

# Физиология высшей нервной деятельности

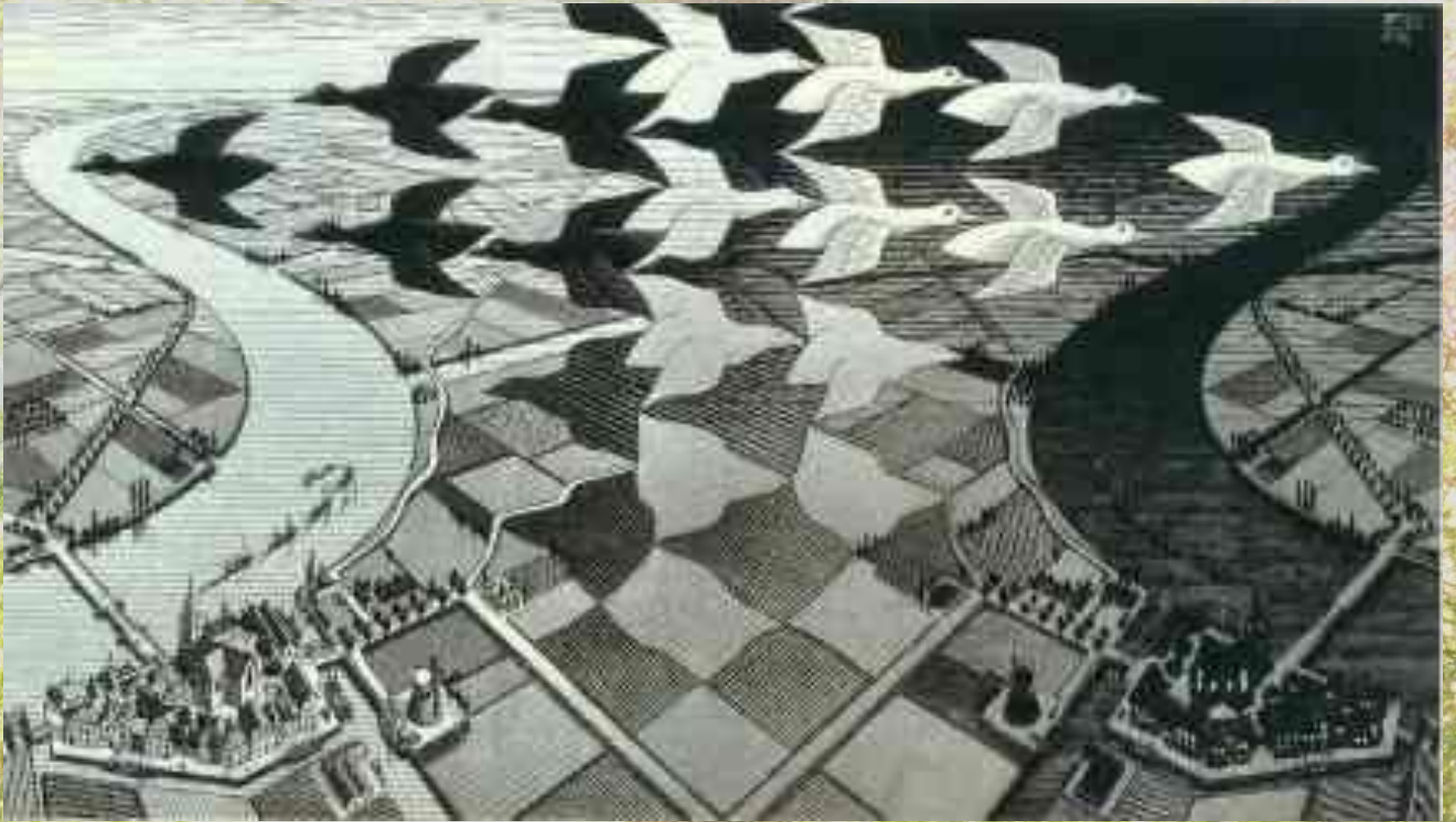
Физиология сна и  
бодрствования. Активирующие  
системы мозга.



