

Функциональные состояния  
человека. Физиология сна и  
бодрствования. Активирующие  
системы мозга.

**Функциональное состояние (ФС)** – это степень активности ЦНС и других систем организма, обеспечивающих его жизнедеятельность в различных условиях, в том числе и во время сна.

Основные виды функциональных состояний: сон и бодрствование.

# Показатели изменения функциональных состояний:

1. *Двигательные показатели* (двигательные реакции, приходящиеся на определенный интервал времени, уровень мышечного тонуса, при котором удерживается определенная поза или выполняются различные движения).
2. *Вегетативные показатели* (частота и глубина дыхания, кожно-гальванический рефлекс, артериальное давление расширение и сужение сосудов головы и конечностей, частота пульса и ее дисперсия, систолический выброс, минутный выброс сердца).
3. *Показатели ЭЭГ.*

# РИТМЫ ЭЭГ

На ЭЭГ регистрируется 4 основных физиологических ритма:  $\alpha$ -,  $\beta$ -,  $\theta$ - и  $\Delta$ - ритмы

$\alpha$ -Ритм имеет частоту 8–13 Гц, амплитуду до 70 мкВ, наблюдается у человека в состоянии физического, интеллектуального и эмоционального покоя.  $\alpha$ -ритм является упорядоченным регулярным ритмом. Если он доминирует, ЭЭГ рассматривается как синхронизированная. Механизм синхронизации ЭЭГ связан с деятельностью выходных ядер таламуса.

# РИТМЫ ЭЭГ

**α-ритм** (8-14 Гц) преобладает у 85 –95% здоровых людей *старше девятилетнего возраста. Лучше всего он* выражен в затылочных областях мозга, в передних (центральной и лобной) областях, часто сочетается с β-ритмом. Вариантом α-ритма являются «веретена сна» длительностью 2 –8 с, которые наблюдаются при засыпании и представляют собой регулярные чередования нарастания и снижения амплитуды волн в частотах α-ритма.

# РИТМЫ ЭЭГ

$\beta$ -ритм имеет нерегулярную частоту 14 – 30 Гц, низкую амплитуду – до 30 мкВ, сменяет  $\alpha$ -ритм при сенсорной стимуляции, например, при действии света, при эмоциональном возбуждении.

Наиболее выражен  $\beta$ -ритм в лобных, центральных областях головного мозга. Ритм отражает высокий уровень функциональной активности головного мозга.

Смена  $\alpha$ -ритма  $\beta$ -ритмом называется десинхронизацией ЭЭГ и объясняется активирующим влиянием на кору больших полушарий восходящей ретикулярной формации ствола и лимбической системы.

# РИТМЫ ЭЭГ

*$\theta$ -Ритм имеет частоту 4 – 7 Гц, амплитуду до 200 мкВ.*

*У бодрствующего человека  $\theta$ -ритм регистрируется обычно в передних областях мозга при длительном эмоциональном напряжении и почти всегда регистрируется в процессе развития фаз медленноволнового сна. Отчетливо регистрируется у детей, пребывающих в состоянии неудовольствия.*

*$\Delta$ -Ритм имеет частоту 0,5 – 3,0 Гц, амплитуду 200 – 300 мкВ. Эпизодически регистрируется во всех областях головного мозга. Появление этого ритма у бодрствующего человека свидетельствует о снижении функциональной активности мозга. Стабильно фиксируется во время глубокого медленноволнового сна.*

# Суточные ритмы



Организму животных и человека присуща циклическая активность (биоритмы).

Биоритм - автоколебательный процесс в биологической системе, в котором последовательно чередуются периоды ее напряжения и расслабления. У человека более 1000 различных биоритмов. Важнейший из них – «сон-бодрствование».

Термин «бодрствование» ввел в 1923 г. Английский ученый Г.Гед.

Термин отражает связь между уровнем активности нервных центров и разными видами поведения.

- Поведение практически всего живого, от водоросли до человека, привязано к временным циклам, которые обычно соотносятся с продолжительностью дня. Например, листья многих растений раскрываются на рассвете и складываются на закате, и любому, кто совершал дальний авиаперелет, известно о феномене «смещения времени», когда человек плохо себя чувствует, резко оказавшись в другом часовом поясе. Это явление обусловлено внутренними механизмами, получившими название «**биологических часов**».

