

График 1. Зависимость амплитуды ПД нерва от амплитуды стимула.

**Примечание:** здесь и далее график строится по реальным значениям амплитуды стимула и ПД – в этой задаче по данным 2-й и 4-й строк таблицы 1.

Задание 2. Исследование зависимости порога раздражения нерва от длительности раздражающего стимула.

Считая пороговой силу раздражения, вызывающую ПД минимальной амплитуды (например, 1мм) определить пороги при различной длительности стимула, начиная с наименьшей. Регистрируют величину порога, постепенно увеличивая длительность стимула до тех пор, пока пороги раздражения при трех соседних длительностях не совпадут.

Таблица. Зависимость порога раздражения от длительности стимула.

Длительность стимула, мс														
Порог раздражения, В (показания стимулятора)														
Порог раздражения, В (с учетом трансформатора 1: _____)														



График 2. Зависимость порога раздражения нерва от длительности раздражающего стимула.

Реобазы = \_\_\_\_\_ В

Хронаксия = \_\_\_\_\_ мс

Полезное время = \_\_\_\_\_ мс

Задание 3. Определение длительности периодов абсолютной (АРФ) и относительной (ОРФ) рефрактерности нерва.

При выполнении этой задачи стимулятор работает в режиме генерации сдвоенных импульсов.

1. Установить длительность стимула равной 0,5 мс, а амплитуду стимула - сверхмаксимальной (см. задание №1). Интервал между стимулами в паре свести к минимуму, при этом второй стимул не вызывает ПД, т.к. он попадает в фазу АРФ.
2. Увеличивая интервал времени между 1-м и 2-м стимулами, определить длительность АРФ по появлению второго ПД.
3. Продолжая увеличивать интервал времени между двумя стимулами до тех пор, пока амплитуда 2-го ПД не станет равной амплитуде 1-го, определить длительность ОРФ.

АРФ = \_\_\_\_\_ мс

АРФ+ОРФ = \_\_\_\_\_ мс

ОРФ = \_\_\_\_\_ мс

## Задача 2. Исследование свойств потенциала действия гигантского аксона кальмара

### Задание 1. Зависимость амплитуды ПД от силы стимула.

Амплитуда стимула, мкА	5	10	11,2	20	40	60
Амплитуда ПД, мВ						

Таблица 1. Зависимость амплитуды ПД от силы стимула. (Длительность стимула = 0,5 мс)



**График 1.** Зависимость амплитуды ПД нерва от силы стимула.

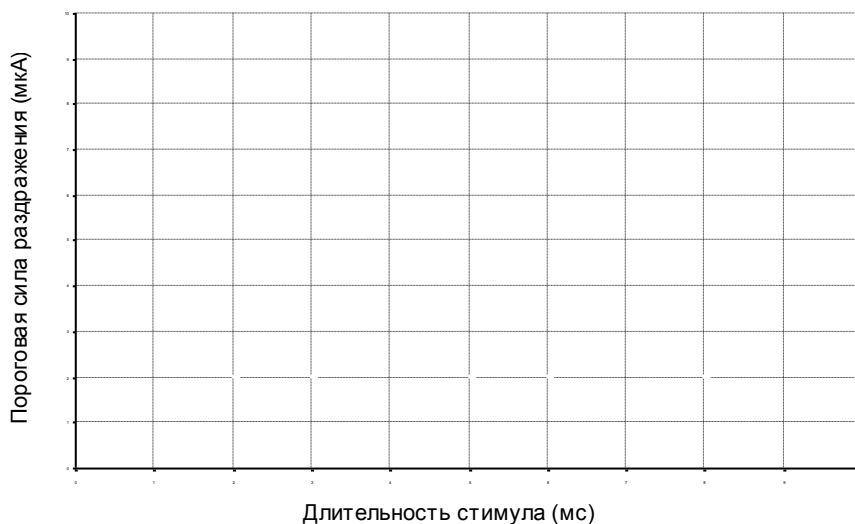
**Примечание.** Амплитуда ПД измеряется не от «0», а от уровня потенциала покоя, который равен -70 мВ

### Задание 2. Зависимость порога раздражения от длительности стимула.

Установить длительность стимула 0,05 мс. Меняя амплитуду стимула, определите порог возникновения ПД при этой длительности. Увеличивая длительность стимула, на каждом шаге определяйте порог возникновения ПД.

