

**ЗАДАНИЕ 10.** Дайте развернутый ответ на вопрос. Используйте для ответа специально отведенное поле.

В эволюционной биологии гомологичными считаются части организмов, сходные между собой в силу их происхождения от общего предка. Установление гомологий особенно важно при реконструкции филогении и изучении закономерностей эволюционного процесса. Объясните, каким образом и на основании каких данных ученые могут доказать гомологию признаков? Подкрепите ответ примерами.

Ответ и пояснения: Прежде всего отметим, что вопрос о гомологии относится к категории сложных и не имеющих однозначного общепринятого ответа, хотя бы в силу того, что разные ученые вкладывают в это понятие разное содержание. В формулировке задания его содержание намеренно ограничено элементами организмов, имеющими общее эволюционное происхождение – об этом и пойдет речь.

Основой для определения статуса признака является сравнительный анализ его проявления у разных групп организмов: сравнительная анатомия и в той же степени сравнительные эмбриология, гистология, биохимия, геномика, протеомика и пр. – все они могут решать эту задачу. Отмечаемое при этом сходство черт, например сходство строения, нередко объясняется родством, т.к. легко предположить, что сходные признаки достались организмам от их общего предка. Всегда ли?

В отношении сходства последовательности нуклеотидов ДНК (и, следовательно, аминокислотной последовательности) это, скорее всего, именно так: очень уж мала вероятность независимого возникновения большого числа одинаковых генных мутаций. В случае признаков надмолекулярного уровня все сложнее. Здесь сходство по какому-то одному аспекту, например, по строению, может вводить в заблуждение из-за широкого распространения параллельной и конвергентной эволюции (например, копытельные конечности крота и медведки в чем-то похожи, но не гомологичны). Поэтому необходимо использование именно комплекса разных данных, известных как критерии гомологии. Изначально эти критерии были сформулированы применительно к анатомическим признакам, но актуальны и в отношении других.

1. Сходство строения анализируемых элементов. В качестве примера участники олимпиады чаще всего приводили анатомическое сходство скелета конечностей различных наземных позвоночных и разнообразных видоизменений побега растений. Отмечалось и значение гистологического сходства и химического состава структур. Например, когти и ногти являются кератиновыми производными кожи тетрапод и являются гомологами.

2. Сходство положения данного органа относительно других элементов тела. Здесь стоит обратить внимание на характер иннервации или кровоснабжения органа. Так, важным аргументом в пользу гомологии усиков насекомых и первой (а не второй!) пары антенн ракообразных является их иннервация от одного отдела мозга – дейтоцеребрума. Многие в связи с этим писали о гомологии элементов передних или задних конечностей у позвоночных животных.

3. Наличие рядов переходных форм, которые соединяют между собой различные состояния признака. Такие данные можно получить как в результате анализа современных организмов, так и при использовании палеонтологических данных. Классические примеры таких рядов были получены при исследовании эволюции конечностей предков лошади, раковин у головоногих моллюсков, элементов проводящих тканей у сосудистых растений.

4. Сходство процессов развития органов в онтогенезе, например, развитие их из сходных эмбриональных зачатков: тот факт, что ранние стадии онтогенеза нередко более консервативны, чем поздние, позволяет установить природу некоторых признаков. Например, развитие мальпигиевых сосудов у разных наземных членистоногих (насекомых, различных паукообразных, многоножек) происходит из разных зародышевых листков, что не позволяет считать их гомологичными во всех группах.

5. Генетический критерий: развитие гомологичных органов контролируется одинаковыми генетическими программами, т.е. протекает под действием одинаковых генов, унаследованных от общего предка. Однако здесь возникает множество проблем. Одна из них состоит в следующем: следует ли считать гомологичными структуры, развивающиеся при участии одинаковых генетических программ, но действующих в разное время и в разных местах организма? На этот вопрос часто дают положительный ответ, а соответствующие структуры считают следствием проявления, соответственно, гетерохронии и гетеротопии – возможных механизмов преобразования онтогенеза. Другая проблема проистекает из того, что одинаковые гены часто принимают участие в формировании разных структур. Так, хорошо известные специалистам гены *distalless* участвуют в регуляции развития конечностей всех членистоногих, а также пароподий, кольцецов, ампул у личинок асцидий, амбулакральных ножек у иглокожих, а гомологичные (ортологичные) им гены у позвоночных (*Dlx*) – в формировании их конечностей. Означает ли это гомологию всех указанных структур у всех этих организмов? На этот вопрос есть как положительные, так и отрицательные ответы.

