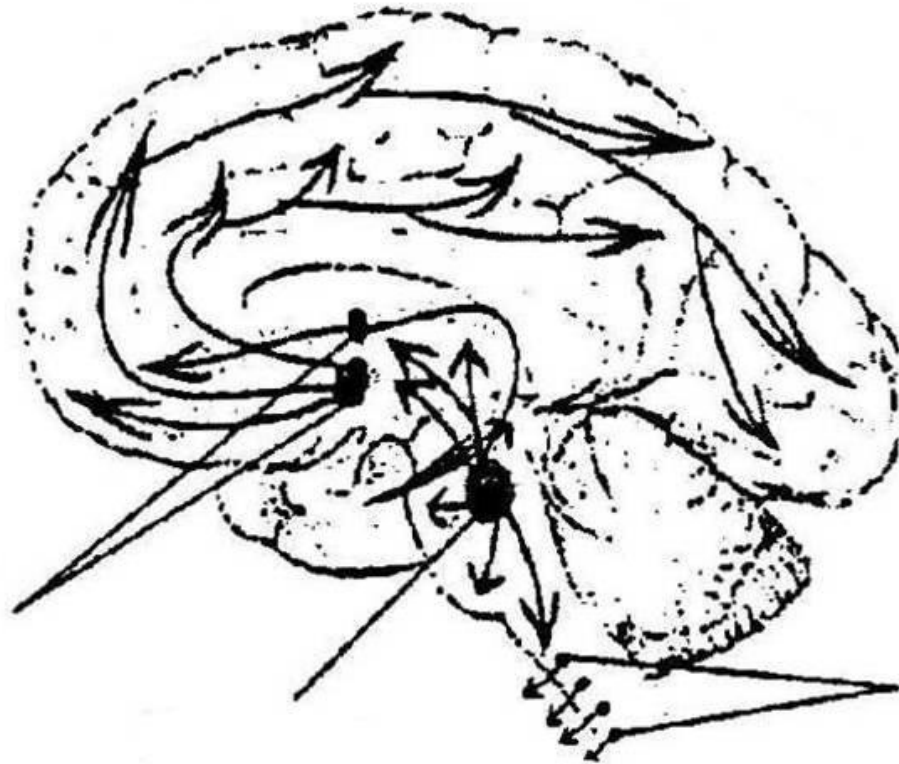
гигантоклеточное  
ядро

АХ

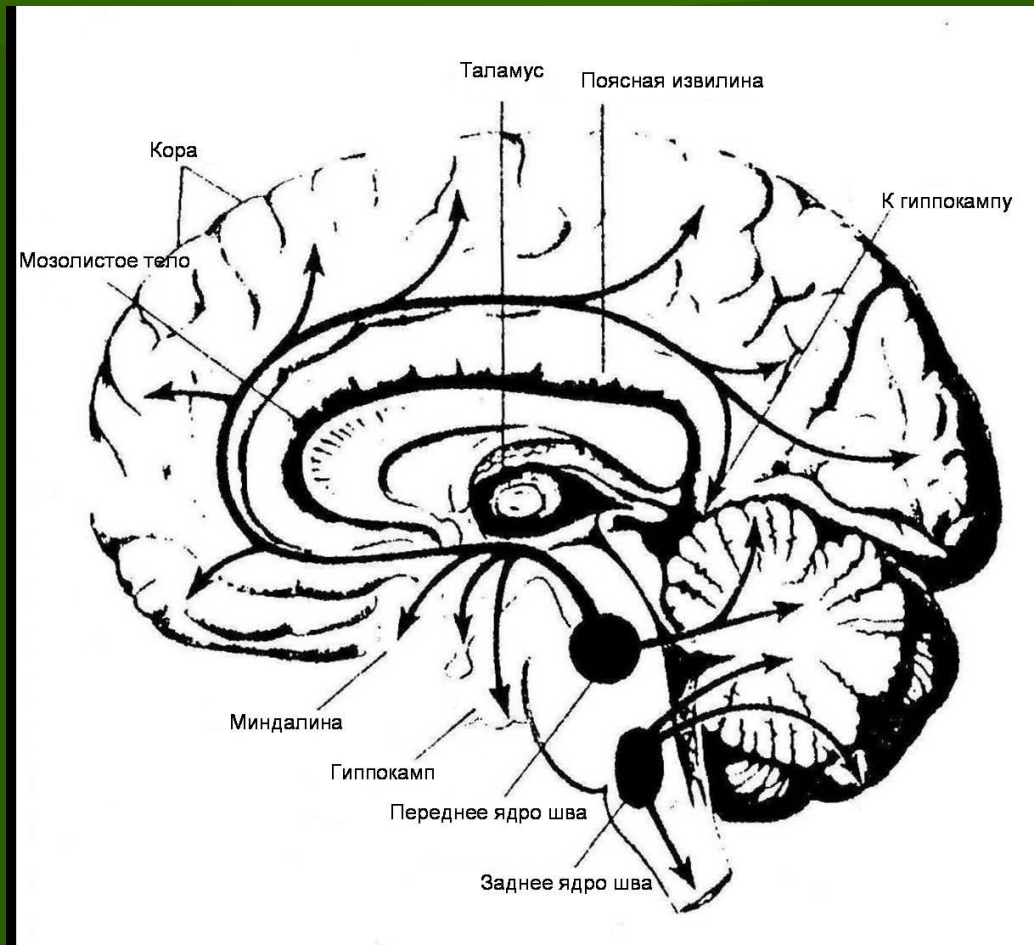
вентральное поле  
покрышки

дофамин

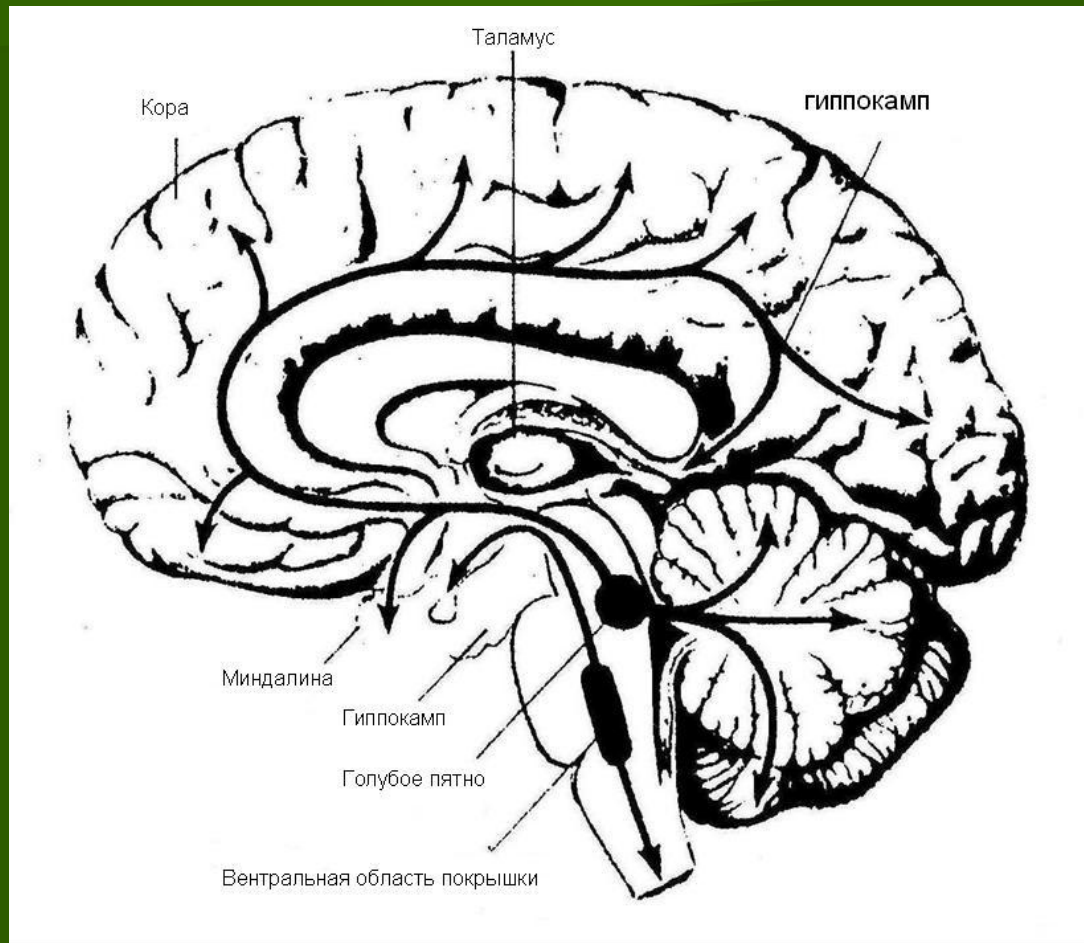
