

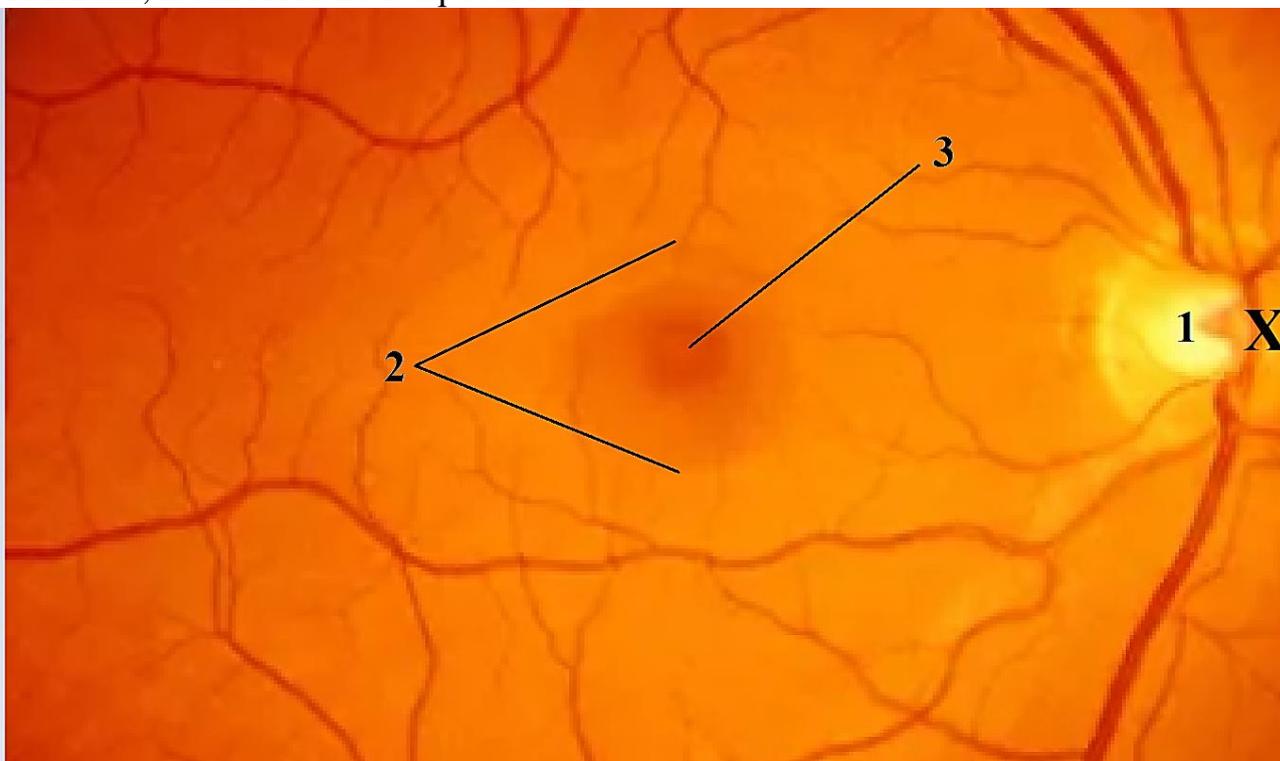
КАБИНЕТ № 3
АНАТОМИЯ И ФИЗИОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА
(20 баллов)

Продолжительность выполнения заданий – 1 час (60 минут).

Часть 1. Визуализация в анатомии и медицине
(8 баллов)

Задание 1 (4 балла)

Изучите фотографию, полученную при клиническом исследовании органа человека, и ответьте на вопросы ниже.



1.1 Какая анатомическая область изображена на фотографии?

Глазное дно (0,5 балла)

1.2 Какие элементы обозначены цифрами на фотографии?

1 – Слепое пятно (диск зрительного нерва) (0,5 балла)

2 – Жёлтое пятно (макула) (0,5 балла)

3 – Центральная ямка (жёлтого пятна) (0,5 балла)

1.3 Какие клетки, характерные для большей части представленной области, не обнаруживаются в зонах, обозначенных цифрами 1 и 3?