Некоторые, хотя и немногие, участники совершенно верно заметили, что гомологии в настоящее время можно установить и на уровне биохимических процессов и даже молекул. Давно известно сходство последовательностей химических реакций путей метаболизма (например, гликолиза, цикла Кребса, фотосинтез и пр.) и сходство структуры катализирующих их ферментов у разных групп организмов. Подобно тому, как мы говорим о сходстве строения конечностей позвоночных, можно говорить и о сходстве метаболических путей. Так, поразительное сходство процессов фотосинтеза, протекающих у цианобактерий и в хлоропластах эукариот, является важным аргументом в пользу справедливости теории симбиогенного происхождения последних.

Возможны и другие правильные варианты ответа.

**10 баллов**

Окончание ответа

Место проведения (город):

Дата:



САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА



Общеобразовательный предмет: Биология

					2014-2015 учебный год					
					Вариант 1					
					10-11 класс			ШИФР		
Итоговая оценка, подпись зам. председателя жюри										
1 задание	2 задание	3 задание	4 задание	5 задание	6 задание	7 задание	8 задание	9 задание	10 задание	ИТОГ
заполняется членами жюри и шифровальной группы										

**ЗАДАНИЕ 1.** Выберите **ВСЕ** правильные ответы из пяти предложенных. Обведите буквы, расположенные рядом с правильными ответами. Исправления не допускаются.

1. Приспособлениями растений для перенесения неблагоприятного периода в сезонном климате могут служить

- a. Метаморфозы (видоизменения) побегов
- b. Метаморфозы (видоизменения) корней
- c. Метаморфозы (видоизменения) листьев
- d. Почвенный банк семян
- e. Формирование покровной ткани – перидермы

2. Газообмену через кожу у амфибий способствует:

- a. Отсутствие ороговевающих покровов
- b. Наличие капиллярной сети в коже
- c. Наличие чешуй
- d. Увлажнение покровов тела
- e. Наличие боковой линии

3. Какие органы являются гомологичными?

- a. Лист папоротника и пальмы
- b. Рог черного носорога и жука-носорога
- c. Усик гороха и игла барбариса
- d. Крыло бабочки-птицекрылки и колибри
- e. Бивни мамонта и резцы бобра

4. Все живые клетки

- a. Имеют плазмалемму
- b. Делятся путем митоза или мейоза
- c. Имеют систему микротрубочек и микрофиламентов
- d. Обладают обменом веществ
- e. Содержат белки

5. Вторичную структуру, представленную двойной спиралью, имеет

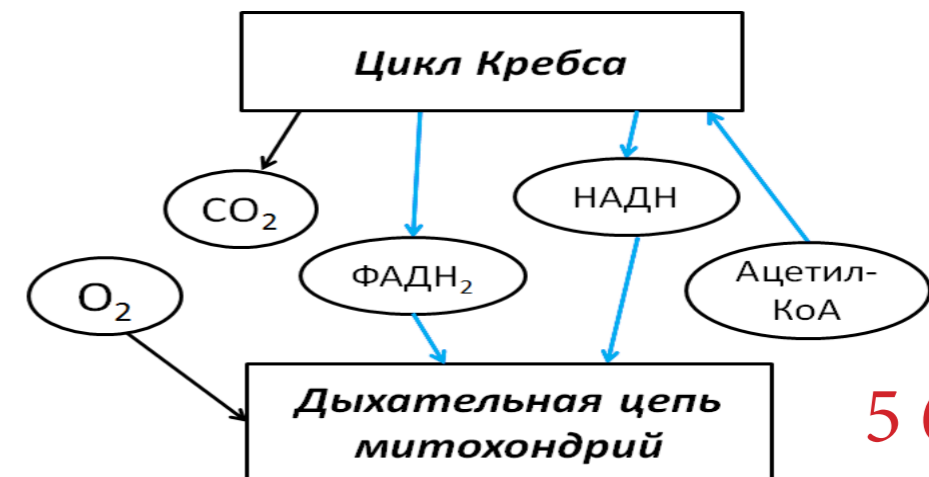
- a. Митохондриальная ДНК
- b. Рибосомальная РНК
- c. Транспортная РНК
- d. Матричная РНК
- e. ДНК хлоропласта