# Холинергические Холинергичес кие пути



# Серотонинергические пути



# Норадреналин

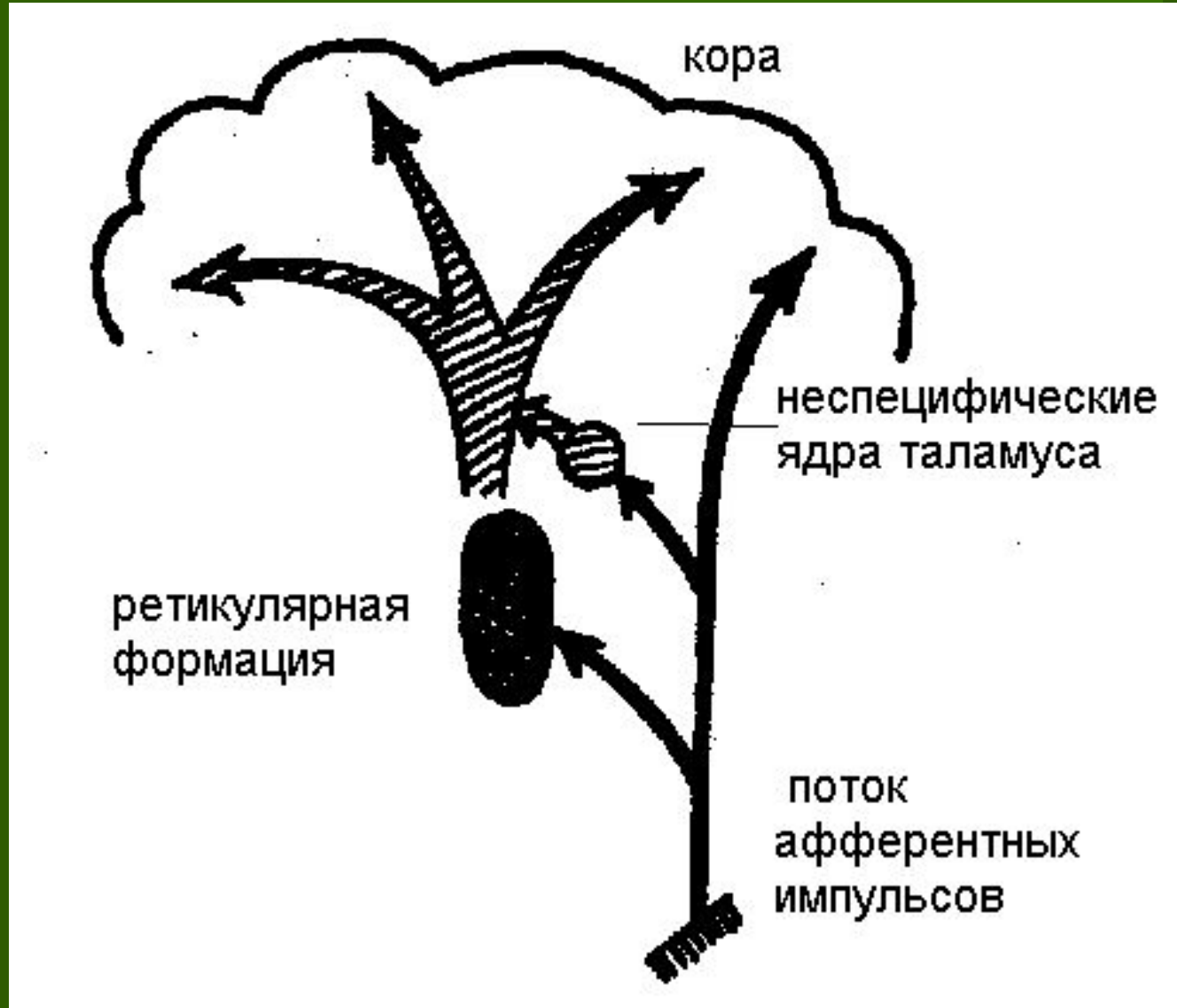


# К нейронам ВАРС

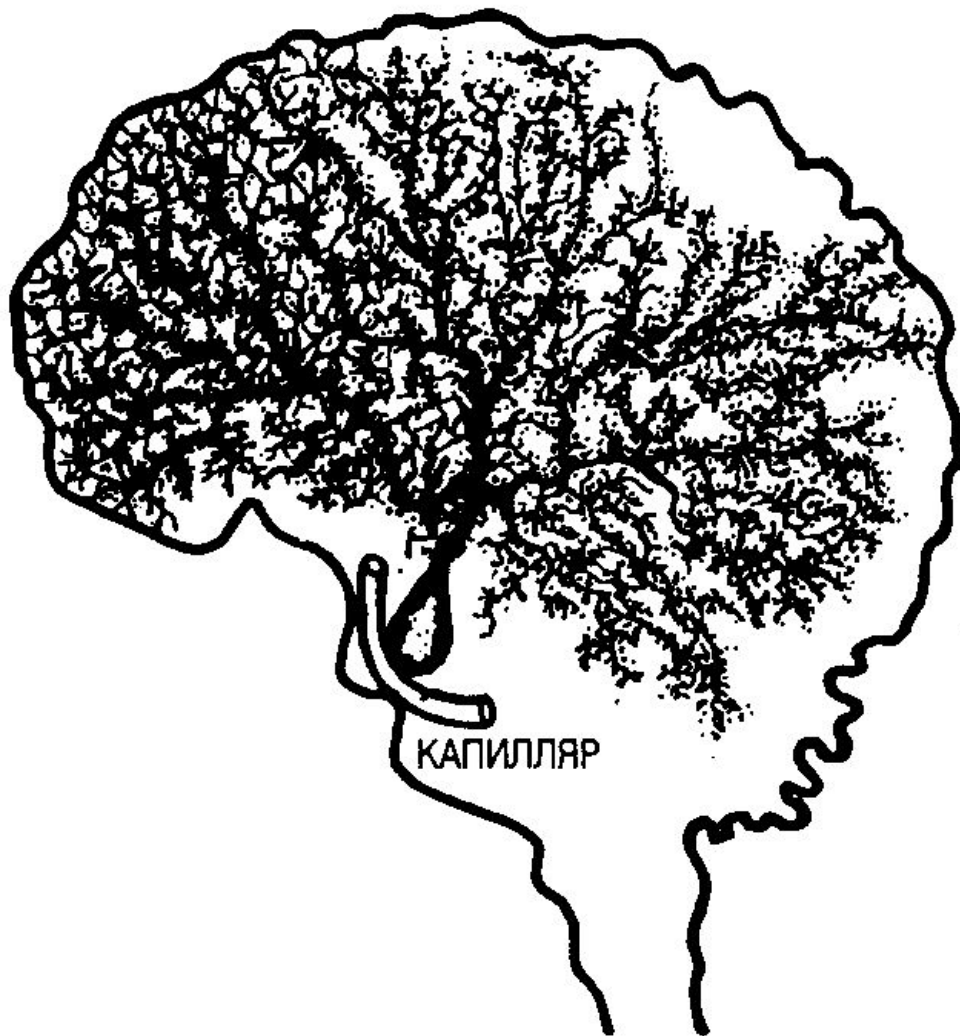
подходят коллатеральные волокна почти от всех чувствительных путей , и именно поэтому бодрствование поддерживается под действием внешних раздражителей (соматосенсорных, зрительных и слуховых).