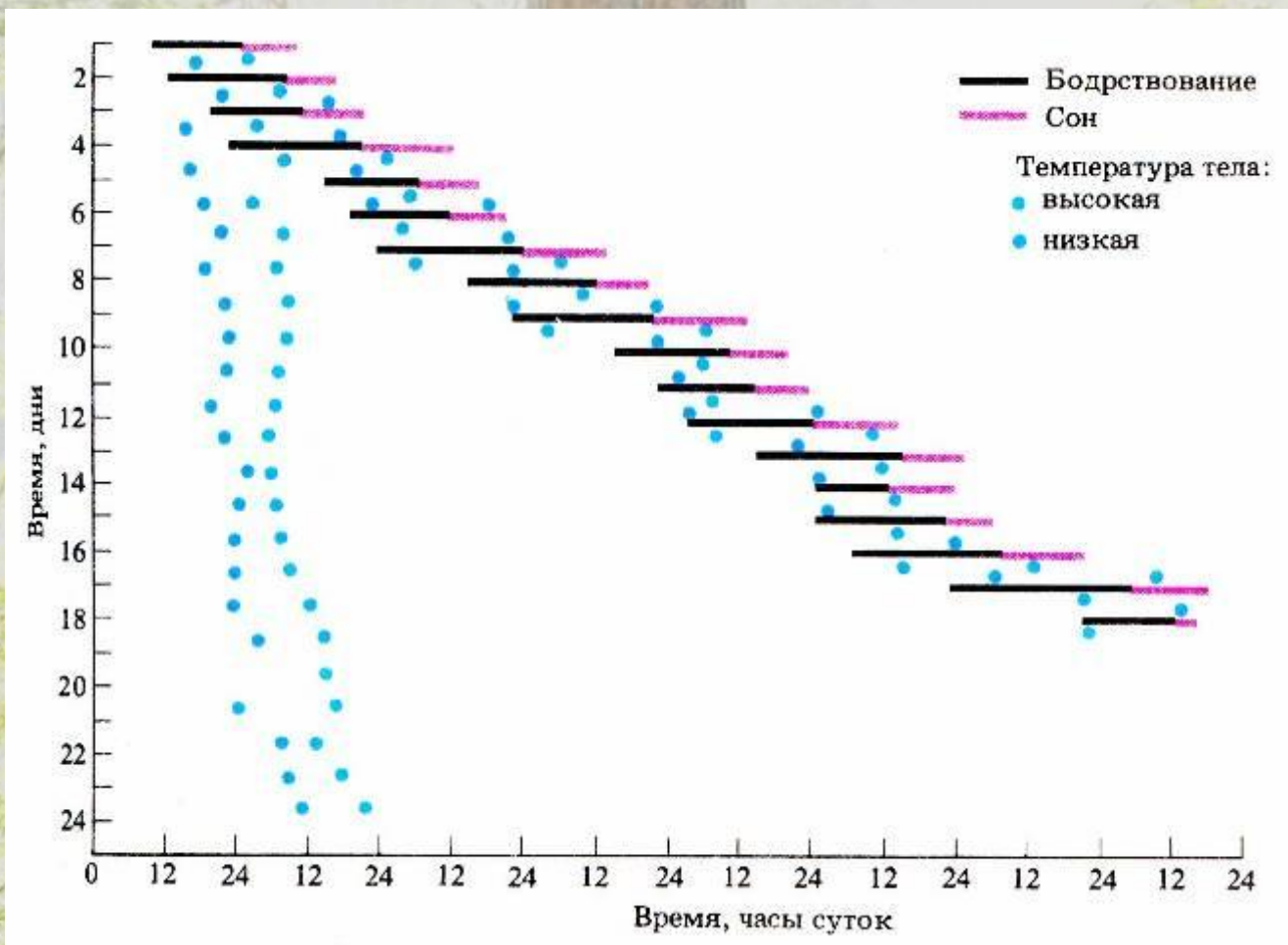
A misty forest scene with a large tree trunk in the center, surrounded by green and pink foliage. The text "Суточные ритмы" is overlaid in blue.