6. Лимфопоэз – это процесс образования и развития лимфоцитов. В каких органах у взрослого человека он происходит?

- a. Гладкие мышцы
- b. Красный костный мозг
- c. Лимфатические узлы
- d. Тимус (вилочковая железа)
- e. Печень

**30 баллов**

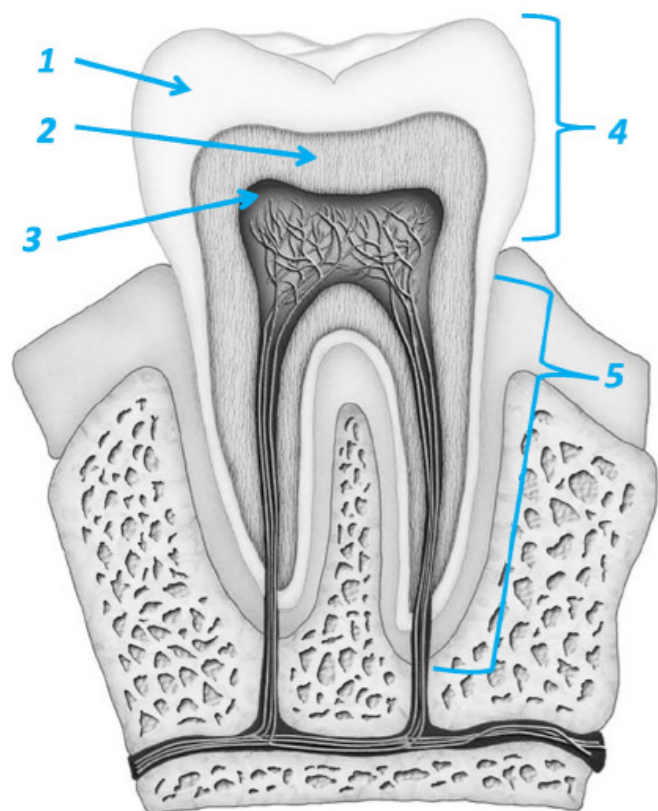
**ЗАДАНИЕ 2.** Дополните биохимическую схему, в прямоугольных блоках которой указаны процессы аэробного клеточного дыхания, а в овальных – названия соединений. Укажите при помощи пяти стрелок, какие из приведённых веществ затрачиваются, а какие – образуются в ходе каждого процесса.



**5 баллов**

**ЗАДАНИЕ 3. Работа с рисунком.**

Перед Вами изображение вертикального среза предкоренного зуба (премоляра) человека. На рисунке цифрами отмечены отдельные элементы и ткани. Внесите их названия в таблицу рядом с соответствующими номерами.