# ЖАВОРОНОК

[HTTP://ALPHYNE.MEGASUS.ORG](http://alphyne.megasus.org)



УТРО



ДЕНЬ



ВЕЧЕР



НОЧЬ

# СОБА



УТРО



ДЕНЬ



ВЕЧЕР



НОЧЬ

# ИНТЕРНЕТ-АДДИКТ



НЕТ ИНТЕРНЕТА



НЕТ ИНТЕРНЕТА



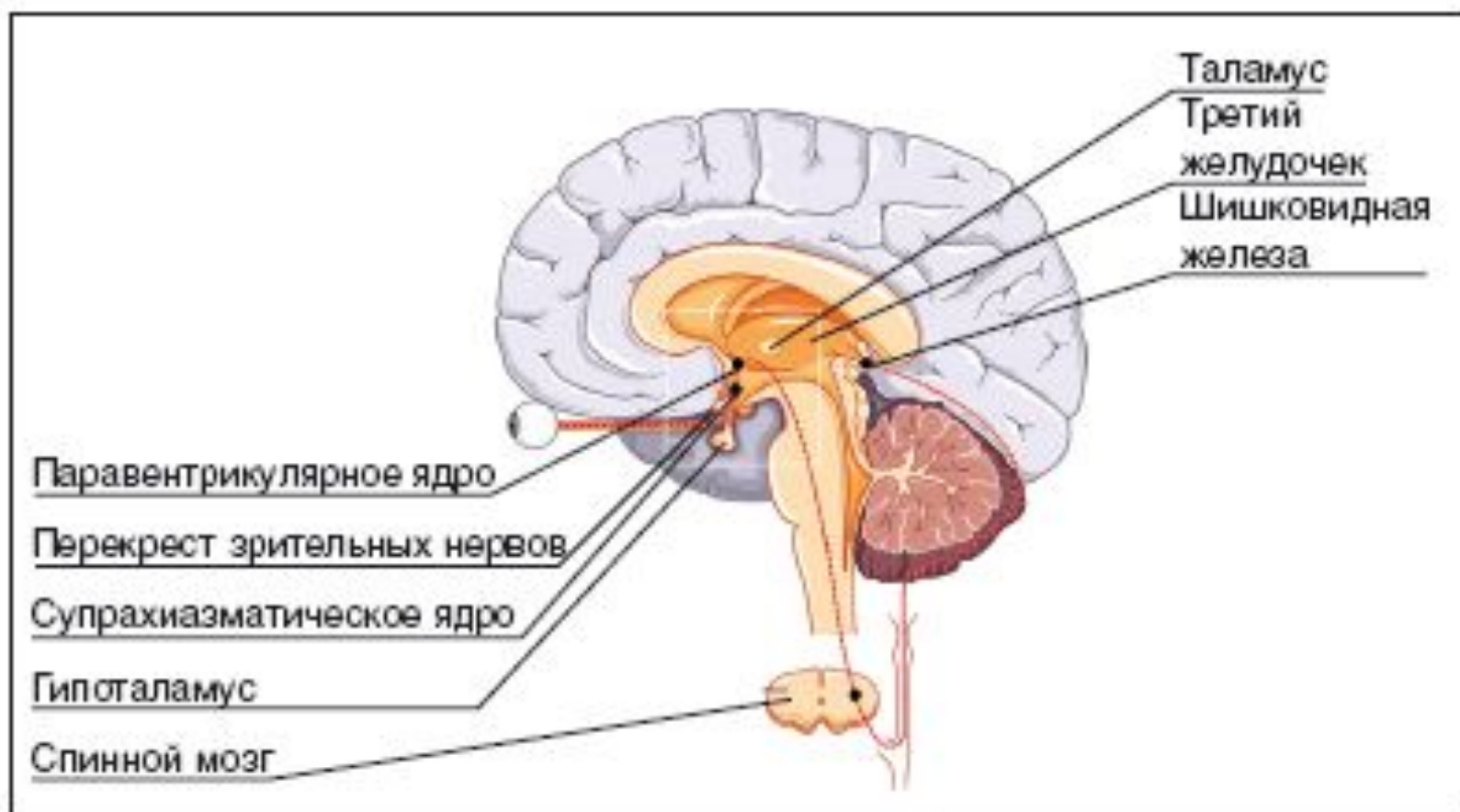
НЕТ ИНТЕРНЕТА



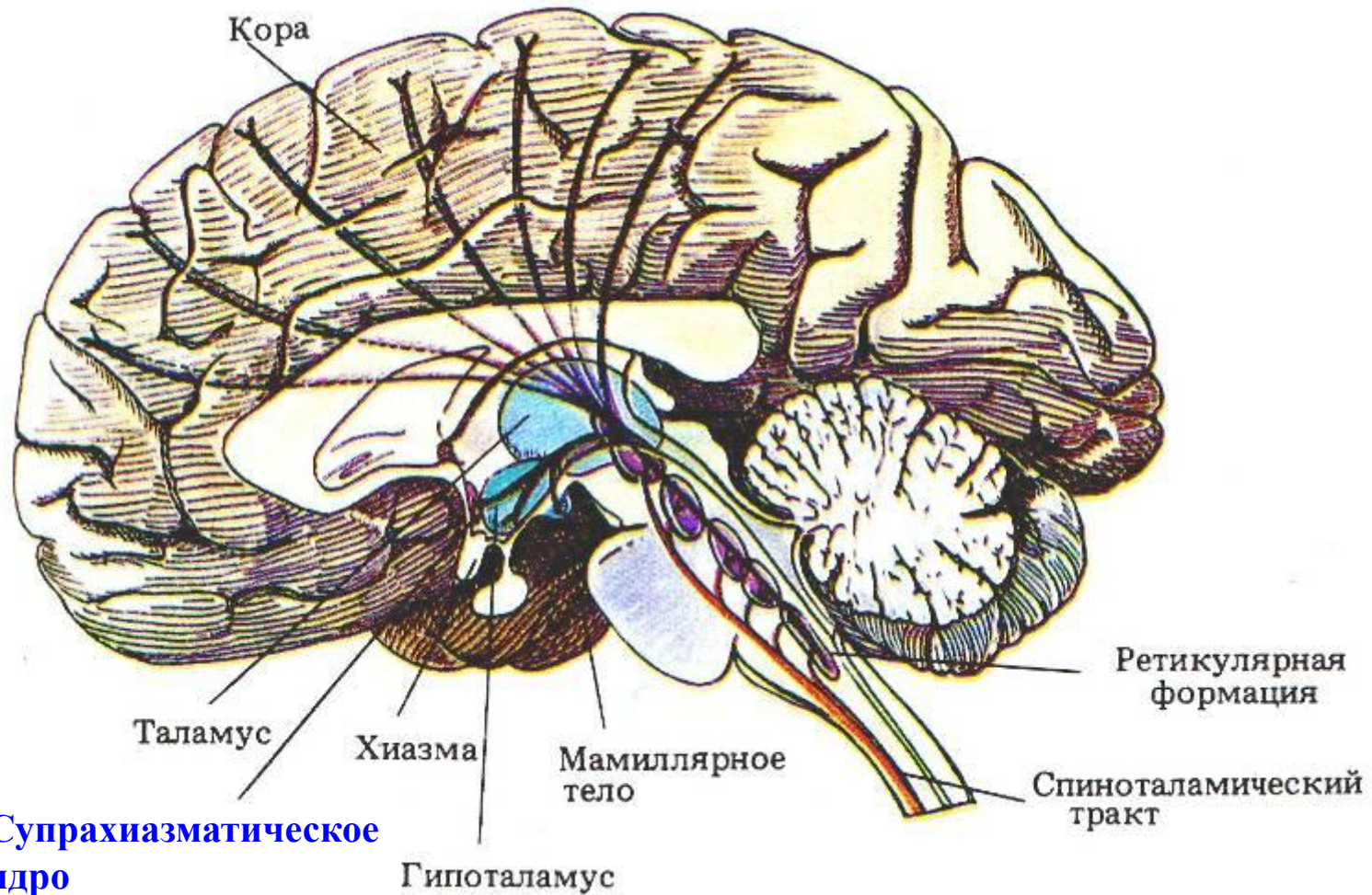
ЕСТЬ ИНТЕРНЕТ

- Хорошо известно, что у человека упадок жизненных сил приходится на 3-4 часа утра (один поэт назвал это «кромешной полночью души»), и действительно, смерть в эти часы наступает чаще, чем в любое другое





**Рис. 4. Анатомия системы регуляции циркадных ритмов**



**Супрахиазматическое** ядро расположено над зрительным перекрестом в основании гипоталамуса. Оно получает вход от зрительной системы и отвечает за восприятие светлого времени суток как времени бодрствования, а также поддерживает суточный ритм.