# Суточные ритмы



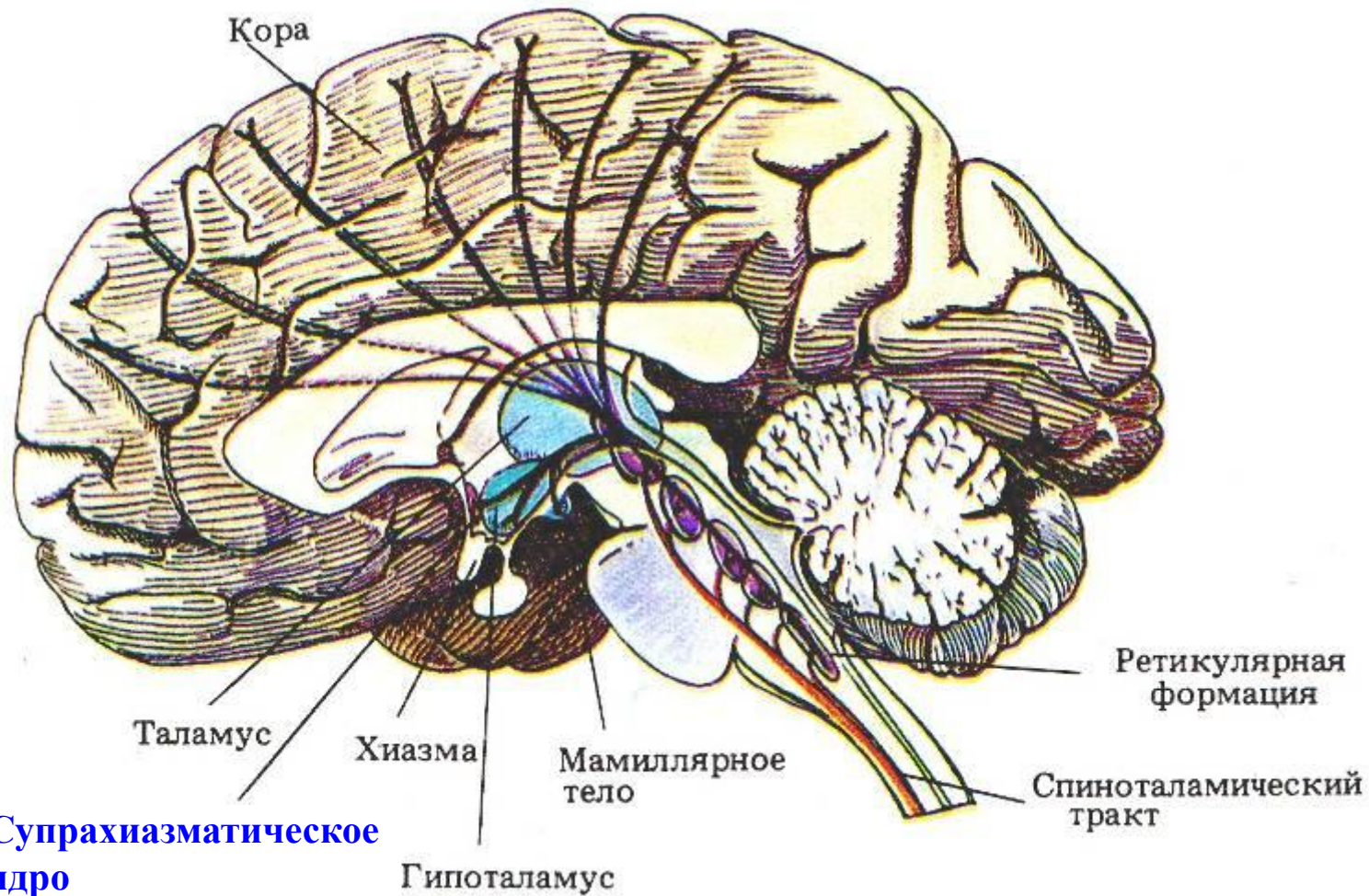


Мориц Эшер. День и ночь




Десинхронизация ритмов организма у человека, живущего в пещере глубоко под землей в изоляции от внешнего мира. Темные полосы - периоды сна, светлые - бодрствование. На рисунке видно, что ритм сна и бодрствования отстает от смены дня и ночи на поверхности. В норме суточный ритм у человека поддерживается изменениями освещенности, а также шумом.





**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.





Выделяют две основные стадии сна:

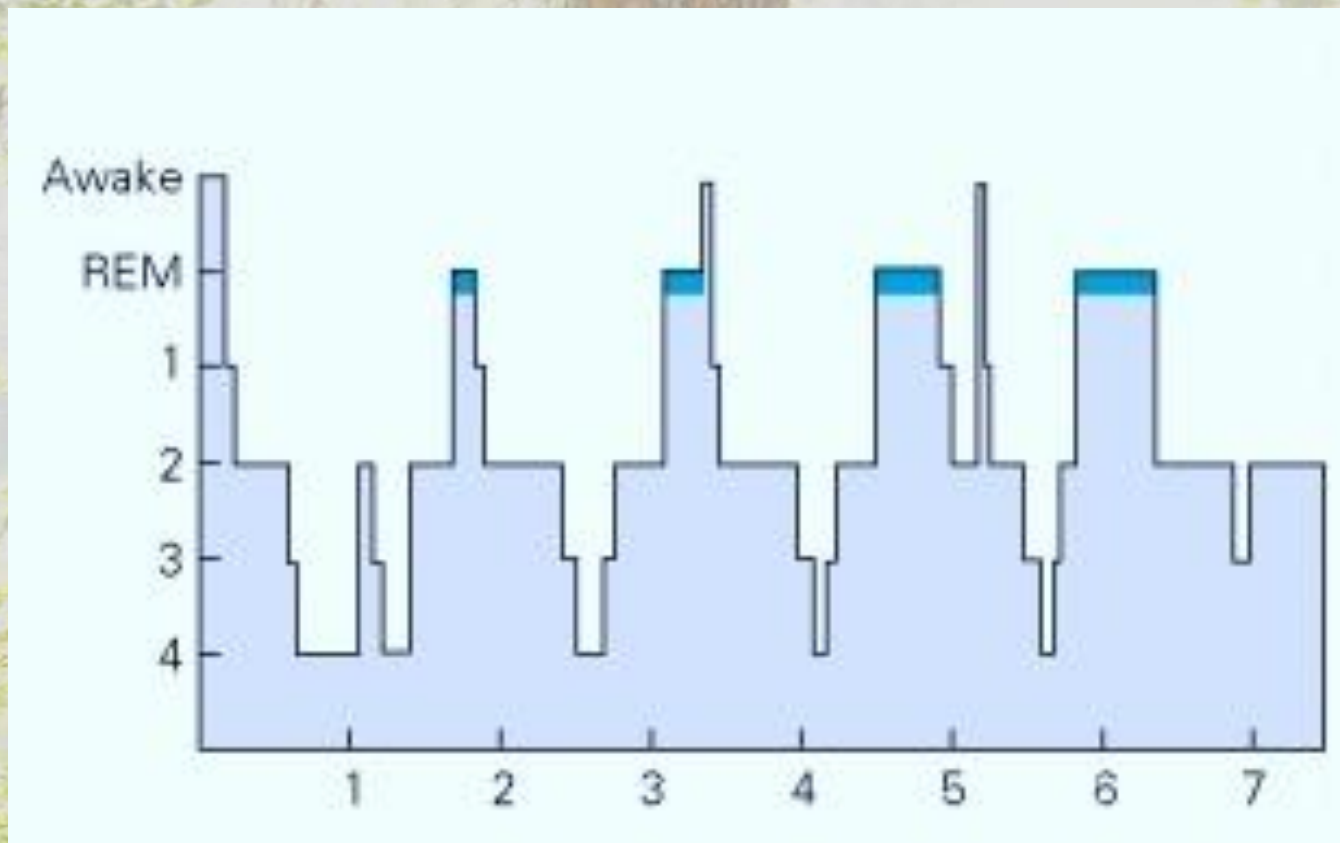
- **медленноволновый сон** и
- **парадоксальный сон**, или **сон с быстрыми движениями глаз** (БДГ-сон).

