

**Задание практической части предпрофессионального экзамена на базе
НИЯУ МИФИ**

Направление практической части экзамена: медико-инженерное

Направление подготовки: медико-инженерное

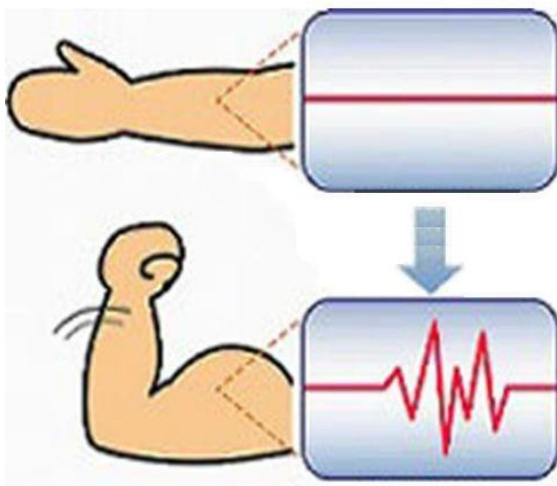
**Тематическое содержание практической части предпрофессионального
экзамена**

1. Электрический потенциал клетки.
2. Передача нервных импульсов. Аксон, нейромедиатор, потенциал действия
3. Постсинаптические токи.
4. Электрические потенциалы мышечных волокон.
5. Физиологические основы электромиографии (ЭМГ).
6. Методика измерения ЭМГ
7. Электрические поля сердца.
8. Физиологические основы электрокардиографии (ЭКГ).
9. Устройство электрокардиографа. Отведения.
10. Физиологические основы электроэнцефалографии (ЭЭГ)
11. Методика проведения ЭЭГ. Способы подключения электродов в ЭЭГ(биполярный, референциальный, лапласовский)
12. Дельта-волны (δ -ритм), Тета-волны (θ -ритм), Альфа-волны (α -ритм), Сенсомоторный ритм (μ -ритм), Бета-волны (β -ритм), Гамма-волны (γ -ритм).
13. Принципы измерения пульсовой волны методом фотоплетизмографии (ФПГ).
14. Методика изучения кожно-гальванической реакции (КГР)

Задача «Измерение электромиограммы»

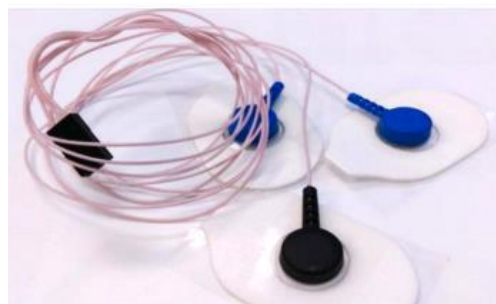
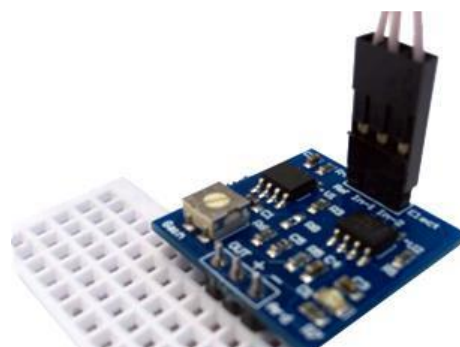
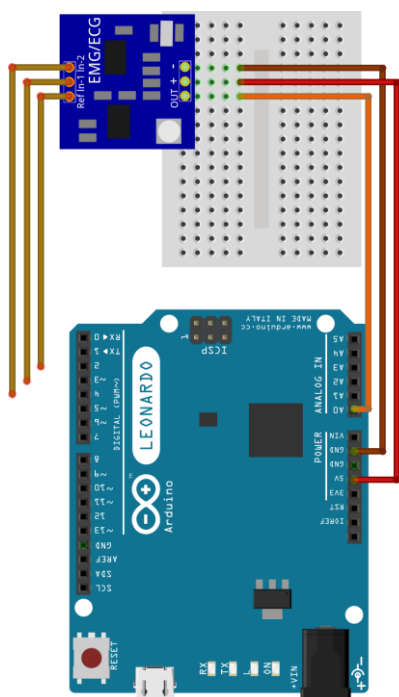
Оборудование: Электронный конструктор для изучения нейротехнологий "Юный нейромоделист" на платформе Arduino, компьютер.

Задача: Собрать из набора электронных модулей электромиограф (сенсор мышечной активности), регистрирующий разность потенциалов, возникающую в мышце при ее сокращении или расслаблении и провести измерение биопотенциалов бицепса в расслабленном и напряженном состоянии.



