

ЗАДАНИЯ
практического тура заключительного этапа 42-й Всероссийской
олимпиады школьников по биологии, 2025-26 уч. год. 10 класс
ФИЗИОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА (максимум 50 баллов)

Оборудование:

1. Ноутбук
2. Наушники
3. Калькулятор
4. Линейка

Материалы:

- В папке «Физиология человека» на рабочем столе компьютера:
1. Видеофайл «Исследование» в папке «Физиология человека» на рабочем столе;
 2. Графические файлы «Фрагмент 1», «Фрагмент 2», «Фрагмент 3».

«Кто познает тайну сна – познает тайну мозга»

М.Жюве

Сон – одно из очевидных и, в то же время, загадочных явлений нашей жизни. 36% своей жизни мы проводим во сне. То есть человек, доживший до 90 лет, проспал целых 32 года! Сотни лет ученые разных специальностей пытаются объяснить феноменологию сна. На этом пути сделано много интересных открытий. В то же время, до полного понимания того, зачем мы спим, еще очень далеко. Сегодня мы предлагаем вам приобщиться к изучению сна и проанализировать реальные физиологические данные, полученные в состояниях сна и бодрствования. Кроме того, вам надо будет сделать выводы из результатов интересных экспериментов, позволивших лучше понять механизмы зависимости сна человека от смены дня и ночи.

На рабочем столе компьютера вы найдете папку «Физиология человека». В ней есть видеофайл «Исследование». Видео показывает дизайн исследования и позволяет сделать некоторые физиологические измерения. Вы можете останавливать просмотр в нужный момент и пересматривать записи много раз, если это необходимо. В этой папке находятся 3 графических файла с фрагментами записей, показанных в видео. Возможно, после просмотра видео вам будет удобнее работать с ними. Прочитайте задания 1.1 – 1.4, посмотрите видео и проведите необходимые расчеты. Результаты внесите в соответствующие поля Листа ответов.

Если что-то не открывается или не работает – поднимите руку.

Задание 2 не имеет дополнительных файлов. Оно полностью изложено ниже.

Желаем вам успехов!

Часть 1. Исследование сна человека (всего 42 балла).

Посмотрите видеофайл «Исследование». Внимание! Для выполнения задания 1.2 необходимо использование наушников.

Задание 1.1. Проанализируйте методику проведенного исследования. Какие методы использованы для регистрации физиологических показателей во время сна и бодрствования в данном случае? Внесите в список ответов последовательность букв (кодов), соответствующих использованным методам, в алфавитном порядке.

Список кодов:

А – компьютерная томография; Б – магнитно-резонансная томография; В – электроэнцефалография; Г – гастроскопия; Д – электроокулография; Е – видеоокулография; Ж – фотоплетизмография; З – электрокардиография; И – респирография; К – миография; Л – инвазивный метод измерения давления; М - аускультативный метод Короткова;

Задание 1.2. Во время исследования, участник находился в 3 разных функциональных состояниях. Назовем их состояние 1, 2 и 3. Состоянию 1 соответствует фрагмент записи 1 и первое измерение давления, состоянию 2 – фрагмент записи 2 и второе измерение давления, состоянию 3 – фрагмент записи 3 и третье измерение давления. Проведите анализ показателей, указанных в таблице Листа ответов для трех состояний участника. Заполните таблицу с учётом пояснений.

Пояснения к заполнению таблицы:

- Частота дельта-ритма 1-4 Герца (Гц), тета-ритма 4-7 Гц, альфа-ритма 7-13 Гц, бета ритма 13-30 Гц.

- Впишите в таблицу название одного или двух ритмов, доминирующих в первых 8 каналах записи. Не более двух названий. Первым напишите название самого выраженного в данном состоянии ритма.

- В поля таблицы для оценки движений глаз и мышечного тонуса впишите либо слово «есть», либо слово «нет». В данном случае важна выраженность показателя относительно 2 других состояний.

Задание 1.3. Рассчитайте гемодинамические показатели в трех состояниях. Результаты расчётов внесите в таблицу в Листе ответов.

Для оценки реального давления, под которым кровь поступает в капилляры тканей, используют среднее артериальное давление, которое при нормальной частоте сердечных сокращений рассчитывается по формуле:

$$\text{СрАД} = \text{ДАД} + \frac{(\text{САД} - \text{ДАД})}{3}$$

где СрАД – среднее артериальное давление, ДАД – диастолическое артериальное давление, САД – систолическое артериальное давление.