Таблица 2. Зависимость порога ПД от длительности стимула.

Длительность стимула, мс	0,05	0,1	0,2	0,5	1	2	5	10
Порог раздражения, мкА								



**График 2.** Зависимость порога раздражения от длительности раздражающего стимула.

Реобазы = \_\_\_\_\_ мкА

Хронаксия = \_\_\_\_\_ мс

Полезное время = \_\_\_\_\_ мс

**Примечание.** Если эти значения трудно определить по графику (слишком грубый масштаб) – пользуйтесь данными таблицы

### Задание 3. Длительность фаз относительной и абсолютной рефрактерности.

Установите следующие параметры стимула: первый стимул - амплитуда 50 мкА, длительность 0.5 мс. Интервал между импульсами 10 мс. Второй стимул - Амплитуда 11.2 мкА (амплитуда порога при данной длительности стимула), длительность 0.5 мс. Увеличивайте интервал между импульсами с шагом 1 мс до тех пор, пока не появится второй ПД. Этот интервал равен суммарной длительности рефрактерности (АРФ+ОРФ).

Для определения длительности АРФ увеличьте амплитуду второго стимула до 100 мкА. Уменьшайте интервал между стимулами, пока второй ПД не исчезнет, это значение интервала равно периоду абсолютной рефрактерности. Обратите внимание, что второй потенциал действия должен сопровождаться повышением натриевой и калиевой проводимости, в противном случае Вы наблюдаете лишь артефакт стимуляции, обусловленный пассивными электрическими свойствами мембраны.

АРФ = \_\_\_\_\_ мс

АРФ+ОРФ = \_\_\_\_\_ мс

ОРФ = \_\_\_\_\_ мс

**НА ОТДЕЛЬНОМ ЛИСТЕ (или нескольких листах) В РУКОПИСНОМ ВИДЕ ОТВЕЬТЕ НА ВОПРОСЫ:**  
(условие вопроса переписывать не надо, укажите только его номер)

1. Что такое равновесные потенциалы мембраны для ионов натрия и калия? По какой формуле их можно вычислить? Укажите их приблизительные значения. Почему потенциал покоя ближе к калиевому равновесному потенциалу, чем к натриевому?
2. Напишите уравнение Гольдмана-Ходжкина-Катца.
3. Изобразите потенциал действия (в координатах: по оси абсцисс – время в мс, по оси ординат – мембранный потенциал в мВ). Ниже (в той же шкале времени) приведите график, отражающих динамику изменений проводимости мембраны для ионов натрия и калия во время развития ПД.
4. Что такое «инактивация натриевых каналов»?
5. Определите понятия:
  - критический уровень деполяризации (порог возбуждения);
  - порог раздражения;
  - овершут;
  - фаза абсолютной рефрактерности;
  - фаза относительной рефрактерности.
6. В чем суть закона «все или ничего»?
7. Назовите причины, лежащие в основе абсолютной и относительной рефрактерности нервного волокна.
8. Как изменяется амплитуда суммарного ПД седалищного нерва лягушки при увеличении амплитуды стимула? Почему в этом случае не выполняется закон «все или ничего»? Почему существует предел увеличения амплитуды суммарного ПД нерва?
9. Сравните графики зависимости амплитуды ПД от амплитуды стимула для седалищного нерва лягушки и гигантского аксона кальмара, объясните причину их различий.
10. В опыте на гигантском аксоне кальмара при пороговой силе раздражения (11,2 мкА) латентный период развития ПД значительно больше, чем при сверхпороговом раздражении. Объясните причину этого явления.
11. Как изменяется величина порога раздражения при увеличении длительности приложенного стимула для двух объектов: седалищного нерва лягушки и гигантского аксона кальмара? В чем причина такой зависимости?
12. Определите понятия:
  - реобазис;
  - хронаксия;
  - полезное время.
13. На графике приведены зависимости «сила-длительность», полученные для двух нервных волокон (1 и 2) при раздражении с помощью внеклеточных электродов (как и в нашем опыте на нерве лягушки). (а) Диаметр какого из волокон больше? Объясните Вашу точку зрения. (б) А как бы Вы ответили, если бы один из раздражающих электродов находился внутри клетки?