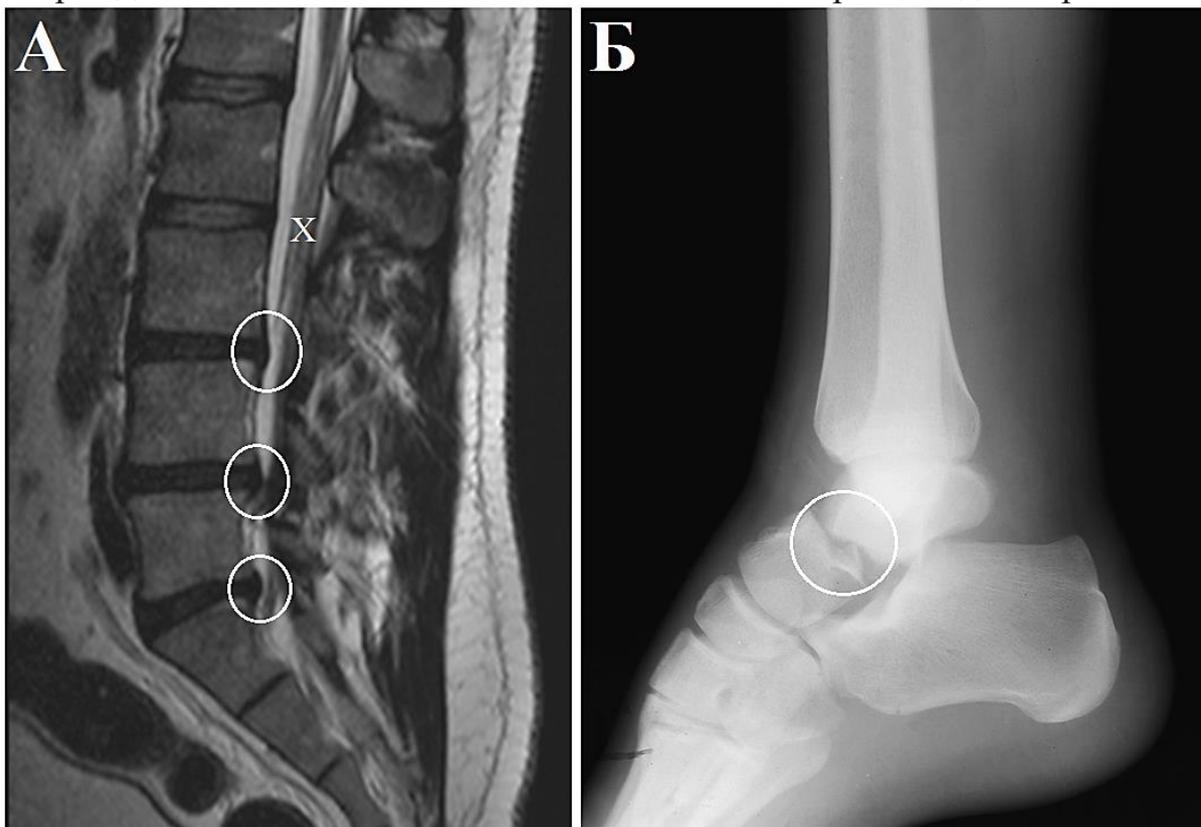
1 – колбочки, палочки (0,5 балла)

3 – палочки (0,5 балла)

1.4 Символом X прямо на фотографии обозначьте, к какой части области ближе всего расположена сагиттальная плоскость тела. (Комментарий: Слепое пятно на глазном дне смещено в сторону носа, т.е. к сагиттальной плоскости (плоскости симметрии). Соответственно, на фото – дно правого глаза). (1 балл)

Задание 2 (4 балла)

На фотографиях ниже представлены результаты визуализации элементов скелета человека в боковой проекции: А – МРТ-изображение, Б – рентгеновский снимок. Изучите изображения и обведите на них области с повреждениями элементов скелета. Ответьте на вопросы под изображениями.



2.1 Какие повреждения скелета отмечены на изображениях?

А – Грыжи межпозвоночных дисков (1 балл)

Б – Перелом таранной кости (1 балл)

2.2 Опишите локализацию повреждений А, используя нумерацию элементов осевого скелета.