Медленноволновый сон был открыт и исследован намного раньше, чем парадоксальный.

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).

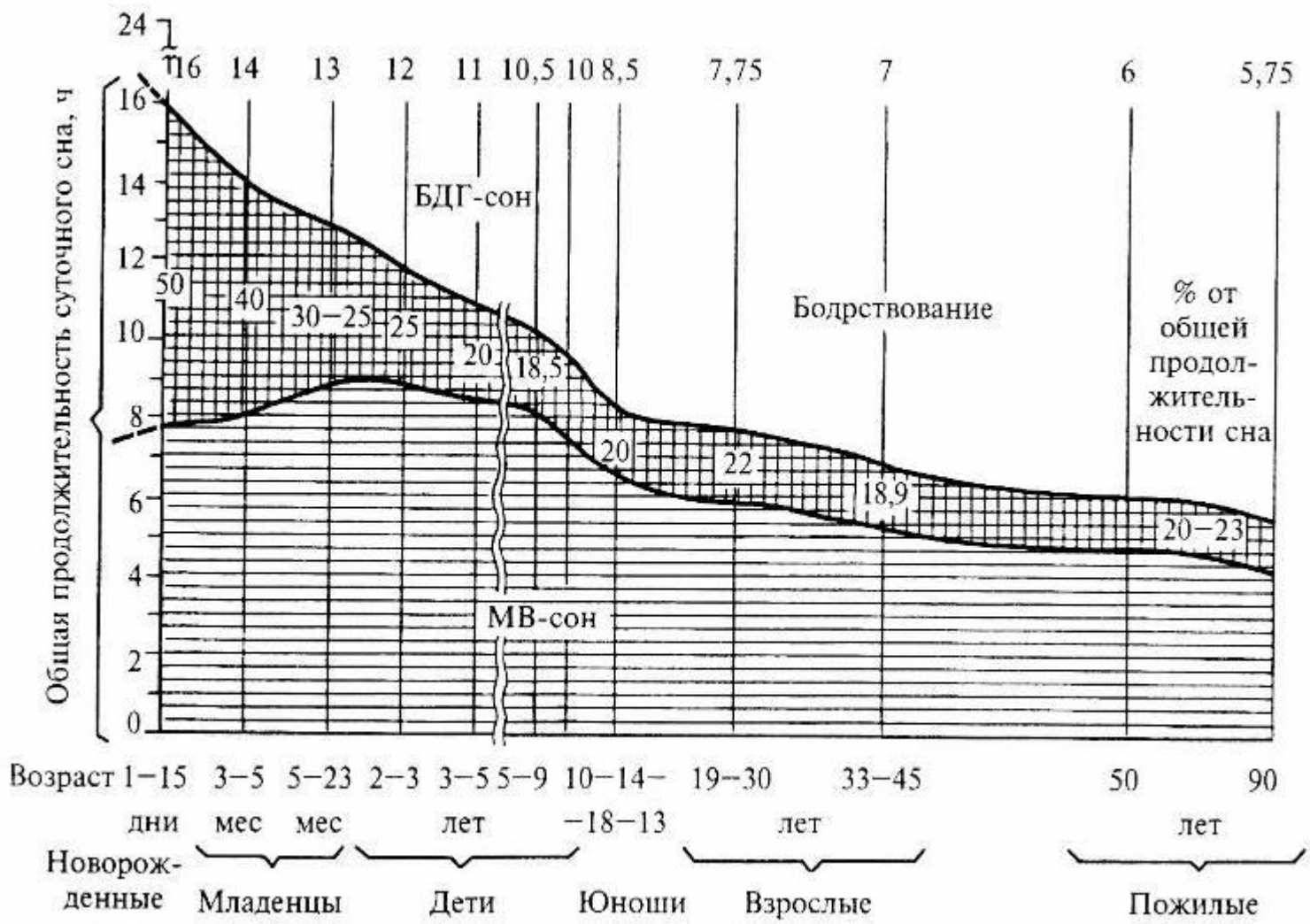
Люди, разбуженные во время парадоксальной стадии сна, в 80 % случаев сообщали о **сновидениях**. Мышцы тела расслаблены сильнее всего во время парадоксального сна, однако вегетативные показатели (дыхание, сердцебиение, кровяное давление и др.) во время парадоксального сна могут соответствовать активному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