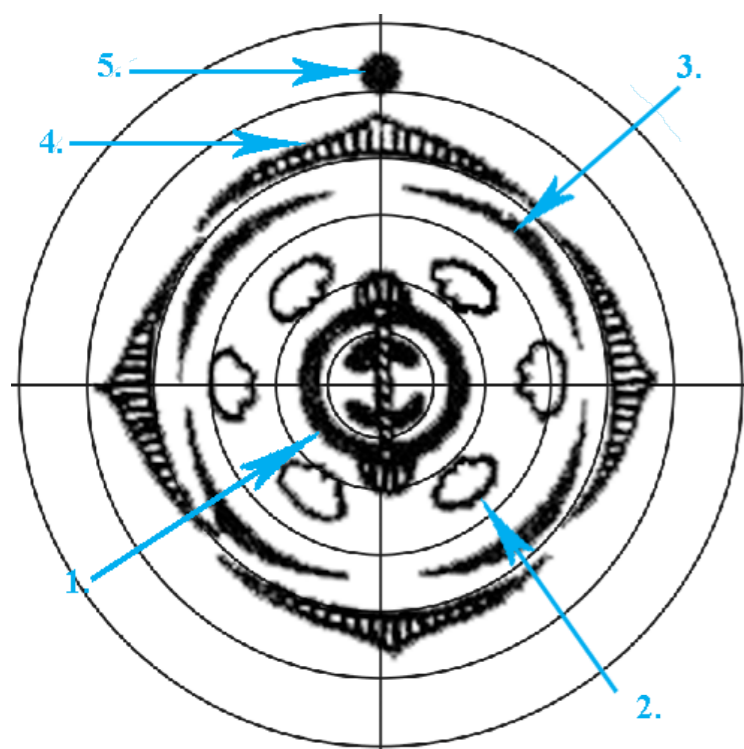


**5 баллов**

1.	Слой зубной эмали
2.	Слой дентина
3.	Пульпарная полость (пульпа)
4.	Коронка зуба
5.	Корень зуба

**ЗАДАНИЕ 4. Работа с рисунком.**

Пользуясь представленным шаблоном, изобразите диаграмму цветка Капусты огородной. Обозначьте любые пять её элементов стрелками с цифрами и внесите их названия в таблицу рядом с соответствующими номерами.



**10 баллов**

1.	Гинецей (пестик)
2.	Андроцей (тычинки)
3.	Венчик (лепестки)
4.	Чашечка (чашелистики)
5.	Ось соцветия

**ЗАДАНИЕ 9. Дайте развернутый ответ на вопрос. Используйте для ответа специально отведенное поле.**

У большинства многоклеточных животных вредные продукты обмена веществ (например, аммиак, мочевины, мочевая кислота) удаляются из организма при помощи специализированной выделительной (эксcretорной) системы. Какие иные пути решения проблемы вредных метаболитов встречаются у животных? Для представителей каких таксонов они характерны?

Ответ и пояснения:

1. Выведение путем диффузии через поверхность тела. Именно так удаляются продукты метаболизма у многоклеточных животных без специализированной выделительной системы – губок, пластинчатых, кишечнополостных, гребневиков, иглокожих, а также у простейших. Возможна, конечно, и диффузия в полости организма (например, в полость кишечника), а уже оттуда происходит их выведение в окружающую среду.

2. В реализации выделительной функции принимают участие и другие органы, помимо собственно эксcretорных. У человека и других млекопитающих печень принимает участие в обезвреживании и удалении из организма аммиака, фенолов, этанола, ацетона и кетонных кислот, а также билирубина. Широко известна в процессах выделения метаболитов и роль кожи и кожных желез, например, потовых желез человека. Через поверхность легких у наземных позвоночных выводятся различные летучие вещества. Через жабры продукты азотистого обмена выделяются в окружающую среду у ракообразных и рыб.

3. Перевод в безвредную форму и накопление в организме. Депонирующие ткани, в которых происходит накопление таких метаболитов, часто называют почками накопления. Классическим примером почек накопления является жировое тело насекомых, в котором накапливается мочевая кислота – нерастворимый и поэтому практически нетоксичный продукт азотистого обмена. Некоторые насекомые с небольшой продолжительностью жизни даже не имеют органов выделения – мальпигиевых сосудов – довольствуясь исключительно почками накопления.

4. Некоторые вещества откладываются в тканях животного, а затем удаляются из его организма вместе с ними. Например, известно, что у членистоногих некоторые пигменты, придающие окраску, откладываются в кутикуле, а затем периодически удаляются в ходе линьки, что избавляет организм, например, от токсичных фенольных соединений.

