

Место для баллов:

Код:

КАБИНЕТ № 3
АНАТОМИЯ И ФИЗИОЛОГИЯ
ЧЕЛОВЕКА И ЖИВОТНЫХ
(20 баллов)

Продолжительность выполнения – 60 минут.

ЗАДАНИЕ 1

Выполните расчет параметров проведения нервного импульса, используя компьютерную программу. Действуйте по следующей инструкции и пошагово выполняйте задания 1.1–1.3:

Шаг 1. Запустите программу на рабочем столе своего компьютера (Рисунок 1).



Рисунок 1 – Иконка запуска программы для выполнения задания

Шаг 2. В верхней части открывшегося окна программы нажмите на слово START.

Шаг 3. Программа потребует выбрать язык. Снизу справа нажмите на кнопку «Русский перевод» (Рисунок 2).

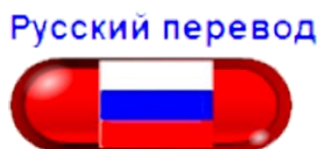


Рисунок 2 – Кнопка выбора русскоязычного интерфейса программы.

Шаг 4. В нижней правой части окна нажмите кнопку «Содержание» (Рисунок 3).



Рисунок 3 – Кнопка перехода к содержанию тематических разделов программы.

Шаг 5. В появившемся содержании выберите раздел «Нервная система» (Рисунок 4).



Рисунок 4 – Кнопка выбора раздела «Нервная система».

Шаг 6. Из предложенного списка выберите «Определение скорости проводимости и ее зависимости от диаметра аксона, а также от наличия или отсутствия миелина» (Рисунок 5).

**Определение скорости проводимости и ее зависимости
от диаметра аксона, а также от наличия или отсутствия миелина**

Рисунок 5 – Кнопка выбора темы эксперимента.

Шаг 7. Появится раздел с теорией. Учтите, что ознакомление с ней отнимает у Вас время, которое Вы можете использовать на выполнение остальных заданий.

Шаг 8. В нижней части окна программы нажмите на кнопку «Цель» (Рисунок 6).



Рисунок 6 – Кнопка «Цель».

Шаг 9. На экране представлен план виртуального эксперимента. Вам предстоит измерить скорости проведения нервного импульса по волокнам немиелинизированного нерва крысы.

Экспериментальная установка состоит из:

- стимулятора - генератора стимулирующих импульсов, который включает в себя:
 - а) прибор, регулирующий интенсивность электрических стимулов;
 - б) кнопку, которая включает стимулятор в сеть, и отключает его от сети;
- прибора, измеряющего время;
- усилителя электрического сигнала;
- пластины, на которой закрепляется нерв.

Принцип измерений:

Немиелинизированный нерв крысы помещается на электродную пластину. С помощью двух электродов, размещенных на известном расстоянии от электрода-раздражителя, замеряется время распространения потенциала действия от раздражителя к измерительному электроду. Так как расстояние известно, то, зная время, можно вычислить скорость проведения возбуждения.

Шаг 10. Нажмите снизу на кнопку «Технология» (Рисунок 7).



Рисунок 7 – Кнопка «Технология».

Шаг 11. Появится раздел с технологией эксперимента. Учтите, что ознакомление с ней отнимает у Вас время, которые Вы можете потратить на выполнение остальных заданий.

Шаг 12. Нажмите снизу на кнопку «Практическая часть» (Рисунок 8).



Рисунок 8 – Кнопка «Практическая часть».

Шаг 14. Появится окно эксперимента. Выполните следующие действия:

Действие 14.1. Нажмите кнопки «Сеть» на стимуляторе и усилителе. Загорятся зеленые лампочки, на экране осциллографа появится желтая изолиния.

Действие 14.2 Поместите на электродную пластину тонкий (не имеющий миелинового слоя) нерв крысы путем нажатия на стрелку рядом с ним. Нерв появится на электродной пластине.

Действие 14.3 При помощи зеленых стрелок установите на стимуляторе следующее значение интенсивности стимула (мВ): 2,5. Нажмите на кнопку «Стимул» (Рисунок 9).



Рисунок 9 – Кнопка «Стимул».

На экране осциллографа появится кривая нервного импульса, отстоящая от начала координат по оси Ох на некоторое количество делений.

Действие 14.4 При помощи зеленых стрелок установите на стимуляторе следующее значение времени (мс): 2,5. Курсор на экране осциллографа переместится к точке, соответствующей началу деполяризации.

Действие 14.5 Нажмите на приборе, измеряющем время, кнопку «Вычислить» (Рисунок 10). В черных окошках под кнопкой появятся численные значения межэлектродного расстояния, времени, а также рассчитанная скорость проведения возбуждения.



Рисунок 10 – Кнопка «Вычислить».

1.1 Чему равна скорость проведения возбуждения (на симуляторе – «скорость проводимости (м/с)»)?

Ответ:

16 м/с

(2 балла)

Действие 14.6 Нажмите на кнопку «Освободить пластину» (Рисунок 11).