# Схема активации коры головного мозга



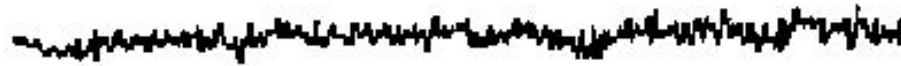
# Нейрон-пейсмейкер



# **! Проявление функционального состояния.**

- Двигательная активность: уровень мышечного тонуса, определенная поза, интенсивность и количество движений.
- Вегетативные показатели: частота сердечных сокращений, ЧД, ЧСС, МОК, АД, скорость кровотока, КГР
- Электроэнцефалография: реакции изменения основных ритмов.

# Электроэнцефалография



бета-ритм



альфа-ритм



тета-ритм



дельта-ритм

1 секунда



У человека в покое при отсутствии внешних раздражений преобладают медленные ритмы изменения состояния коры мозга, что на ЭЭГ находит отражение в форме так называемого альфа-ритма, частота колебаний которого составляет 8—13 в секунду, а амплитуда — приблизительно 50 мкВ.

Переход человека к активной деятельности приводит к смене альфа-ритма на более быстрый бета-ритм, имеющий частоту колебаний 14—30 в секунду, амплитуда которых составляет 25 мкВ.

Переход от состояния покоя к состоянию сосредоточенного внимания или ко сну сопровождается развитием более медленного тета-ритма (4—8 колебаний в секунду) или дельта-ритма (0,5—3,5 колебаний в секунду). Амплитуда медленных ритмов составляет 100—300 мкВ

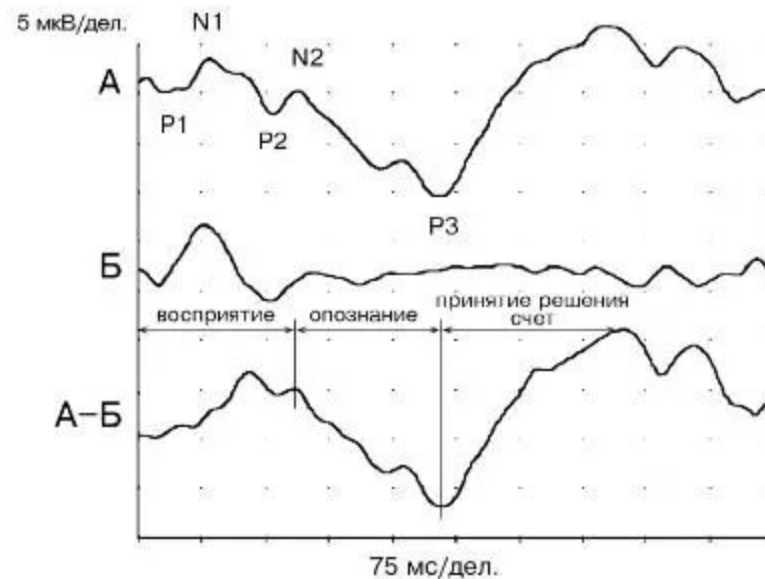
# Основные ритмы ЭЭГ человека

Ритм	Частота (Гц)	Амплитуда (микровольт)
Дельта- ритм( $\delta$ )	1 – 3	До 300
Тета -ритм ( $\theta$ )	4 - 7	До 100
Альфа ( $\alpha$ )	<b>8 – 13</b>	<b>40 – 70</b>
Бета- ритм ( $\beta$ )		
низкий	<b>14 – 20</b>	<b>15 – 25</b>
высокий	<b>20 - 30</b>	<b>15 – 20</b>
Гамма-ритм ( $\gamma$ )	Выше 30	8 – 12



Когда на фоне покоя или другого состояния мозгу предъявляется новое быстрое нарастающее раздражение, на ЭЭГ регистрируются так называемые вызванные потенциалы (ВП). Они представляют собой синхронную реакцию множества нейронов данной зоны коры