5. Роль почек накопления могут выполнять и отдельные клетки, в цитоплазме которых накапливаются эксcretы. Пример – фагоцитарные клетки аскариды и многих других животных. Примечательно, что в некоторых случаях такие клетки способны удаляться из организма, проникая в полость органов пищеварения или проходя через покровы тела.

6. У так называемых простейших животных часть продуктов метаболизма удаляется при помощи сократительных вакуолей. Несмотря на то, что главная функция сократительных вакуолей – осморегуляторная (именно поэтому данные органоиды встречаются у пресноводных форм, а у морских и паразитических не встречаются), небольшая часть продуктов азотистого обмена выводится и таким способом. Сократительные вакуоли встречаются и у некоторых многоклеточных - пресноводных губок и даже у кишечнополостных.

7. Некоторые участники упоминали о роли взаимоотношений с симбиотическими организмами, которые используют продукты обмена простейших или даже многоклеточных животных в своих целях. Известны, например эндосимбиотические метаногенные бактерии, утилизирующие молекулярный водород и углекислый газ. Эти продукты образуются в результате расщепления целлюлозы их хозяевами – простейшими, живущими в рубце жвачных или кишечнике тараканов и термитов.

Возможны и другие правильные варианты ответа.

**10 баллов**



**ЗАДАНИЕ 8.** Решите задачу по генетике и поясните ход ее решения. Используйте для ответа специально отведенное поле.

У гигантских корнеглотов количество зубов контролируется генами *P* и *R*. Каждая доминантная аллель *P* отвечает за развитие 4-х лишних зубов, каждая доминантная аллель *R* удваивает этот эффект. Особи, рецессивные по обоим генам, имеют 4 зуба. Какое расщепление по фенотипу следует ожидать в потомстве, полученном от скрещивания ♂ *PpRr* × ♀ *PpRr*, если гены наследуются независимо друг от друга, а сперматозоиды, несущие аллель *r*, избегают яйцеклеток, несущих эту же аллель?

Ответ:

1. Обращаем внимание на то, что в этой задаче речь идет о неполном доминировании (каждая доминантная аллель вносит свой вклад в фенотип организма). Третий закон Менделя здесь непригоден, нужно работать с расщеплением по генотипу.
2. Найдем расщепление по генотипу для гена *P*. Поскольку оба родителя гетерозиготны, оно будет  $1PP : 2Pp : 1pp$ .
3. Для гена *R* оно будет  $1RR : 2Rr$  (сперматозоиды, несущие аллель *r*, избегают яйцеклеток, несущих эту же аллель, поэтому зиготы *rr* не образуются).
4. Гены *P* и *R* наследуются независимо друг от друга. Поэтому суммарное расщепление по обоим генам можно рассчитать, перемножив два полученных соотношения (или же с помощью решетки Пеннета). Это расщепление будет следующим:  
 $1PPRR : 2PPRr : 2PpRR : 4PpRr : 1ppRR : 2ppRr$
5. Рассчитаем количество лишних зубов для каждого генотипа:  

$1PPRR$	$2PPRr$	$2PpRR$	$4PpRr$	$1ppRR$	$2ppRr$
$(4+4) \times 2 \times 2$	$(4+4) \times 2$	$4 \times 2 \times 2$	$4 \times 2$	$0 \times 2 \times 2$	$0 \times 2$
32	16	16	8	0	0
6. Общее количество зубов для каждого генотипа будет на 4 больше. В итоге получаем расщепление 1 36-зубый : 4 20-зубых : 4 12-зубых : 3 4-зубых
7. Задача решена.

**10 баллов**

Окончание ответа

**ЗАДАНИЕ 5.** Анализ рисунка.

Выберите все правильные характеристики объекта, представленного на фотографии, отметив их знаком «плюс» (+) в соответствующей ячейке.