Указание. Электромиография - это метод исследования биоэлектрических потенциалов, возникающих в скелетных мышцах человека и животных при возбуждении мышечных волокон. Характерная амплитуда считываемых электрических сигналов, возникающих в мышцах, составляет порядка нескольких милливольт. Считанный и обработанный сигнал можно использовать для анализа биомеханики человека, а также для управления различными устройствами.

В силу сходства принципов проведения электрокардио- и электромиографии для их считывания используется один и тот же модуль ЭМГ/ЭКГ. Модуль подключается к плате Arduino согласно данной схеме:



Шлейф для подключения электродов вставляется в разъем на плате “EMG/ECG”, причем окошечки с металлическими контактами в колодке должны смотреть в сторону платы. Это необходимо для корректного подключения референсного электрода в первых версиях модуля.

Для получения электромиограммы необходимо наклеить два электрода на кожу над мышцей вдоль роста мышечных волокон. Расстояние между центрами электродов должно быть около 2 сантиметров, при этом электроды могут немного перехлестываться. К этим двум электродам необходимо присоединить кнопки одинакового цвета. Третий электрод необходимо

наклеить на локоть или запястье - к нему нужно подсоединить кнопку черного цвета.

После подключения модуля к плате Arduino и подключения соответствующих электродов к телу человека, можно приступить к изучению биосигналов. Для их визуализации нужно использовать программу Bitronics Lab. Программа, загруженная в процессор Arduino, считывает сигналы с аналоговых входов A0 (каждые 3 мс) и A1 (каждые 30 мс) и отправляет данные на компьютер. Программа Bitronics Lab позволяет визуализировать эти данные, записать их, увидеть спектр сигнала.

В данной работе необходимо, используя собранное оборудование, нужно измерить и сравнить биосигналы мышцы в расслабленном и напряженном состоянии.

Критерии оценки (участникам можно сообщить после выполнения работ):

1. Участник не понял в принципе как можно измерить биосигналы мышцы с помощью данного оборудования	0 баллов
2. Участник понял основную идею и собрал нужный прибор	1-10 баллов 11-20 баллов
3. Сборка устройства и измерения, но полученные биосигналы отличаются от истинного более чем на 50%	20-40 баллов (в зависимости от результата)
4. Измерения выполнены, результат отличается от истинного менее, чем на 50 %, а также проведен грамотный анализ полученного результата	40-50 баллов
5. Качество оформления: если по записям на экзаменационном листе можно легко восстановить принципы измерений и расчетов (что мерялось и как вычислялось)	+10 баллов к оценке по пунктам 3 и 4

Порядок выполнения задания

1. Найти в Интернете информацию о наборе-конструкторе «Юный Нейромоделист» **BiTronics LAB** для изучения био- и нейро- сигналов человека. Учебные материалы
2. Скачать и установить на ПК программную оболочку **Arduino IDE** в zip-архиве (for non admin install), скетч-программу для платы Arduino **_1_video_onesensor.ino**, библиотеку **TimerOne** и программу визуализации **Bitronics Lab**
3. Подключить плату Arduino к компьютеру через USB-кабель, загрузить в Arduino программу-скетч **TwoSensors.ino** и убедиться в работоспособности системы

4. Отключить питание (USB-кабель) от платы Arduino, подключить к ней измерительный модуль «EMG/ECG» с электродами, установленными на руке человека
5. Включить питание (USB-кабель) платы Arduino, запустить программу визуализации **Bitronics Lab** и убедиться в работоспособности собранного измерительного комплекса
6. Провести цикл требуемых исследований влияния внешних воздействий на изменение параметров измеряемых биосигналов
7. Обработать полученные результаты (составить таблицы, графики, распределения и т.д.) и объяснить биофизические основы наблюдаемых изменений параметров биосигналов
8. Составить отчёт по выполненному заданию

Таблица 1. Статистические параметры ЭМГ при различных усилиях мышцы (*M* - выборочное среднее, *S* – среднеквадратичное отклонение)

<i>Покой</i>		<i>Среднее усилие</i>		<i>Груз</i>		<i>Максимальное усилие</i>	
<i>M 10</i>	<i>S_10</i>	<i>M 11</i>	<i>S_11</i>	<i>M 12</i>	<i>S_12</i>	<i>M 13</i>	<i>S_13</i>
10	3	15	4	20	5	30	7

Таблица 2. Мощность ЭМГ-сигнала мышцы бицепса *S* в различные моменты времени при удержании груза (утомляемость мышцы)

Время, с	0	30	60	90	120	150	180
S	100	95	85	80	75	70	65
Время, с	210	240	270	300	330	360	390
S	60	60	55	55	50	50	50

Графики

Рис. 1

Рис. 2