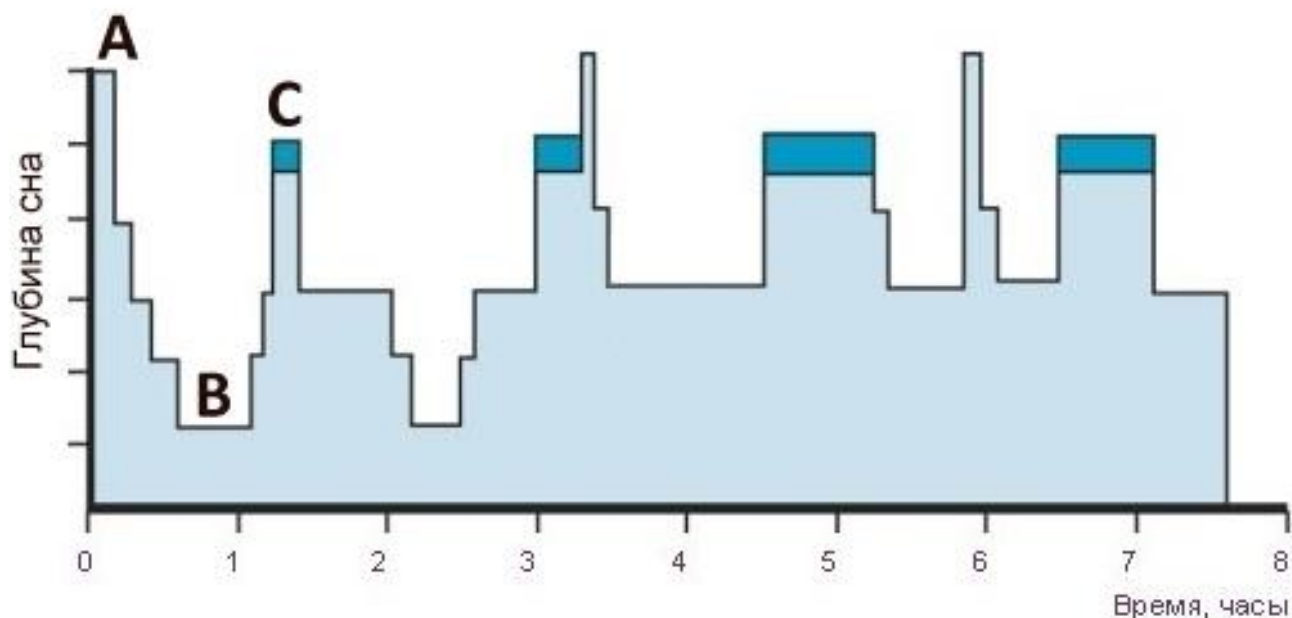
На уровень СрАД влияют два основных фактора: минутный объём крови (МОК) и общее периферическое сопротивление сосудов (ОПСС). МОК отражает объём крови, перекачиваемый сердцем за минуту, и помогает судить о достаточности кровотока для обеспечения тканей кислородом. ОПСС зависит преимущественно от радиуса сосудов.

1.3.1. Используя значения систолического (САД) и диастолического (ДАД) давления из задания 2, рассчитайте среднее артериальное давление для трёх различных состояний. Полученные значения округлите до целого значения и внесите в Лист ответов.

1.3.2. На основе значений СрАД из задания 1.3.1. рассчитайте минутный объём крови (МОК, литры) для тех же трёх состояний, если известно, что общее периферическое сопротивление сосудов (ОПСС) оставалось постоянным и равным 15 мм рт. ст.*мин/л. Полученные значения округлите до одного знака после запятой и внесите в Лист ответов.

1.3.3. Используя значения из предыдущих заданий, рассчитайте ударный объем (УО, миллилитры) правого желудочка. Полученные значения округлите до целого и внесите в Лист ответов.

Задание 1.4. Соотнесите проанализированные вами состояния участника исследования с графиком сна, приведенным на рисунке. Каждой букве на графике должна соответствовать только одна цифра, обозначающая состояние (или 1, или 2, или 3).



Часть 2. Циркадный ритм (всего 8 баллов). Хорошо известно, что цикл сон-бодрствование зависит от смены дня и ночи. При снижении уровня освещенности мы начинаем засыпать, а когда солнце встает – просыпаемся. Поэтому довольно трудно приспособиться к резкой смене часовых поясов после длительных авиаперелетов. Внутренний циркадный ритм должен подстроиться под новые условия.

Понятно, что в этом процессе участвуют глаза – потеря глаз у человека, как и у других млекопитающих приводит к нарушению зависимости сна от освещенности. Мы хорошо знаем, что в сетчатке глаза на свет реагируют фоторецепторы – палочки и колбочки. Получая кванты света, они меняют свои градуальные потенциалы. Ганглиозные клетки воспринимают это изменение потенциала и реагируют, генерируя нервные импульсы, которые идут сначала в таламус, а потом в первичную зрительную кору.

Для того, чтобы понять, какие фоторецепторы участвуют в регуляции циркадного ритма, были получены различные линии трансгенных мышей с нарушением работы фоторецепторов. В конце концов, оказалось, что мыши, у которых отсутствовали и палочки, и колбочки ничего не видели, но при этом прекрасно подстраивались под окружающий уровень освещенности. Еще одним интересным фактом является то, что нарушение связи таламуса с первичной зрительной корой не влияет на процесс подстройки цикла сон – бодрствование под освещение, а вот разрушение супрахиазмального ядра полностью подавляет этот процесс. Дальнейшая регуляция идет гуморальным путем, но без участия гипофиза. Регулирующий гормон используется в качестве действующего вещества в препаратах, служащих для облегчения эффектов резкой смены часовых поясов у человека.

Давайте подведем итоги. Для этого вставьте коды, соответствующие пропущенным словам в текст. Сделать это надо **не на этом листе**, а на Листе ответов.

Вставьте коды, соответствующие пропущенным словам в следующем фрагменте текста (один пропуск-один код):

Информация от особых _____ сетчатки глаза _____ поступает в супрахиазмальное ядро _____, которое дает команду _____, и железа выделяет _____, синтезируя его из _____. Выделение этого гормона в кровь способствует _____.

Коды для вставки в текст:

А – палочек, Б – колбочек, В – ганглиозных клеток;

Г – напрямую, Д – через зрительный тракт, Е – через таламус;

Ж – среднего мозга, З – продолговатого мозга, И – гипоталамуса;

К – эпифизу, Л – щитовидной железе, М – тимусу;

Н – ноотропил, О – мелатонин, П – паратгормон;

Р – адреналина, С – серотонина, Т – тироксина;

У – засыпанию, Ф – пробуждению, Х – обучению.