# ЭЭГ человека при бодрствовании и сне

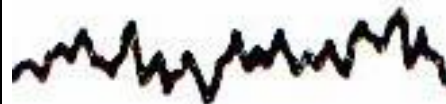
Бодрствование



Медленно-  
волновый сон



Парадоксаль-  
ный сон (БДГ)



Ритм:

бета-ритм и др.

дельта-ритм

бета-ритм

Частота:

высокая

низкая

высокая

Амплитуда:

низкая

высокая

низкая

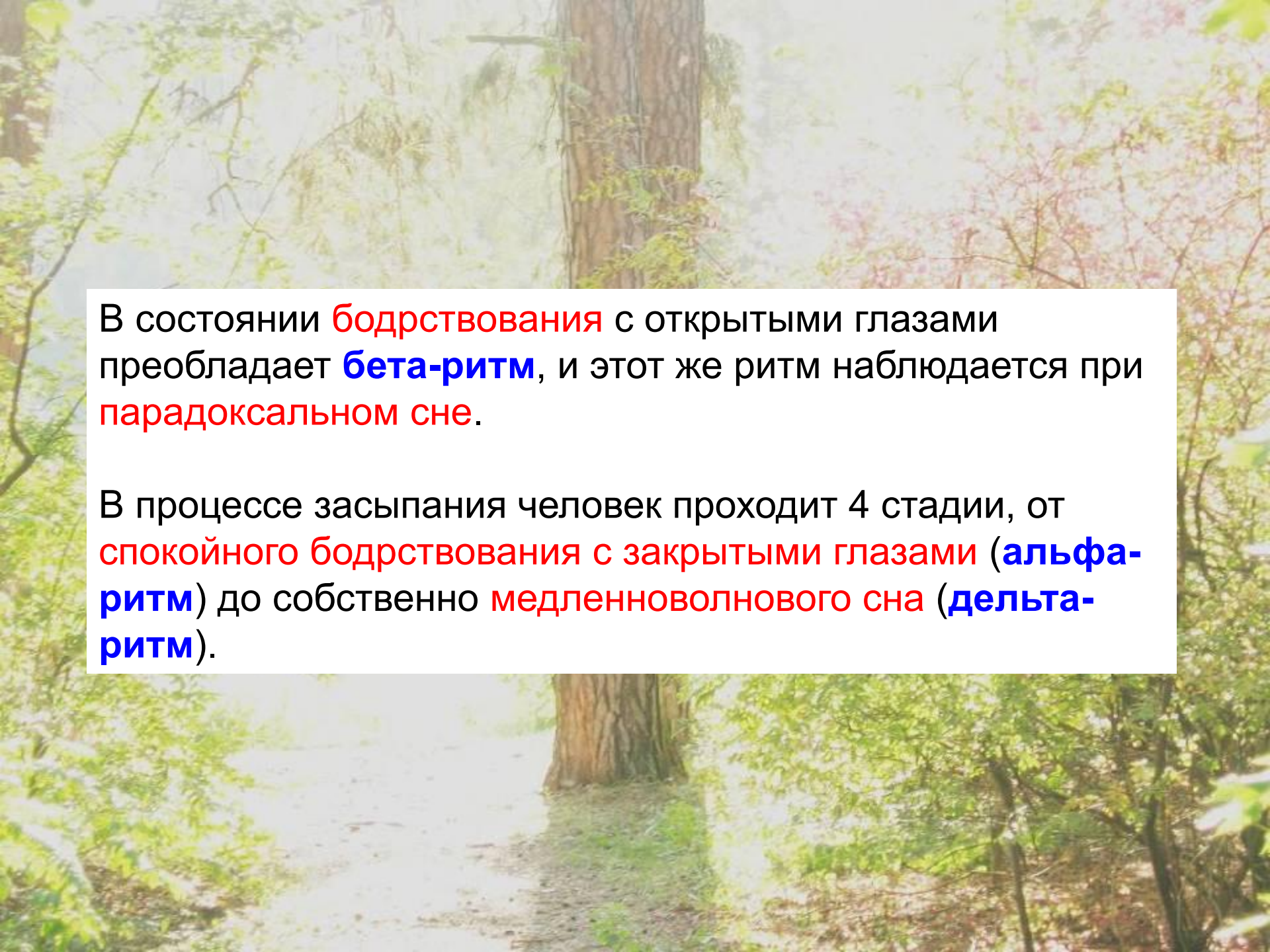
Синхронизация  
(регулярность  
колебаний):