Между 4 и 5 поясничными позвонками (0,5 балла), и между 5 поясничным и 1 крестцовым (0,5 балла) (допустимо также – между 3 и 4 поясничными позвонками)

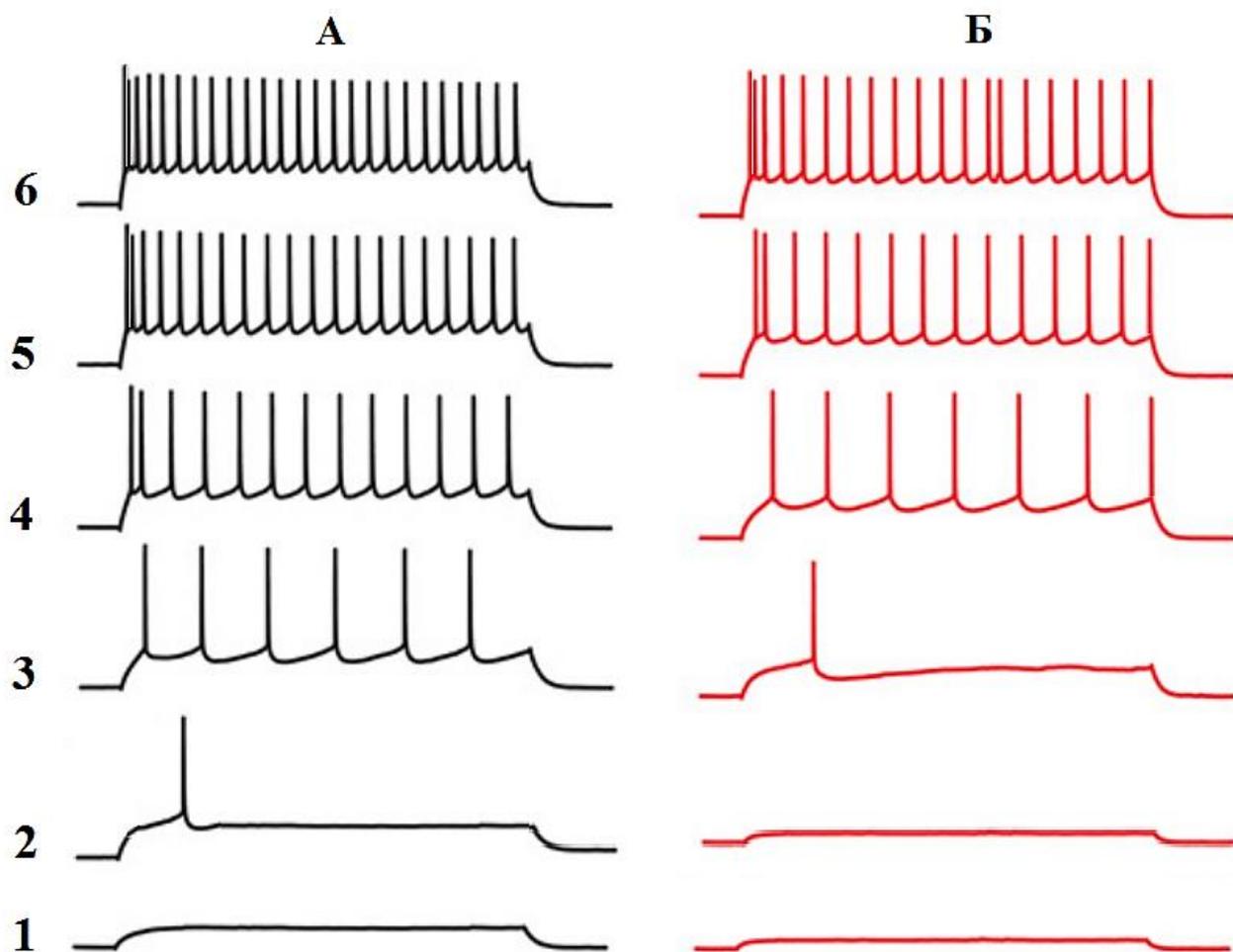
2.3 Какая анатомическая структура отмечена на изображении А символом «X»? Конский хвост спинного мозга (1 балл) (спинной мозг – 0,5 балла)