ШИФР



1) Является частью фильтрационного аппарата водного беспозвоночного	
2) Способна усваивать энергию солнечного света	+
3) Принадлежит организму-консументу	
4) Активно переваривает пищу	+
5) Принадлежит организму-продуценту	+
6) Способна к обратимым движениям	+
7) Отвечает за вегетативное размножение	
8) Обладает раздражимостью	+
9) Участвует в реализации рефлексов	
10) Отвечает за половое размножение	

**5 баллов**

**ЗАДАНИЕ 6.** Работа с текстом.

Перед Вами текст, содержащий пять биологических ошибок. Внимательно прочтите его, найдите ошибки и объясните, в чем они заключаются, заполнив свободные поля таблицы.

Из школьного реферата на тему «Микрофлора человека»:

«Организм человека находится в тесном взаимодействии с его микрофлорой – симбиотическими микроорганизмами, населяющими кожу, слизистые оболочки, пищеварительный тракт. В норме обитателями нашего тела являются только прокариоты – бактерии. Например, среди симбионтов в пищеварительной системе встречаются лактобациллы, которые превращают углеводы в молочную кислоту в ходе молочнокислого брожения. Этот биохимический процесс, протекающий на цитоплазматической мембране, очень важен для лактобацилл, так как его результатом также является образование молекул АТФ. Молочная кислота способствует созданию кислой среды, которая неблагоприятна для патогенных микроорганизмов. Лактобациллы в большом количестве встречаются в желудке, а также в толстом кишечнике, где они помогают переваривать растительную пищу. Другими представителями микрофлоры кишечника являются бифидобактерии, а также кишечная палочка. Кишечная микрофлора имеет большое значение для организма человека, поскольку угнетает размножение патогенных микроорганизмов и синтезирует необходимые для человека соединения – жирорастворимые витамины К и В».

1.	В состав нормальной микрофлоры входят также одноклеточные эукариоты
2.	Процессы брожения происходят в цитозоле
3.	Строго говоря, молекулы АТФ образуются в результате гликолиза. А собственно образование молочной кислоты не сопровождается синтезом АТФ
4.	В желудке микрофлоры в норме практически нет
5.	Витамины В и К - водорастворимые

**5 баллов**

## ЗАДАНИЕ 7. Работа с информацией.

Внимательно прочитайте предложенные фрагменты текста и рассмотрите рисунки, затем переходите к выполнению заданий.

**Фрагмент 1.** Сон – это естественный физиологический процесс пребывания организма в состоянии с минимальным уровнем мозговой деятельности и пониженной реакцией на окружающий мир. Сон человека включает в себя последовательно чередующиеся фазы, которые характеризуются особыми формами активности нейронов головного мозга. Эта активность регистрируется в виде волн (ритмов) на электроэнцефалограмме (ЭЭГ) (рис. 1).

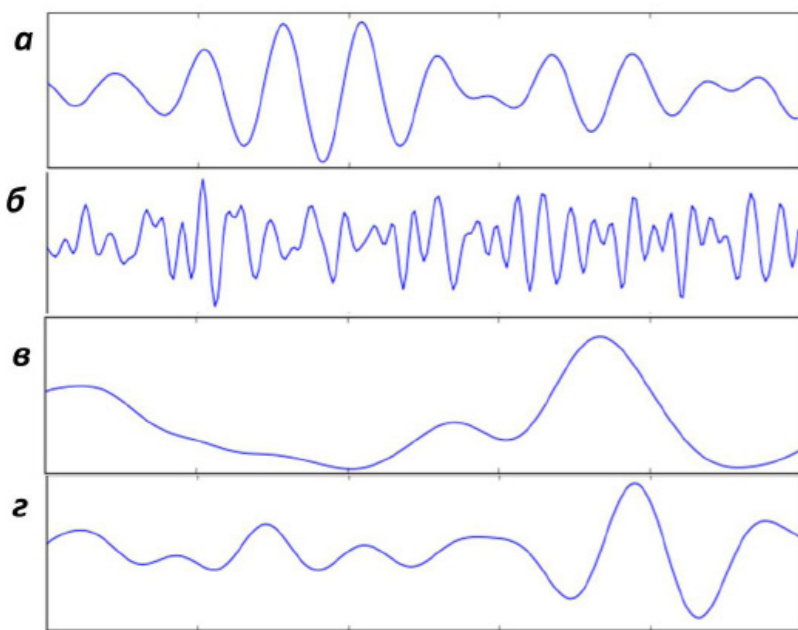
**Фаза медленного сна** наступает сразу после засыпания и длится 80 – 90 мин. Предполагают, что медленный сон связан с восстановлением организма после энергозатрат и закреплением осознанных воспоминаний. Выделяют несколько стадий медленного сна.