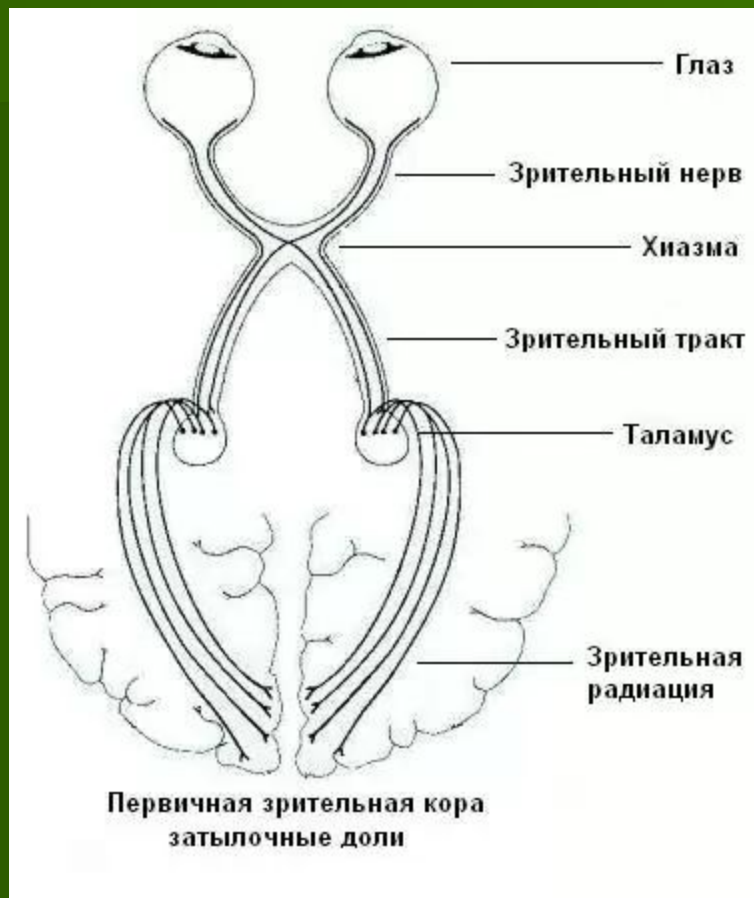
# Вызванные потенциалы мозга



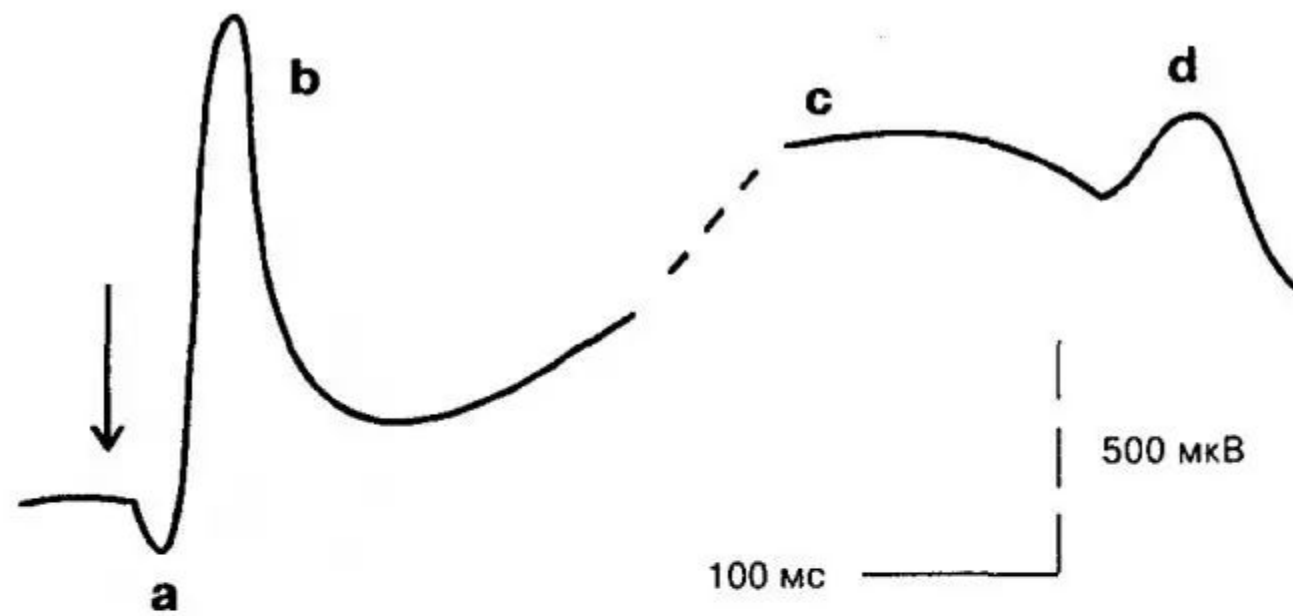
# Слуховые ВП регистрируют потенциалы слухового нерва



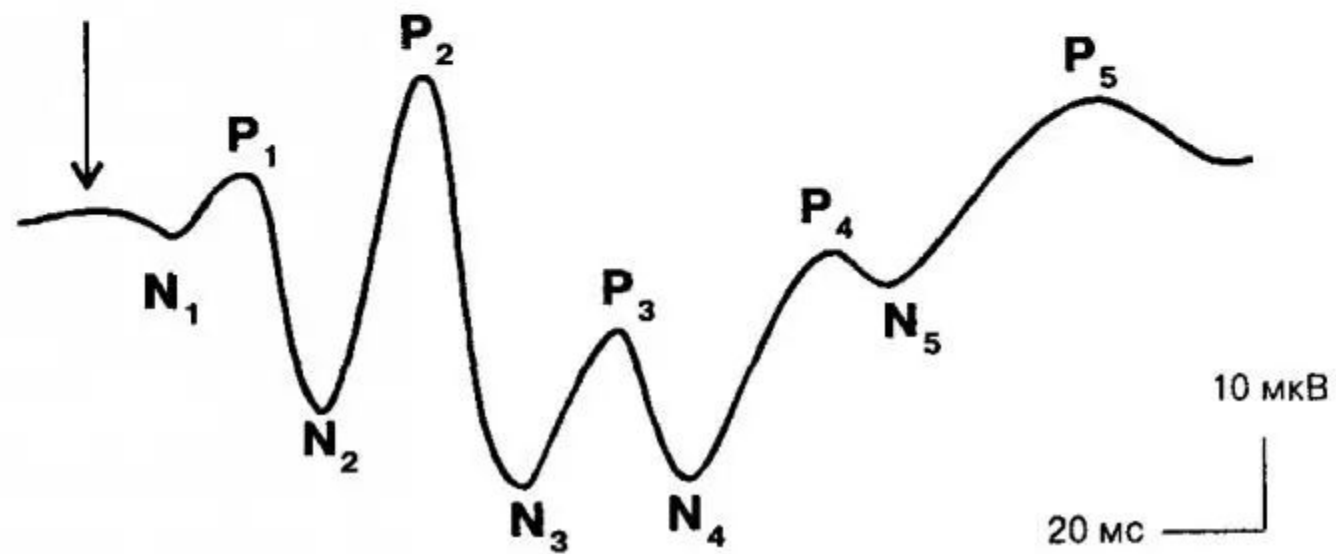
# Зрительные ВП



(a)