низкая  
(нерегулярная  
активность,  
десинхронизация)

высокая  
(синхронизи-  
рованная  
активность)

низкая  
(нерегулярная  
активность,  
десинхронизация)

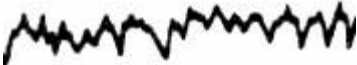

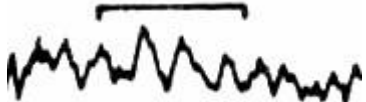





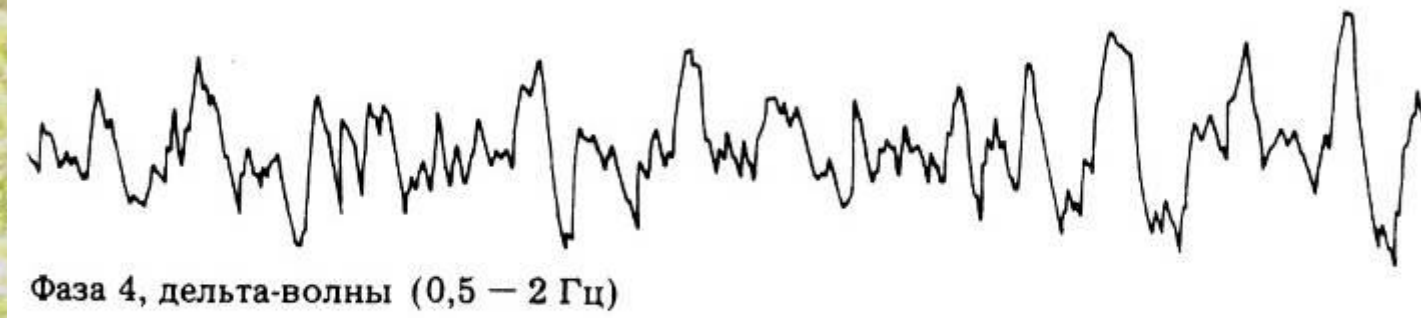
В состоянии **бодрствования** с открытыми глазами преобладает **бета-ритм**, и этот же ритм наблюдается при **парадоксальном сне**.

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

# 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





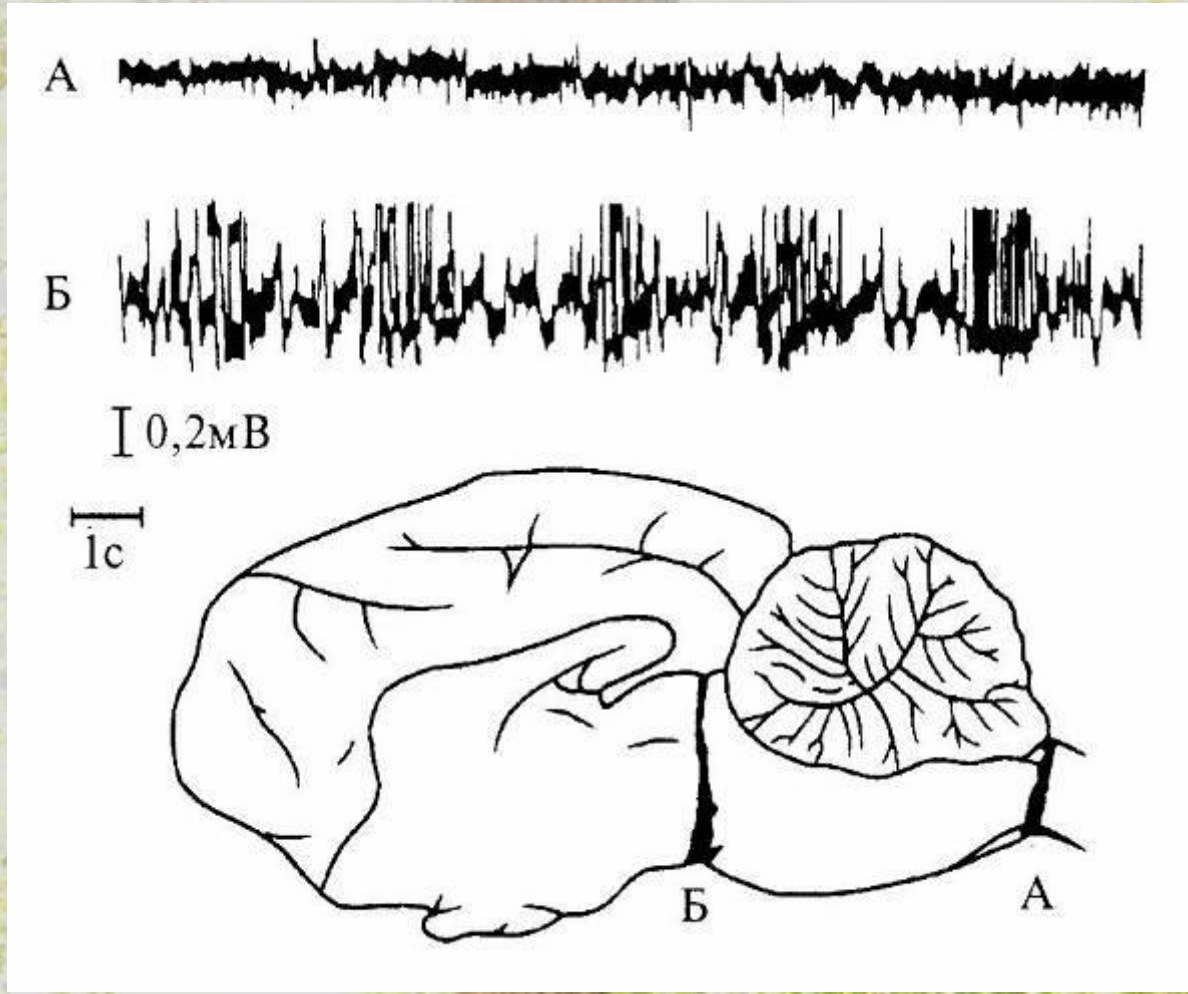
ЭЭГ при различных уровнях бодрствования и сна. БДГ-сон напоминает по характеру ЭЭГ состояние бодрствования, однако электроды не регистрируют мышечной активности нигде, кроме глазных мышц.