- **1 стадия:** на ЭЭГ постепенно пропадает альфа-ритм (рис. 1а), характерный для бодрствующего человека при закрывании глаз, и появляются медленные тета-ритмы (рис. 1г). У спящего снижаются тонус мышц, частота дыхательных движений и пульса.

- **2 стадия:** спящий уже не реагирует на слабые внешние раздражители. На ЭЭГ регистрируются тета-ритмы и возникают «сонные веретёна» - краткие всплески бета-ритма (рис. 1б), который преобладает у человека в состоянии активного бодрствования.

- **3 стадия (дельта-сон):** на ЭЭГ преобладает медленный дельта-ритм (рис. 1в). Это стадия глубокого сна.

Далее следует **фаза быстрого сна**, которая длится 10 – 15 мин. Вероятно, значение этого этапа сна заключается в переработке информации и обмене её между сознанием и подсознанием. На ЭЭГ во время быстрого сна наблюдаются быстрые колебания электрической активности мозга, сходные с бета-ритмом (рис. 1б). Мышечный тонус спящего на этой стадии резко снижен, однако могут наблюдаться быстрые движения глаз под сомкнутыми веками. Также происходят подъёмы и падения артериального давления, пульса и частоты дыхательных движений. В течение этой фазы сна человек видит большинство сновидений.

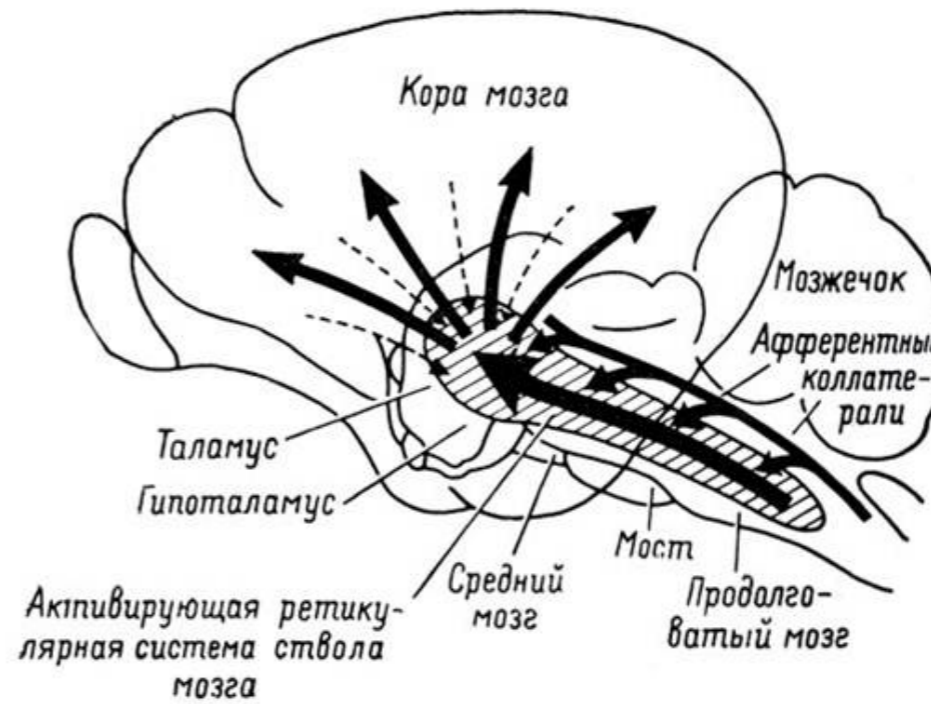


**Рис. 1.** Ритмы активности головного мозга (электроэнцефалография). Электроэнцефалограмма отражает колебания суммарной электрической активности нейронов головного мозга.