Структура сна. Ритмы ЭЭГ при  
различных стадиях сна и при  
бодрствовании.

# СТАДИИ СНА

По картине ЭЭГ выделяют следующие стадии сна:

1-я – короткая (10-15 мин) стадия дремоты

характеризуется уменьшением альфа-активности и появлением низкоамплитудных тета- и дельта-волн.

На этой стадии у человека могут появляться сноподобные галлюцинации. Сон часто начинается с подергивания . Это внезапное судорожное движение, которое происходит на первой стадии НБДГ, называют миоклонной судорогой . Она вызвана резкой вспышкой электрической активности мозга . Миоклонная судорога подобна миниатюрной версии эпилептического приступа, но это – нормальная часть физиологии сна.

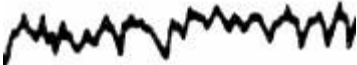

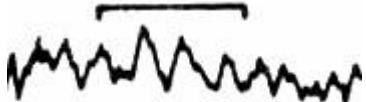



- 2-я стадия занимает почти половину времени сна – это поверхностный сон. На этой стадии регистрируют вспышки веретенообразного ритма 14-18 Гц. С появлением этих веретен происходит отключение сознания. В паузы между веретенами человека легко разбудить.

- На 3-й стадии к ним добавляются дельта-волны, которые становятся доминирующими на 4-й стадии сна. 3 и 4 стадии сна объединяют общим названием дельта-сон и представляют наиболее глубокие стадии сна. На этих стадиях происходит самое сильное отключение от внешнего мира и наивысший порог пробуждения. При пробуждении в этой стадии человек с трудом ориентируется, в наибольшей степени компрессирует время (недооценивает длительность предшествующего сна). Дельта-сон преобладает в первую половину ночи.

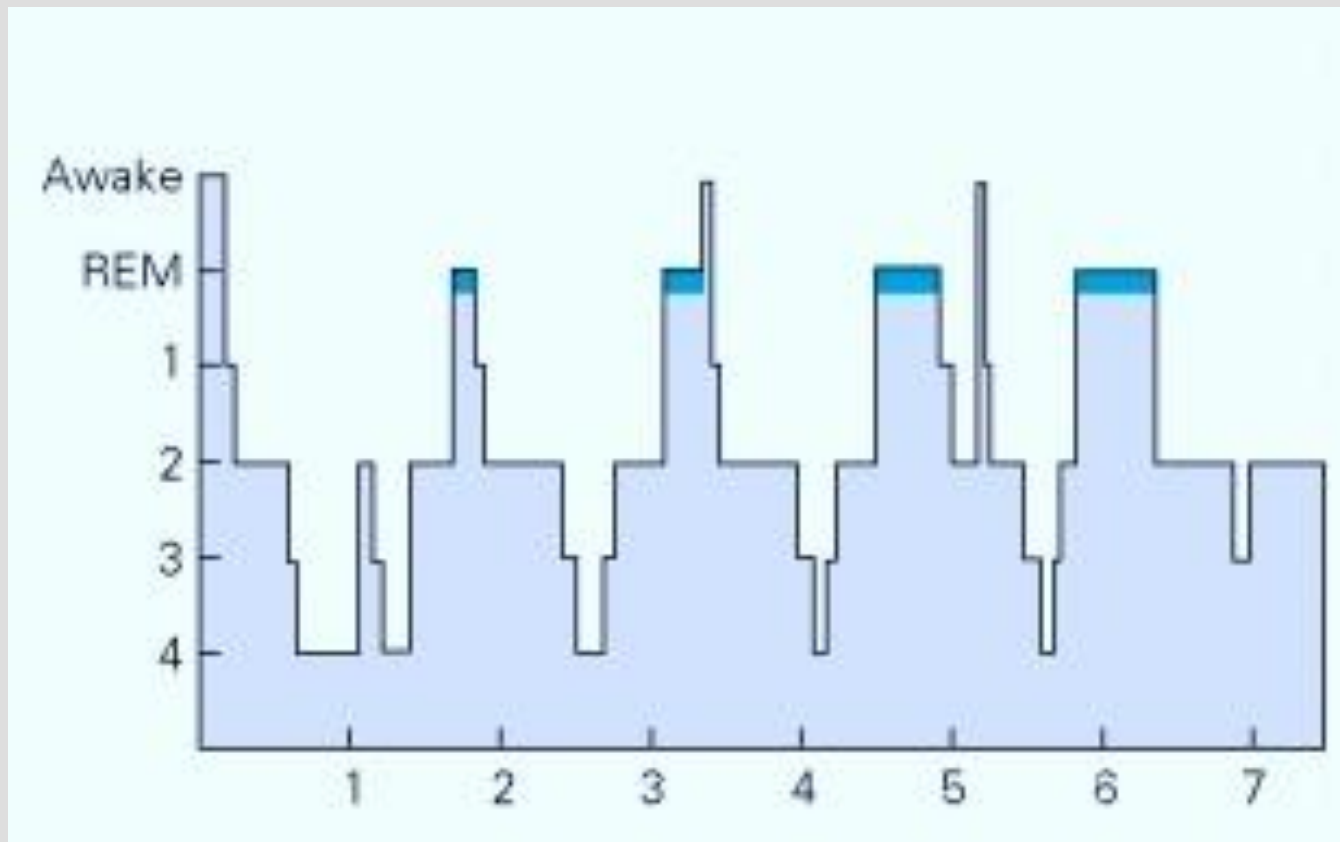
5-я стадия – парадоксальный сон (быстрый сон)  
занимает примерно 23% продолжительности сна.  
Характеризуется быстрыми низкоамплитудными  
ритмами ЭЭГ.