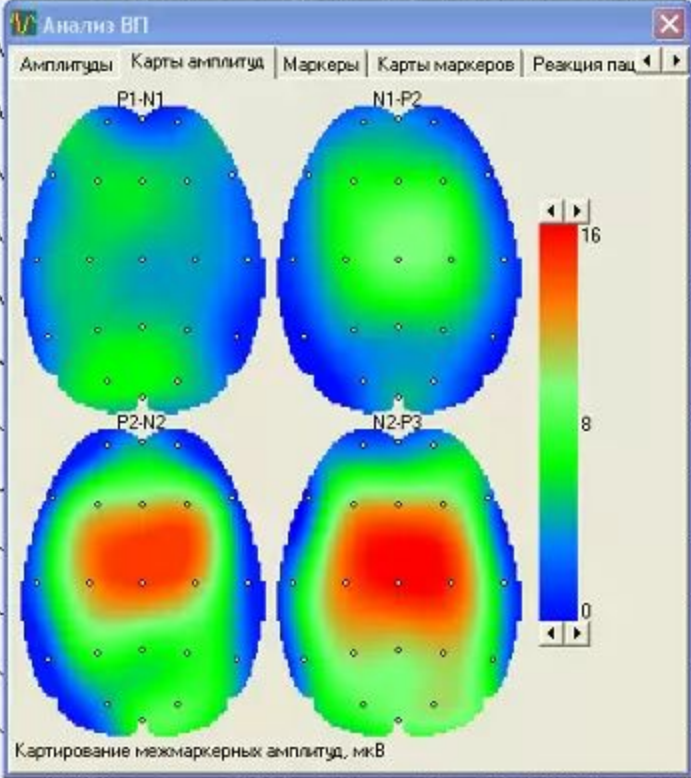
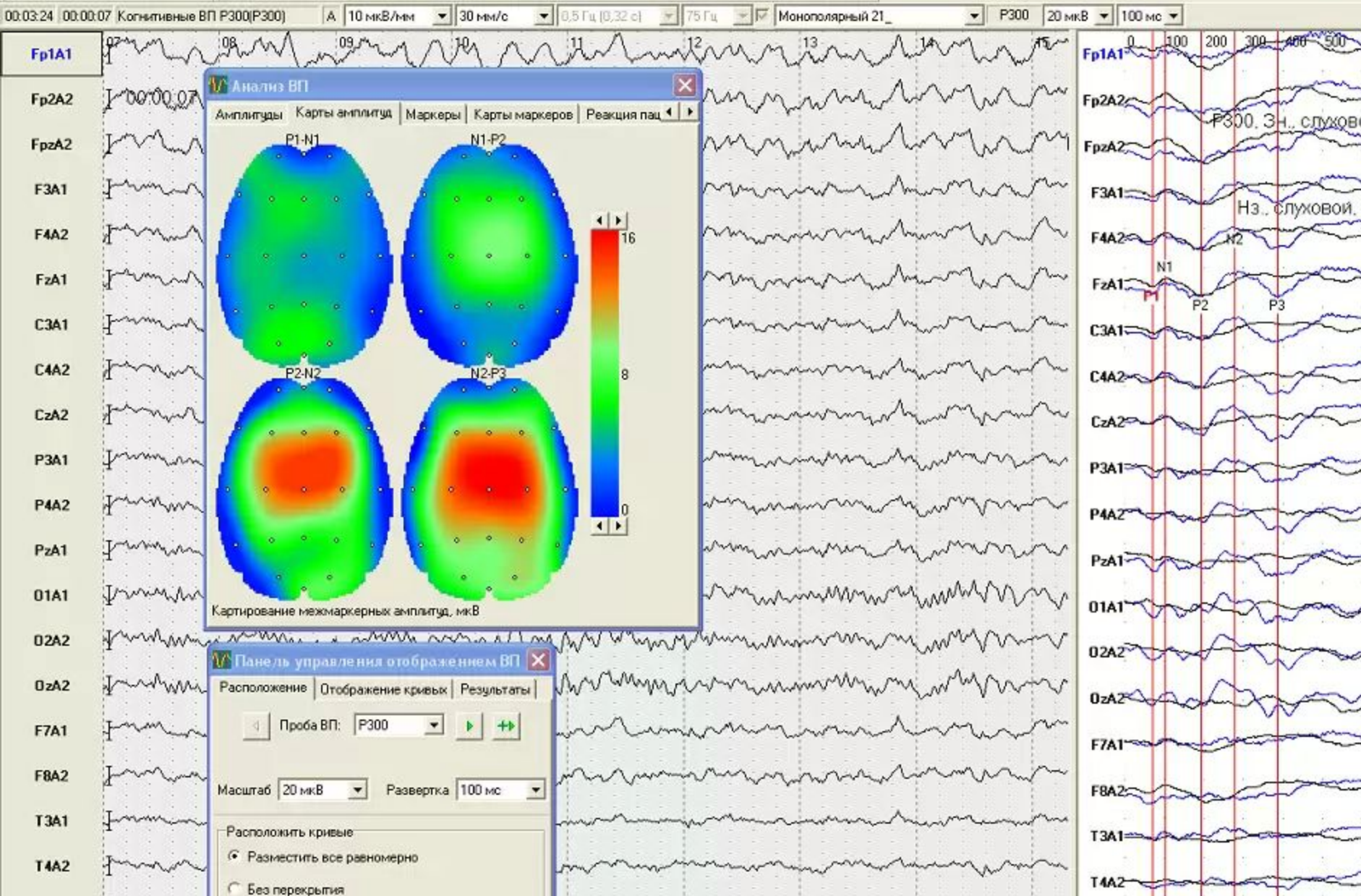