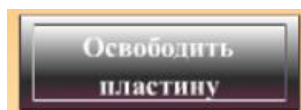


Рисунок 11 – Кнопка «Освободить пластину».

Действие 14.7 Нажмите на кнопку «Очистить» (Рисунок 12).



Рисунок 12 – Кнопка «Очистить»

1.2. Исходя из полученной величины скорости проведения возбуждения, выберите преимущественный тип волокон, составляющих нерв (по Эрлангеру–Гассеру). Для этого воспользуйтесь таблицей ниже.

Таблица 1 – Классификация нервных волокон по Эрлангеру–Гассеру

Тип	Диаметр (мкм)	Скорость проведения (м/с)
Aα	12–20	70–120
Aβ	5–12	30–70
Aγ	3–16	15–30
B	1–3	3–15
C	0,3–1,3	0,5–2,3

Ответ:

Aγ

(2 балла)

1.3. Приняв диаметр волокна равным 16 мкм, рассчитайте постоянную времени τ волокна, выразив её из формулы:

$$\theta = \sqrt{\frac{d}{4 \times R_i \times C_m \times \tau}}$$

где d – диаметр нерва (см),

R_i (удельное сопротивление аксоплазмы) $\approx 100 \text{ Ом} \cdot \text{см}$

C_m (удельная емкость мембраны) $\approx 1 \text{ мкФ/см}^2 = 10^{-6} \text{ Ф/см}^2$.

θ – скорость проведения возбуждения (см/с).

Результат округлите до второго знака после запятой и выразите в микросекундах (мкс)

Ход решения задания 1.3 (3 балла):

Выражаем постоянную времени (τ)

$$\tau = \frac{d}{4 \times R_i \times C_m \times \theta^2}$$

Переводим величины:

$$d = 16 \text{ мкм} = 16 \times 10^{-4} \text{ см} = 1,6 \times 10^{-3} \text{ см.}$$

$$\theta = 16 \text{ м/с} = 1600 \text{ см/с.}$$

Подставляем:

$$\tau = \frac{1,6 \times 10^{-3}}{4 \times 100 \times 10^{-6} \times (1600)^2}$$

Вычисляем знаменатель по частям:

$$4 \times 100 = 400$$

$$400 \times 10^{-6} = 4 \times 10^{-4}$$

$$1600^2 = 2.560.000$$

$$\text{Произведение: } (4 \times 10^{-4}) \times 2.560.000 = 4 \times 256 = 1024$$

Делим числитель на знаменатель:

$$\tau = \frac{1,6 \times 10^{-3}}{1024} \approx 1,56 \times 10^{-6} \text{ с (секунд)}$$

Результат (теоретический):

$$\tau \approx 1,56 \text{ мкс (микросекунды)}$$

Для промежуточных расчетов используйте имеющиеся в Вашем распоряжении листы для черновых записей, в данное поле заносится исключительно чистовой вариант

Ответ на задание 1.3:

1,56 мкс

(2 балла)

ЗАДАНИЕ 2

2.1 Ниже представлено описание опыта немецкого физиолога Вильгельма Кюне, экспериментально доказывающего один из законов проведения возбуждения по нервным волокнам. Метод Кюне предполагает использование нервно-мышечного препарата лягушки – икроножной мышцы с седалищным нервом. Суть эксперимента заключается в продольном расщеплении седалищного нерва на два пучка на значительном протяжении выше места его входа в мышцу. После расщепления оба пучка подходят к мышце, где каждый иннервирует свою группу мышечных волокон. Эти группы мышечных волокон также хирургически разделяли, чтобы исключить возможность распространения возбуждения непосредственно по мышечной ткани от одного мышечного волокна к другому. Раздражающие электроды накладывали только на один из пучков нервных волокон ниже места расщепления.

Что будет наблюдаться при нанесении только на этот пучок нервных волокон электрического стимула?

- а) Отсутствие мышечного сокращения в обоих фрагментах икроножной мышцы
- б) Сокращение обоих фрагментов икроножной мышцы
- в) Сокращение только части волокон икроножной мышцы, непосредственно связанных (через нервно-мышечные синапсы) с раздражаемым пучком нервных волокон

Ответ:

б

(1 балл)

2.2 В первом столбце приведенной таблицы содержатся характеристики, присущие электротоническому (последовательному) либо сальтаторному (скачкообразному) способам проведения возбуждения по нервному волокну. Дополните таблицу, вставив в ячейки второго столбца напротив каждой характеристики тот способ, которому она присуща (по одному способу в каждую ячейку, использовать только указанные в задаче названия способов проведения).

Таблица для ответов на задание 2.2

Характеристика	Способ проведения	балл
1) реализован в безмиелиновых аксонах	<i>электротонический</i>	1
2) быстрый способ (скорость проведения достигает 120 м/с)	<i>сальтаторный</i>	1
3) нервный импульс генерируется в строго определенных участках мембраны, где повышено количество натриевых каналов	<i>сальтаторный</i>	1
4) нервный импульс быстро затухает по экспоненте	<i>электротонический</i>	1

2.3 На рисунке 13 представлен микропрепарат.