# Основные ритмы ЭЭГ человека

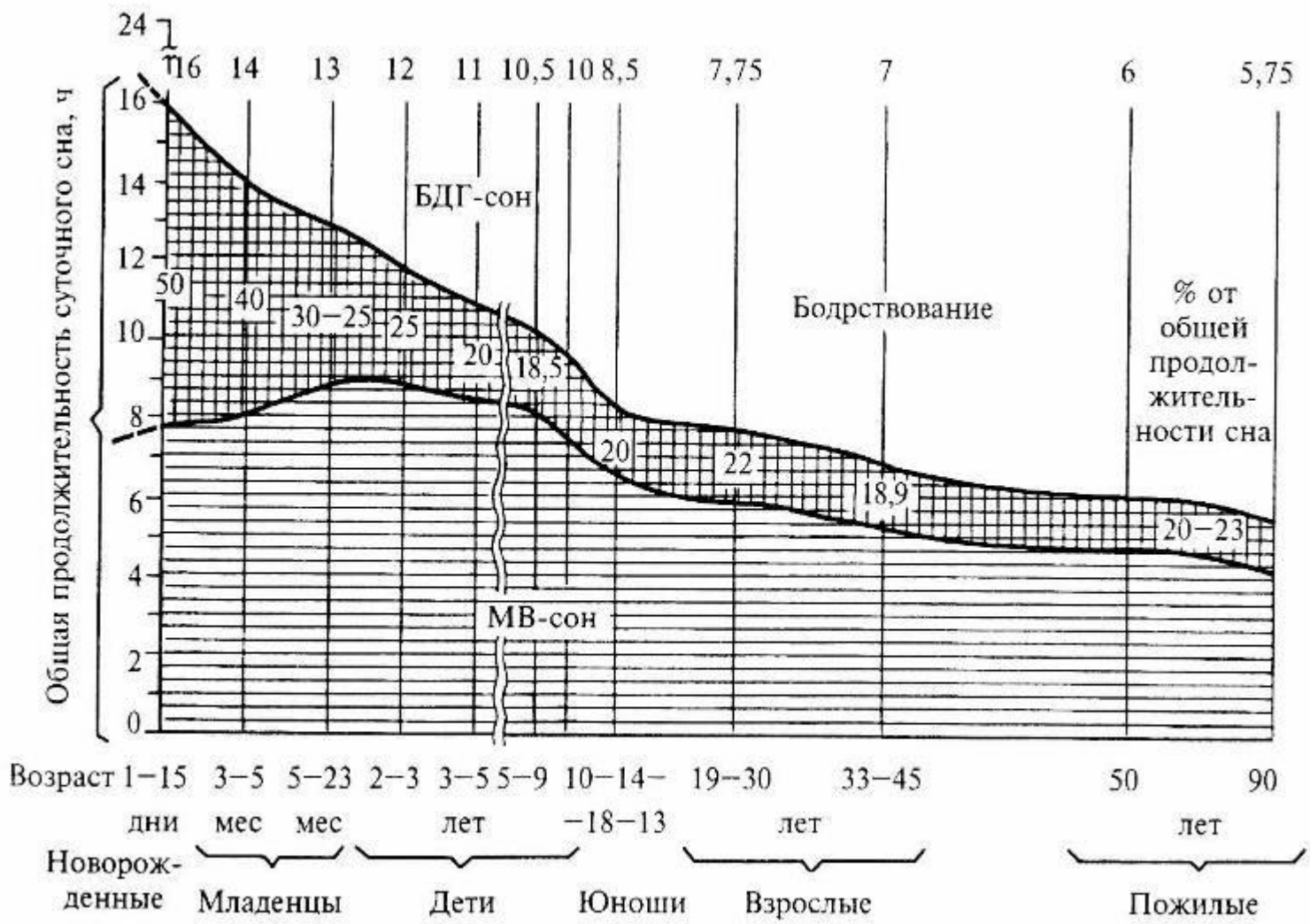
	Частота	Состояние
Бета-ритм 	12-25 Гц	Бодрствование с открытыми глазами и БДГ-сон
Альфа-ритм 	8-12 Гц	Бодрствование с закрытыми глазами
Тета-ритм 	4-8 Гц	Засыпание
Дельта-ритм 	1-4 Гц	Медленноволновый сон