A misty forest scene with a large tree trunk in the center and a path leading into the distance. The text is overlaid on the image.

# Физиологические механизмы сна





Препараты изолированного мозга (А) и изолированного переднего мозга (Б) с соответствующими записями ЭЭГ (так называемые «перерезки Бремера» - по Бремеру, 1937). При перерезке на границе головного мозга со спинным (препарат А) в ЭЭГ сохранялась картина бодрствования, а при перерезке на уровне среднего мозга (препарат Б) получали препарат спящего мозга. Бремер заключил, что в изолированном головном мозгу (препарат А) имеется центр пробуждения, расположенный в продолговатом и среднем мозгу, а изолированный передний мозг (препарат Б) лишается связи с этим центром.



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.



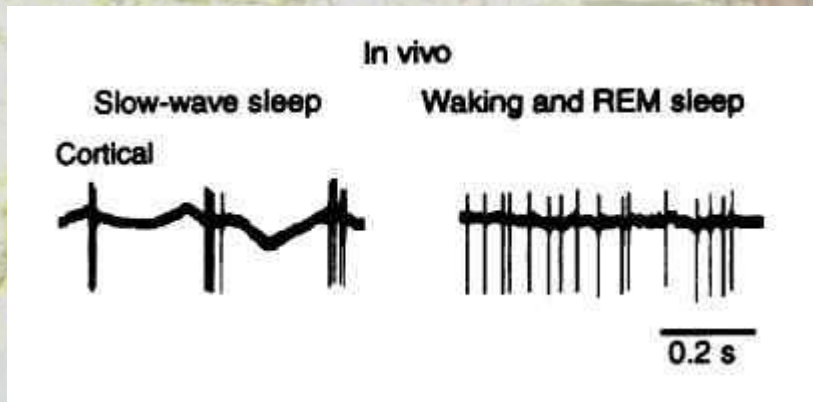
В настоящее время стало очевидно, что вместо единой «активирующей ретикулярной формации» (представление о которой сформировалось благодаря работам Бремера, Моруцци, Мегуна и других исследователей), существует большое количество центров, которые различаются по своим функциям, выделяемым нейромедиаторам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

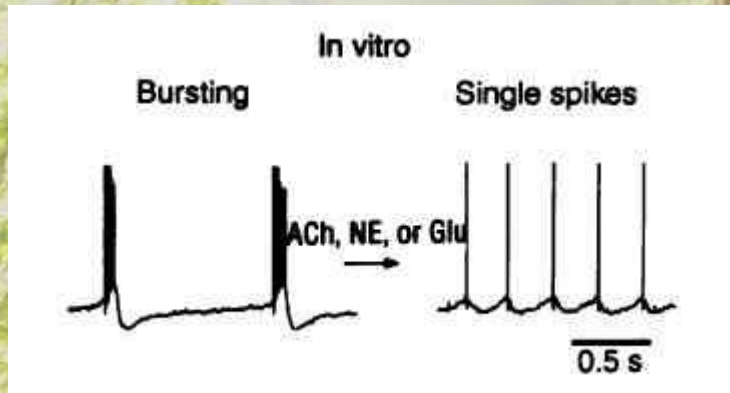
## Выделение модулирующих медиаторов в кору больших полушарий во время бодрствования и сна

	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 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>





In vivo: Импульсный разряд одного и того же нейрона коры при медленноволновом сне (слева) и при бодрствовании и сновидениях (справа)




In vitro: Импульсный разряд одного и того же нейрона коры группируется в пачки при отсутствии нейромедиаторов, однако под воздействием ряда медиаторов он резко меняет характер разряда и выдает одиночные импульсы.