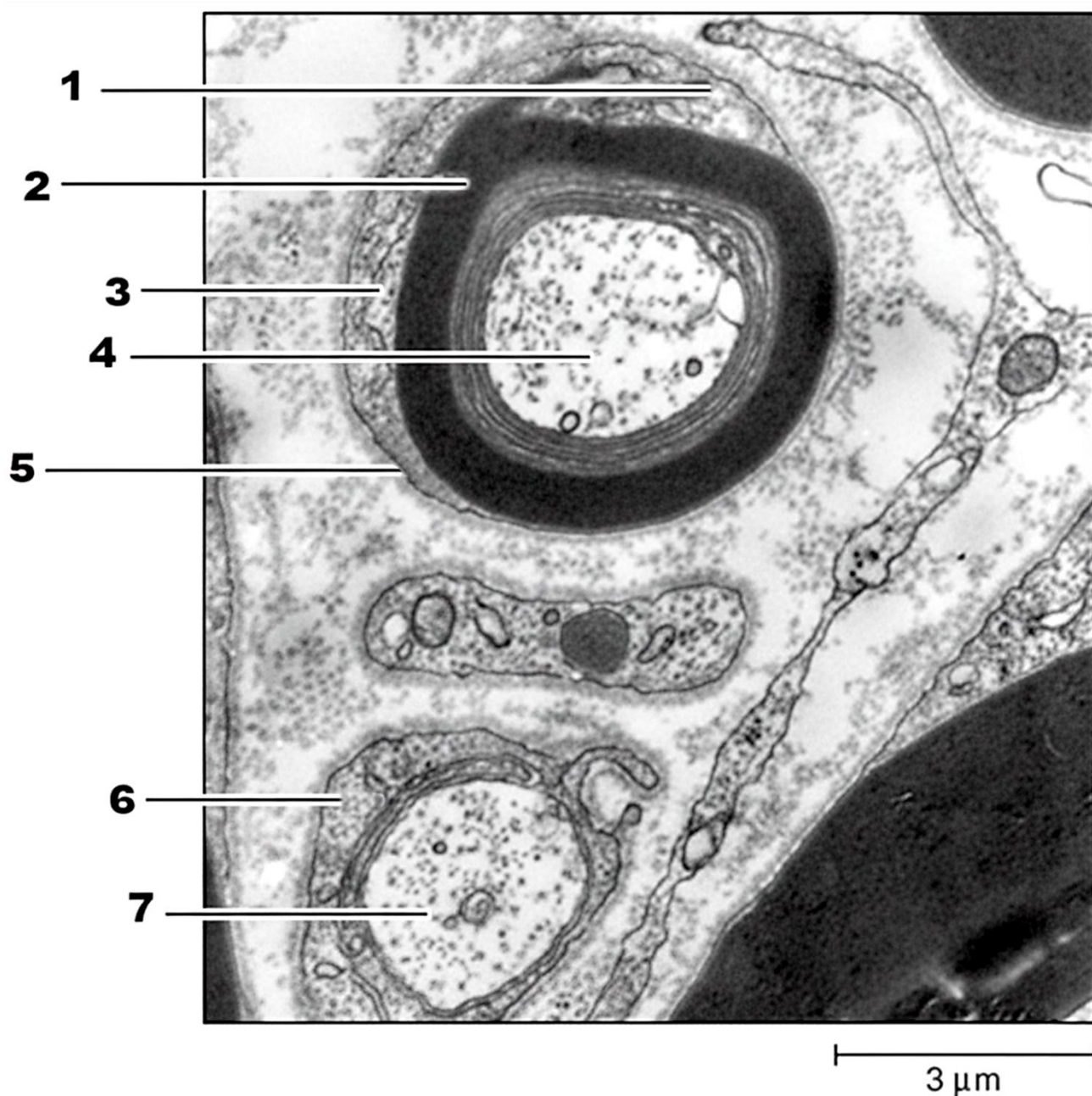


Рисунок 13

В таблице для ответов на задание 2.3 укажите какими цифрами на рисунке 13 обозначены соответствующие структуры:

Таблица для ответов на задание 2.3 (3 балла)

Структура		Номер на рисунке 13	Балл
а)	миелин	2	(1 балл)
б)	цитоплазма миелинизированного аксона	4	(1 балл)
в)	цитоплазма немиелинизированного аксона	7	(1 балл)

2.4 Лабильность – это способность функциональных единиц возбудимой ткани воспроизводить максимальную частоту раздражения без трансформации ритма. Расположите следующие структуры в порядке снижения лабильности:

- а) скелетное мышечное волокно
- б) двигательный нерв, состоящий из аксонов двигательных нейронов
- в) нервно-мышечный синапс

Таблица для ответов на задание 2.4 (3 балла)

1 –	<i>б) двигательный нерв, состоящий из аксонов двигательных нейронов (500 имп/с)</i>	(1 балл)
2 –	<i>а) скелетное мышечное волокно (250 имп/с)</i>	(1 балл)
3 –	<i>в) нервно-мышечный синапс (100 имп/с)</i>	(1 балл)