а - альфа-ритм (частота колебаний – 8 – 14 Гц);  
б - бета-ритм (14 – 30 Гц);  
в - дельта-ритм (1 – 4 Гц);  
г - тета-ритм (4 – 8 Гц).

**Фрагмент 2.** Ретикулярная формация (восходящая активирующая ретикулярная система, ВАРС) представляет собой множество диффузно расположенных нейронов ствола мозга, аксоны которых идут практически ко всем отделам головного мозга (рис. 2). Роль ВАРС в регуляции ритма сон/бодрствование была исследована в конце 1940-х гг. Дж. Моруцци и Г. Магоуном. Они установили, что электрическое раздражение нейронов ретикулярной формации у спящих кошек приводит к мгновенному пробуждению. Напротив, повреждения этой системы нейронов вызывают постоянный сон, напоминающий кому. Поэтому ВАРС рассматривается как основной отдел, который поддерживает необходимый для бодрствования уровень активности головного мозга за счёт восходящих активирующих импульсов. В то же время было показано, что активность ВАРС не снижается во время сна (хотя и имеет иной характер), а раздражение различных нейронов ВАРС, в зависимости от местоположения, может вызывать как пробуждение, так и засыпание.

Кроме ретикулярной формации, в регуляции цикла сна/бодрствования участвуют также серотонинергические (выделяющие серотонин) нейроны ствола мозга (голубое пятно, ядра шва), эпифиз и т.д.



**Рис. 2.** Ретикулярная формация ствола головного мозга (косая штриховка). Ретикулярная система интегрирует информацию, поступающую от внешних и внутренних рецепторов организма, и оказывает неспецифическое активирующее воздействие на различные отделы головного мозга. Активирующие проводящие пути отмечены чёрными стрелками.

Выберите **ВСЕ** правильные ответы из четырех предложенных. Обведите буквы, расположенные рядом с правильными ответами. Исправления не допускаются.

**1. Прочитайте текстовый фрагмент 1 и рассмотрите рисунок 1. Во время какой фазы/стадии сна могут быть зарегистрированы волны ЭЭГ с частотой 25 Гц?**

- a. 1 стадия медленного сна
- b. 2 стадия медленного сна**
- c. 3 стадия медленного сна
- d. Быстрый сон**

**2. На основании текстового фрагмента 1 и рисунка 1 выберите правильные характеристики фазы быстрого сна.**

- a. Спящий полностью неподвижен
- b. На этой стадии человек не видит сновидений
- c. На ЭЭГ преобладают высокочастотные колебания**
- d. Частота сердечных сокращений постоянно поддерживается на низком уровне

**3. Прочитайте текстовый фрагмент 2 и рассмотрите рисунок 2. В каких структурах центральной нервной системы расположены нейроны ретикулярной формации?**

- a. Продолговатый мозг**
- b. Кора больших полушарий
- c. Мозжечок
- d. Промежуточный мозг**

**4. Проанализируйте текстовый фрагмент 2. Какие функции выполняет ВАРС?**

- a. Может оказывать активирующее воздействие на кору больших полушарий**
- b. Интегрирует информацию от сенсорных систем организма**
- c. Контролирует только состояние бодрствования
- d. Синтезирует гормон мелатонин

**5. На основании информации, представленной в тексте, а также собственных знаний выберите правильные утверждения, характеризующие состояние сна.**

- a. Сон характерен только для млекопитающих
- b. Человек может проснуться самостоятельно только во время фазы медленного сна
- c. Сон человека всегда начинается с фазы медленного сна**
- d. Ретикулярная формация во время сна полностью инактивирована

**10 баллов**