**Ацетилхолин, норадреналин, гистамин, серотонин, гистамин и дофамин** – все эти медиаторы необходимы для поддержания бодрствующего и сознательного состояния.


При их недостатке нейроны генерируют пачки импульсов с частотой несколько пачек в секунду. При этом они синхронизируются друг с другом, что выражается в генерации дельта-ритма в ЭЭГ (1-4 Гц) при медленноволновом сне (это своего рода «холостой ход» нейронных сетей).

При наличии этих медиаторов возникает более сложное распределение импульсов, с помощью которого происходит обработка информации и взаимодействие между нейронами, выражающееся в синхронизации на высоких частотах бета-ритма (15-25 Гц) и гамма-ритма (25-70 Гц и более).

A misty forest scene with a large tree trunk in the center and a path leading through the trees. The background is hazy, suggesting a misty or foggy atmosphere. The foreground shows a path leading through the trees, with a large tree trunk in the center. The overall scene is serene and natural.

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



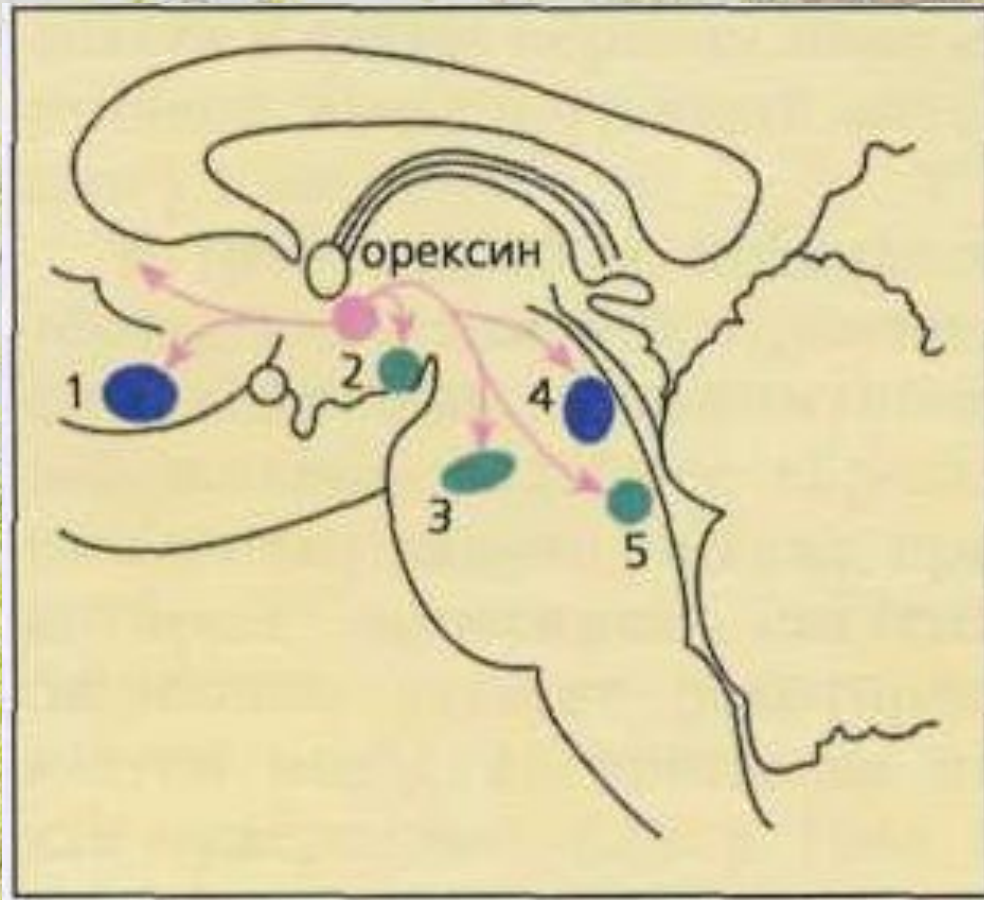


Все центры, обеспечивающие состояние бодрствования, координируются из одного общего центра в гипоталамусе, который выделяет **орексин**.

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 / педункуло-понтинная области покрышки моста), медиаторы — ацетилхолин и глутамат.

A misty forest scene with a large tree trunk in the center and a path leading into the distance. The text "Нарушения сна" is overlaid in blue.

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



Чур я номер один!

Нет я!

Эй, парни, хватит спорить, дайте ему спокойно посчитать. Иначе он не сможет заснуть.

Я уже спал!









НАДО ЧАЩЕ СПАТЬ....





DEMOTIVATORS.RU

# Спишь на лекции?

Делай это правильно