Часть 2. Электрофизиология нейрона (12 баллов)

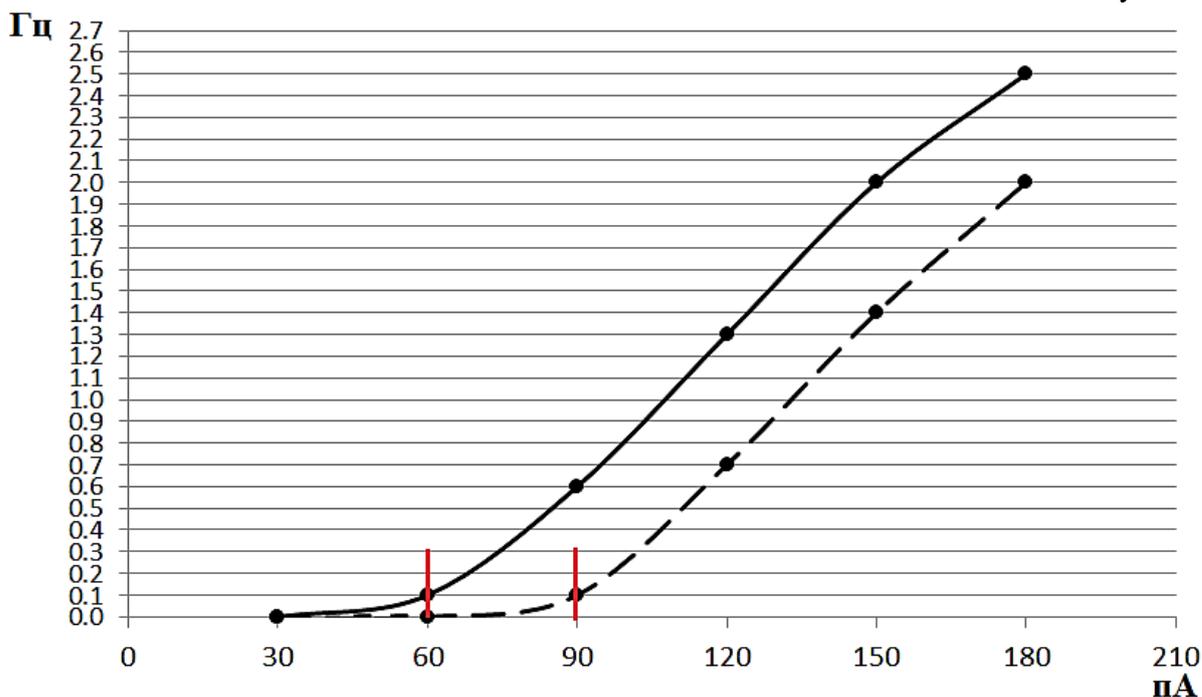
Задание 3 (4 балла)

Способность реагировать потенциалом действия (или нервным импульсом) на тот или иной по величине стимул – внутреннее свойство каждого нейрона. Обычно для оценки возбудимости в электрофизиологических экспериментах применяется протокол ступенчатой стимуляции нейрона.

На рисунке ниже представлены результаты выполнения стимуляции двух различных нейронов по одному и тому же протоколу. Протокол состоял из 6 последовательных ступеней стимуляции нейронов током. Каждая ступень длилась 10 секунд. На первой ступени ток составлял 30 пикоампер (30 пА), каждую следующую ступень ток увеличивали на 30 пА.



3.1 Используя расположенную ниже координатную сетку, постройте для обоих нейронов (А – прямой линией, Б – штриховой) графики зависимости частоты потенциалов действия от величины стимулирующего тока. Частоту пересчитайте в Герцах (т.е. в импульсах в секунду). (2 балла)



3.2 Какой нейрон обладает большей возбудимостью? (1 балл). Почему? Обоснуйте ответ, соответствующими отметками на графиках. (1 балл)