(b)



Пробы

00:03:24 00:00:07 Когнитивные ВП P300(P300) A 10 мкВ/мм 30 мм/с 0,5 Гц (0,32 с) 75 Гц Монолярный 21\_ P300 20 мкВ 100 мс



Панель управления отображением ВП

Расположение Отображение кривых Результаты

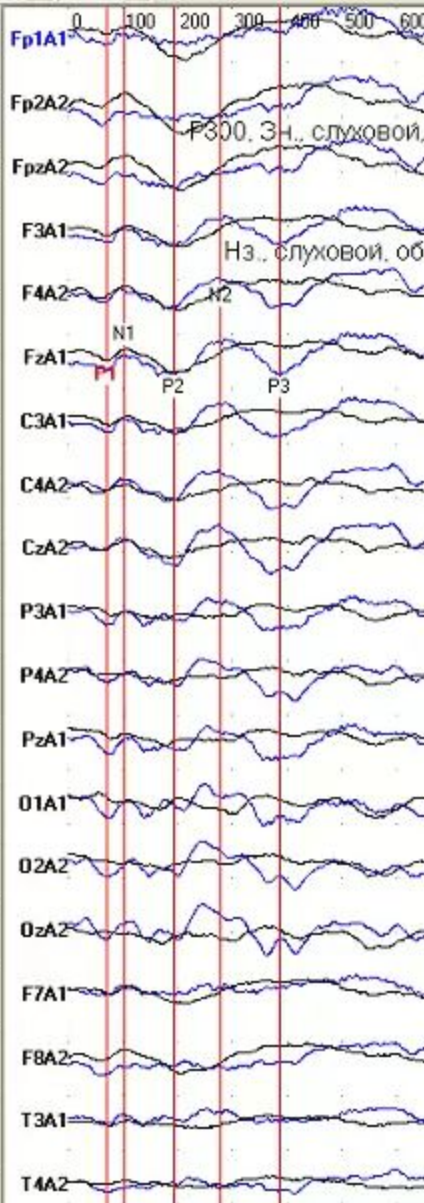
Проба ВП: P300

Масштаб 20 мкВ Развертка 100 мс

Расположить кривые

Разместить все равномерно

Без перекрытия



# Диагностика дает возможность:

- оценить характер и степень нарушения работы мозга;
- изучить смену сна и бодрствования;
- установить сторону и расположение патологического очага;
- уточнить другие виды диагностики, например, компьютерную томографию,
- проследить за эффективностью действия лекарственных препаратов;
- найти участки мозга, в которых начинаются эпилептические приступы;
- оценить, как работает мозг между периодами судорог;
- определить причины кризов, панических атак, обмороков.

# СОН, как одно из функциональных состояний

характеризуется потерей активных психических связей субъекта с окружающим его миром.



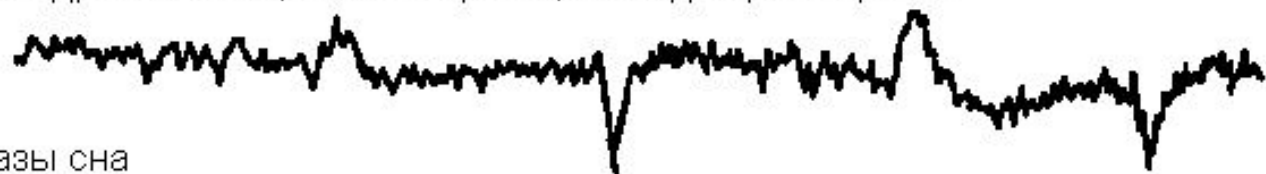
# Идентификация сна

проводится на основе  
общепринятых,  
**полиграфических**, критериев,  
**полиграмм** -  
электроэнцефалограммы (ЭЭГ),  
электромиограммы (ЭМГ),  
электроокулограммы (ЭОГ).

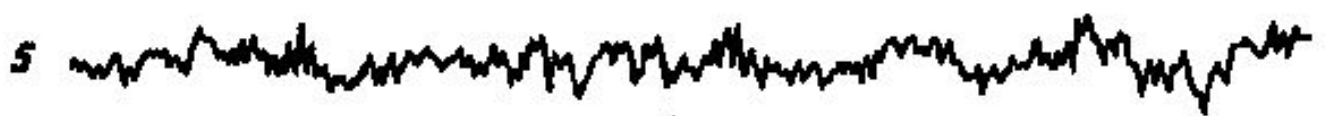
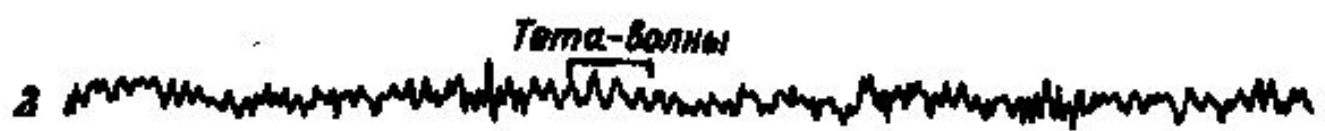
# Фазы сна


- Засыпание начинается с появления вместо альфа-ритма, свойственного спокойному бодрствованию (частота 8-12 Гц), тета-волн, (частота 3-7 Гц) это **первая** стадия сна – дремота.
- **Вторая** стадия характеризуется появлением на ЭЭГ сонных веретен и К-комплексов (частота 12-15 Гц) – эта стадия поверхностного, легкого сна.
- В **третьей** стадии сонные веретена сочетаются с дельта волнами (частота 0.5 – 2 Гц), дельта волны на ЭЭГ составляют не менее 50%. Это стадия глубокого сна.
- **Четвертая стадия** – на ЭЭГ регистрируются только дельта волны, самая высокая амплитуда и самая низкая частота 0.5 – 2 Гц. В этой стадии наблюдается самый крепкий сон, он так и называется – **дельта сон, или медленноволновой** - глубокий сон.