Феномен «быстрого» сна открыли в 1953 г. американские ученые А.Азеринский и К. Клейтман. Медленноволновой сон человека периодически прерывается короткими периодами низкоамплитудной ЭЭГ (похожей на десинхронизацию ЭЭГ при пробуждении), сопровождающимися **быстрыми движениями глазных яблок**. Отсюда часто употребляемое название этой стадии — **парадоксальная**, или стадия быстрых движений глаз (**БДГ-сон**, или **REM**-стадия — от rapid eye movement).

Люди, разбуженные во время парадоксальной стадии сна, в 80 % случаев сообщали о **сновидениях**. Мышцы тела расслаблены сильнее всего во время парадоксального сна, однако вегетативные показатели (дыхание, сердцебиение, кровяное давление и др.) во время парадоксального сна могут соответствовать активному бодрствованию (вплоть до так называемой «вегетативной бури»).



На протяжении ночи глубина сна волнообразно увеличивается и уменьшается, а периоды БДГ-сна постепенно удлиняются. Переход между глубоким медленноволновым сном (фаза 4) и БДГ-сном (и обратно) совершается последовательно через стадии неглубокого сна (фазы 1-3). На границе БДГ-сна нередко происходит кратковременное пробуждение. По оси абсцисс – часы после засыпания. Синим цветом обозначены эпизоды БДГ-сна.



График, показывающий возрастные изменения продолжительности и доли парадоксального сна у человека. Видно резкое сокращение длительности парадоксального сна (БДГ) — от 8 часов у новорожденных до 1 часа у пожилых людей. Изменения в продолжительности медленно-волнового сна (МВ) не столь выражены; уменьшение от 8 часов до примерно 5 часов.

В состоянии **бодрствования** с открытыми глазами преобладает **бета-ритм**, и этот же ритм наблюдается при **парадоксальном сне**.

В процессе засыпания человек проходит 4 стадии, от **спокойного бодрствования с закрытыми глазами (альфа-ритм)** до собственно **медленноволнового сна (дельта-ритм)**.





Дж.Морuzzi и Х.Мегун показали в 1949 г., что стимуляция **ретикулярной формации** ствола мозга вызывает пробуждение. Сон при этом в то время рассматривался как следствие временной блокады активирующих восходящих влияний с одновременным «включением» таламокортикальных синхронизирующих процессов.

В настоящее время стало очевидно, что вместо единой «активирующей ретикулярной формации» (представление о которой сформировалось благодаря работам Бремера, Моруцци, Мегуна и других исследователей), существует большое количество центров, которые различаются по своим функциям, выделяемым нейромедиаторам и локализации в мозге.