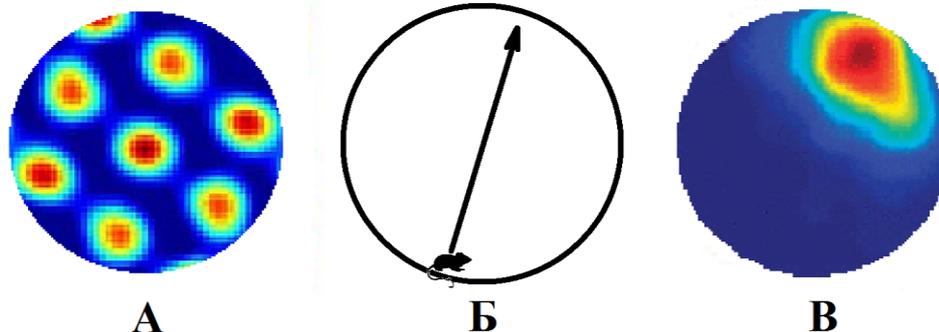
Нейрон А. Так как первый импульс появляется при менее интенсивном стимуле (60 нА у нейрона А, 90 нА у нейрона Б). Комментарий: частота не имеет значения: возбудимость в физиологии определяется порогом, т.е. минимальным значением стимула, при котором появляется ответ.

Задание 4 (4 балла)

Частота потенциалов действия нейрона в условиях целого организма может играть не только функциональную (например, активация клеточных эффекторов), но и информационную роль. В 2014 году Нобелевская премия по физиологии и медицине была присуждена Джону О'Кифу, а также Эдварду и Мей-Бритт Мозерам «за открытие системы клеток в мозге, которая позволяет ориентироваться в пространстве». При этом О'Кифу принадлежит открытие в гиппокампе так называемых нейронов места, частота импульсации которых увеличивается при приближении индивида к определенному месту в окружающем его пространстве. В случае физиологических экспериментов это пространство – круглая арена для лабораторной крысы, в отдельный нейрон гиппокампа которой вживлён электрод. Эдвард и Мей-Бритт Мозеры в аналогичных условиях открыли нейроны решетки, активность которых позволяет мозгу создавать более общую карту окружающего пространства.

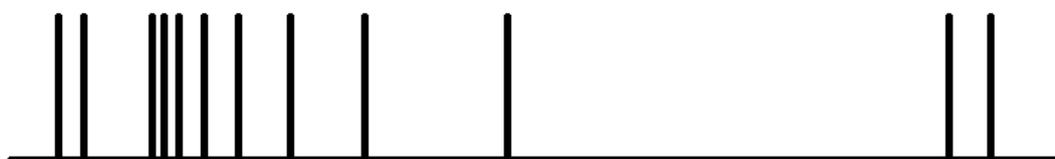
На рисунке ниже представлены графические репрезентации активности нейрона решетки (А) и нейрона места (В) при нахождении лабораторной крысы

в соответствующих областях экспериментальной арены. При этом тёмно-синяя часть спектра указывает на отсутствие потенциалов действия нейрона, тогда как ярко-красная – на максимальную частоту потенциалов действия.



Используя в качестве примера оформления нейронограмму ниже, нарисуйте нейронограммы, отражающие импульсную активность нейронов А и В при пересечении крысой арены по траектории Б.

Комментарий: Нейрон В будет увеличивать частоту с приближением крысы к выделенной области арены (2 балла). Нейрон А будет волнообразно изменять частоту по мере прохождения крысы через точки активности (2 балла). Сопоставляя информацию от огромного количества подобных нейронов, мозг обеспечивает ориентацию индивида в пространстве.



Пример



Нейрон А



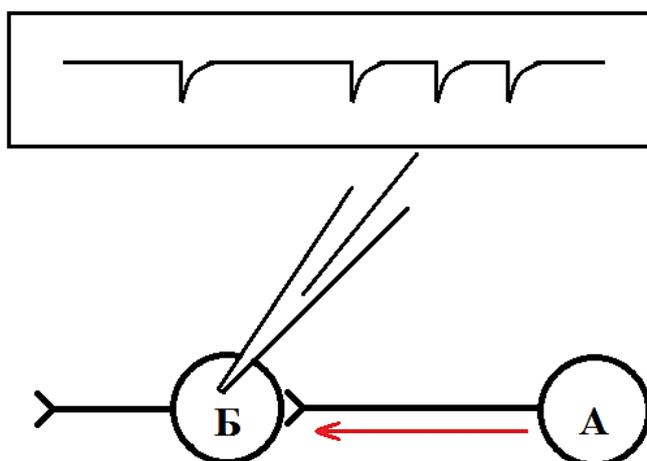
Нейрон В

Задание 5. (4 балла)