Бодрствование, глаза открыты, взгляд перемещается



Фазы сна



		Частота	Состояние
Бета-ритм		12-25 Гц	Бодрствование с открытыми глазами и БДГ-сон
Альфа-ритм		8-12 Гц	Бодрствование с закрытыми глазами
Тета-ритм		4-8 Гц	Засыпание
Дельта-ритм		1-4 Гц	Медленноволновый сон

# Медленноволновой сон (дельта – сон)

- Падает тонус скелетных мышц, и человек длительное время может сохранять одно положение тела.
- Снижается частота сердечных сокращений, артериальное давление,
- частота дыхания,
- температура тела,
- уменьшается секреторная и двигательная активность кишечника
- темп метаболизма в целом.

- При этом ритм дыхания и работы сердца становится более равномерным.
- Во время этой стадии труднее всего разбудить человека, потому что увеличиваются пороги сенсорной чувствительности.
- При пробуждении во время самого глубокого сна человек с трудом ориентируется, теряет во времени, долго приходит в себя.

# БДГ сон

Четвертая стадия сменяется **пятой**, которая рассматривается отдельно, как **совершенно другой вид сна** – **БДГ сон**, потому, что в это время можно наблюдать быстрые движения глаз под закрытыми веками. Эта фаза получила еще и название **парадоксального сна**.

# Цикличность БДГ сна

- Первый период БДГ сна - через девяносто минут после засыпания. 5 – 10 мин
- Длительность каждой последующей фазы БДГ возрастает.
- Самая длинная - более получаса утром, перед пробуждением.
- Всего за ночь смена 4 – 6 циклов сна.



# Характеристики БДГ сна

- на ЭЭГ фиксируется ритм, характерный для активного бодрствования
- вегетативная нервная система переживает бурю
- скелетные мышцы практически парализованы, полностью расслаблены  
**парадоксальность**
- еще большее увеличение порогов сенсорной чувствительности (до 400%)

# Состояние ЦНС во время БДГ сна

- Клетки мозга чрезвычайно активны, но
- к ним не поступает информация от органов чувств
- не передается возбуждение на мышечную систему.

# Медленный и парадоксальный (БДГ) сон

- Снижение активности и тонуса мышц
- Метаболизм, температура, гормоны, АД - ↘
- ЭЭГ - сон

Полный паралич мышц

Метаболизм, АД, дыхание ↗

ЭЭГ – активное бодрствование

Сон - особое генетически  
детерминированное состояние  
организма человека (и  
теплокровных животных, т.е.  
млекопитающих и птиц),  
характеризующееся закономерной  
последовательной сменой  
определенных полиграфических  
картин в виде циклов, фаз и  
стадий

# Каково назначение каждой из двух фаз сна?

- Лишение медленноволнового сна
- Лишение парадоксального сна

Основные выводы: лишение 1 невозможно, лишение 2 приводит к смерти

## **Предполагаемые центры сна:**

Центр медленноволнового сна: в **переднем гипоталамусе**, (в вентролатеральном преоптическом ядре), медиатор — гамма-аминомасляная кислота (ГАМК); активность нейронов незначительна в бодрствовании, но резко возрастает в период обычного сна и прекращается во время парадоксального.

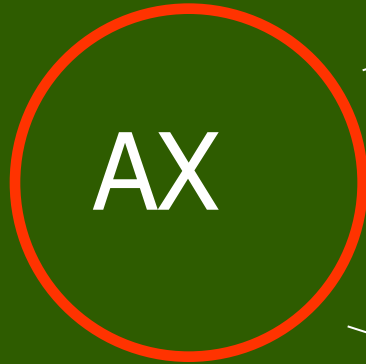
Центр парадоксального сна: **ретикулярная формация покрышки моста** (латеродорзальная / педункуло-понтинная области покрышки моста), медиаторы — ацетилхолин и глутамат.

	Бодрствование	Медленноволновый сон	Парадоксальный сон
Преобладающий ритм в ЭЭГ	бета-ритм	дельта-ритм	бета-ритм
Выделение <b>норадреналина</b> (из голубого пятна)	<b>максимально</b>	<b>снижено</b>	отсутствует
Выделение <b>серотонина</b> (из дорзальных ядер шва)	<b>максимально</b>	<b>снижено</b>	отсутствует
Выделение <b>гистамина</b> (из туберомамиллярного ядра заднего гипоталамуса)	<b>максимально</b>	<b>снижено</b>	отсутствует
Выделение <b>ацетилхолина</b> (из базальных ядер переднего мозга - базальное крупноклеточное ядро и др.)	<b>максимально</b>	отсутствует	<b>максимально</b>

бодрствование

Самовозбуждение и

БДГ сон



Медленноволновой  
сон



- **Медленный сон и бодрствование - противоположные состояния.**
- **Роль медленного сна: восстановление гомеостаза мозговой ткани и оптимизация управления внутренними органами**
- **Парадоксальный сон жизненно необходим**