Большинство из них действительно находятся в ретикулярной формации ствола мозга или вблизи нее, но часть из них – в гипоталамусе и других структурах мозга.

## Выделение модулирующих медиаторов в кору больших полушарий во время бодрствования и сна

	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 туберомиллярного 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>

## *Состояние бодрствования*

Бодрствование является тем функциональным состоянием, на фоне которого разворачивается любая деятельность. Состояние бодрствования не является однородным. В нем выделяют с некоторой степенью условности следующие формы:

- *Функциональный покой* (спокойное бодрствование) – это функциональное состояние наблюдается при отсутствии какой-либо деятельности. Человек находится в полностью расслабленном физическом состоянии, максимальном психо-эмоциональном покое, изолирован от воздействия всех внешних раздражителей, глаза закрыты но не спит.

- *Пассивное бодрствование.* Физический покой, глаза открыты, воздействуют сигналы низкой семантической значимости, произвольная активность отсутствует, спокойный психоэмоциональный фон. Это переходное состояние между физиологическим покоем и рабочим состоянием.

- *Активное бодрствование.* Наличие произвольной физической или интеллектуальной деятельности, но на низком психоэмоциональном фоне. При этом отмечается заметная активация двигательной и вегетативной сфер, на ЭЭГ преимущественно быстрые колебания, включаются бета- и гамма-ритмы. Эти изменения помогают эффективно реализовать определенный вид деятельности.

- *Психо-эмоциональное напряжение.*  
Произвольная физическая и интеллектуальная активность повышенной интенсивности, требующей мобилизации функциональных резервов. Высокая степень ответственности или уровня притязаний. Это состояние характеризуется значительной, но адекватной активацией всей сомато-вегетативной сферы, адекватным усилением продукции ряда гормонов (адренокортикотропного, глюкокортикоидов, катехоламинов).



- *Психо-эмоциональная напряженность*, что связано главным образом с чрезвычайно высокой ответственностью, жестким лимитом времени или очень высоким уровнем притязаний. Такой уровень характеризуется неадекватными изменениями в двигательной и вегетативной системах, сужением внимания, снижением производительности. Это состояние относится к категории запрещенных, т.е. неблагоприятно отражающихся на состоянии человека и успешности деятельности.

- *Психо-эмоциональный* стресс. Развивается как правило в чрезвычайных условиях – при авариях, катастрофах, часто связан с витальной угрозой для себя или близких. При этом развивается так называемый адаптационный синдром Селье. Очень выраженный или полный срыв деятельности. Поведение неадекватно ситуации.

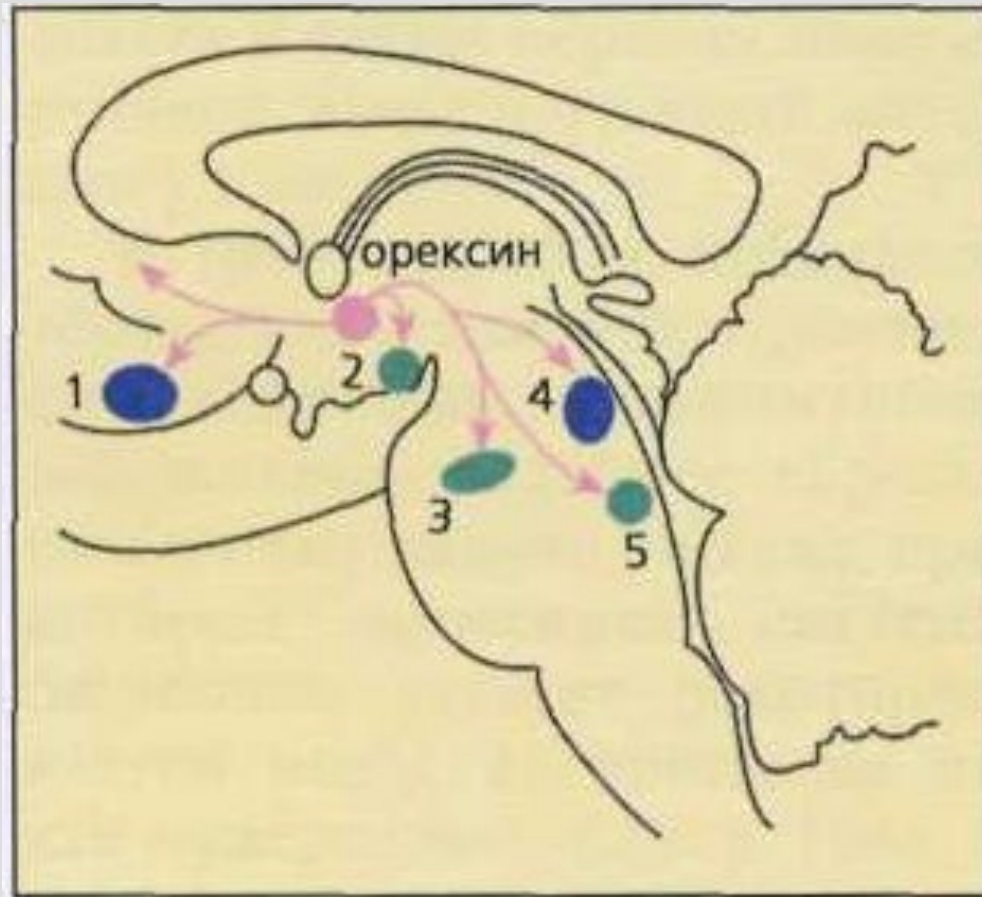
В настоящее время очевидно, что бодрствование и два вида сна – качественно различные состояния, каждое из которых имеет свои управляющие центры.