Методы клеточной электрофизиологии позволяют оценить не только активность отдельных нейронов в тех или иных условиях, но и исследовать

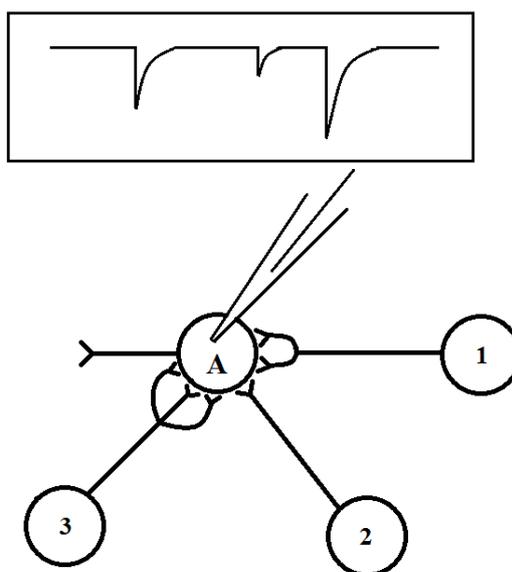
структуру нейронных сетей. Для этого часто в ходе эксперимента регистрируют возбуждающие постсинаптические токи (ВПСТ). ВПСТ возникает в целевом нейроне, когда потенциал действия возбуждающего пресинаптического нейрона доходит до синапса и происходит высвобождение одной везикулы нейромедиатора. На записи отдельный ВПСТ обычно представлен в виде резкого падения линии с последующим плавным восстановлением.

На рисунке ниже изображена упрощенная схема связи двух нейронов и сигнал ВПСТ, снятый внутриклеточным электродом с нейрона Б при прохождении импульса от пресинаптического нейрона 4 раза. Обратите внимание, что два этих нейрона связывает только 1 синапс.



5.1 Изучив следующий рисунок, представьте в прямоугольном блоке возможный вариант сигнала ВПСТ в нейроне А после последовательного прохождения по одному потенциалу действия в нейронах 1, 2 и 3.

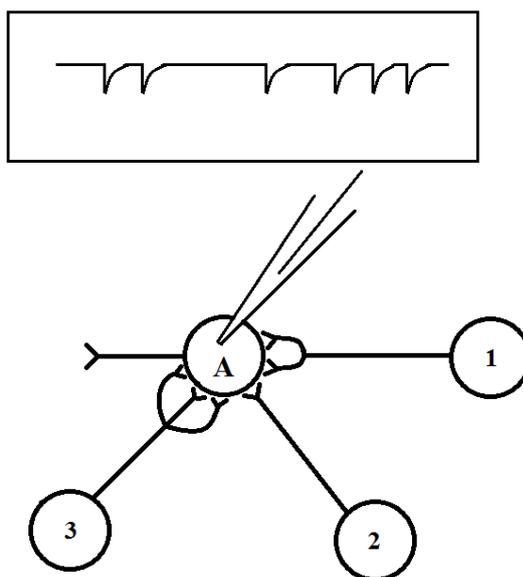
Обоснуйте свой ответ.



Амплитуда каждого ВПСТ будет прямо зависеть от количества синапсов между соответствующими нейронами. (2 балла)

Синаптическая множественность – величина, которая показывает среднее количество синапсов между двумя нейронами. Синаптическая множественность может сильно меняться в ходе обучения и при развитии некоторых заболеваний, например, при аутизме. Для оценки синаптической множественности в эксперименте обычно используют ионы стронция. Добавление их в среду приводит к десинхронизации выделения квантов медиатора в различных синапсах одного и того же нейрона.

5.2 На рисунке ниже зарисуйте, как изменится аналогичный сигнал после добавления в среду с нейронами ионов стронция. Обоснуйте свой ответ ниже рисунка.



Из-за рассинхронизации выделения везикул с медиатором в синапсах одного нейрона каждый ВПСП из сигнала предыдущего рисунка распадется на одинарные по амплитуде. (2 балла)