Все центры, обеспечивающие состояние бодрствования, координируются из одного общего центра в гипоталамусе, который выделяет **орексин**.

Функция орексина как медиатора, ответственного за координацию других центров бодрствования, была открыта совсем недавно – около 2003 г., а сам орексин был открыт лишь немногим раньше – в 1998 г.

При потере хотя бы части орексиновых нейронов возникает нарколепсия – дневная сонливость.

## Предполагаемые центры бодрствования:



- 1 — базальные ядра переднего мозга (выделяют ацетилхолин),
- 2 — ядра заднего гипоталамуса (туберомамиллярное ядро) (выделяют гистамин),
- 3 — дорзальные ядра шва (выделяют серотонин),
- 4 — область покрышки моста (выделяет ацетилхолин и глутамат),
- 5 — голубое пятно (выделяет норадреналин).

Схема расположения «**центров бодрствования**» в головном мозге человека и влияния на них орексиновых нейронов (показано красным). Орексиновые нейроны немногочисленны и расположены в гипоталамусе (латеральном и вентро-медиальном ядрах). Предполагается, что именно выделение нейропептида **орексина** нейронами этих ядер переключает мозг в режим бодрствования.



## 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 / педункулопонтинная области покрышки моста), медиаторы — ацетилхолин и глутамат.

# Нарушения сна



## Группы нарушений сна человека:

### 1. Инсомнии (бессонница)

### 2. Гиперсомнии (сонливость, нарколепсия)

### 3. Парасомнии

- двигательные: сомнамбулизм (лунатизм), говорение во сне, бруксизм (скрежетание зубами), качание головой, спазмы мышц ног и др.
- психические: ночные кошмары, феномен опьянения от сна и др.
- вегетативные: ночной энурез, апноэ (остановка дыхания) и храп, синдром внезапной смерти, нарушения ритма сердца и др.
- эпилептические припадки, связанные со сном

# ГИПНОЗ

Гипноз- неполный сон специального вида, вызываемый искусственно.

Гипнотическое воздействие создает в коре состояние разлитого торможения с ограниченным очагом концентрированного возбуждения в определенном участке.

Через этот очаг осуществляется специфическая коммуникация между гипнотизируемым и гипнотизером.

И.П.Павлов: в гипнотическом состоянии  
выделяют фазы

- уравнительную (все раздражители, независимо от силы, действуют одинаково);
- парадоксальную (возникает ответ на слабый раздражитель, отсутствует – на сильный);
- ультрапарадоксальную (рефлекторный ответ вызывает отрицательный условный раздражитель, но не условный стимул).

# Стадии гипноза:

1. Гипноидности – мышечное расслабление, психическая релаксация, глаза мигают и закрываются.
2. Легкого транса – характерна каталепсия (конечности могут длительно находиться в необычном положении).
3. Среднего транса – возникает амнезия, возможны простые гипнотические внушения.
4. Глубокого транса – полный сомнамбулизм, возможность внушения сложных фантазий.