

ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ
«АССОЦИАЦИЯ МЕДИЦИНЫ И АНАЛИТИКИ»

КОМПЛЕКС УЧЕБНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ «БИО»

ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ

Санкт-Петербург

2024 г.

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие	3
Лабораторная работа № 1. Электрокардиограмма (ЭКГ) в отведениях по Эйнтховену	4
Лабораторная работа № 2. Электрическая и механическая ось сердца	8
Лабораторная работа № 3. Электромиограмма (ЭМГ) при различных усилиях сжатия кисти	10
Лабораторная работа № 4. Определение средней частоты и амплитуды ЭМГ	12
Лабораторная работа № 5. Определение дыхательных актов	15
Список литературы	17

ПРЕДИСЛОВИЕ

Комплекс учебно-исследовательский БИО (далее – комплекс) предназначен для получения данных при проведении биологических экспериментов. Комплекс подходит для использования в школах, средних и высших учебных заведениях, лабораториях, детских технопарках, научно-исследовательских институтах медицинского, биологического и ветеринарного профилей, опытов по биологии, опытов по физиологии биологических объектов.

Область применения учебного комплекса – учебно-демонстрационное оборудование, предназначенное для выполнения демонстрационных опытов, лабораторных, исследовательских и проектных работ для естественно-научного направления, для учебных заведений в области нейротехнологий и физиологии человека.

Комплекс учебно-исследовательский обеспечивает решение широкого класса задач по получению, записи и обработке биологических сигналов в реальном масштабе времени. Комплекс позволяет выводить графическую информацию на монитор персонального компьютера (далее ПК) о данных, собранных при проведении биологических экспериментов. С помощью датчиков, входящих в комплект основного набора, можно получать следующие биометрические показатели: сигнал электрокардиограммы (ЭКГ), сигнал электромиограммы (ЭМГ) и сигнал давления.

Методы электрофизиологии

Существующие методы электрофизиологии основаны на регистрации биоэлектрических сигналов, генерируемых различными органами и системами живого организма.

В зависимости от органа, биоэлектрическая активность которого изучается, различают следующие методы электрофизиологии:

- электрокардиография – исследование электрической активности сердца;
- электромиография – исследование электрической активности мышц.

При выполнении лабораторных работ необходимо ознакомиться с руководством пользователя [1].

Лабораторная работа № 1

ЭЛЕКТРОКАРДИОГРАММА (ЭКГ) В ОТВЕДЕНИЯХ ПО ЭЙНТХОВЕНУ

ЭКГ представляет собой запись колебаний разности потенциалов, возникающих на поверхности тела (грудной клетки, конечностей) при распространении волны возбуждения по сердцу. Согласно теории Эйнтховена (теория формирования электрокардиограммы), сердце рассматривается как бесконечно малый (точечный) электрический диполь, расположенный в центре равностороннего треугольника и непрерывно меняющий величину, и направление вектора электродвижущей силы (ЭДС). Проекции вектора на каждую из сторон треугольника определяют форму электрокардиограммы в трех стандартных отведениях (рис. 1).

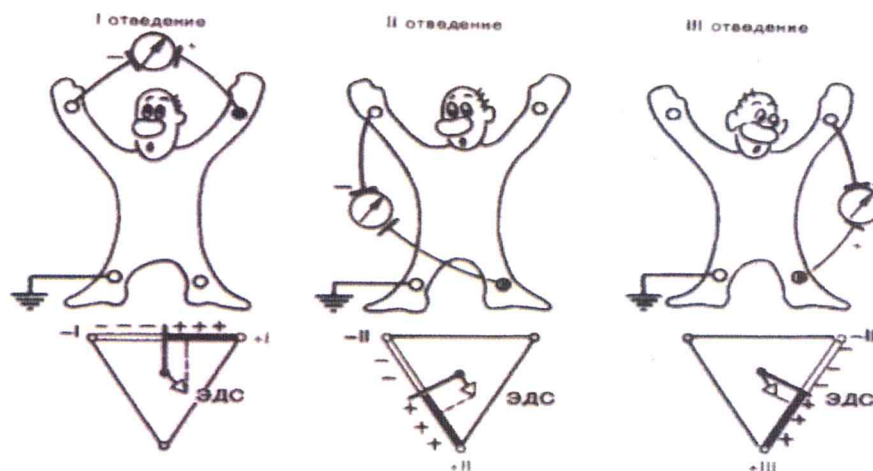


Рис. 1. Стандартные отведения по Эйнтховену

Электродвижущую силу любого источника тока, в том числе и сердца, можно зарегистрировать, устанавливая электроды не только на поверхности возбуждаемой ткани, но и в проводящей среде, окружающей источник. Это возможно благодаря существованию вокруг каждого источника тока электрического поля. Помещая электроды в любые точки электрического поля, можно зарегистрировать разность потенциалов, несущую определенную информацию об ЭДС источника. Как правило, биопотенциалы сердца измеряют не на поверхности сердца, а на поверхности тела. Измеренные на поверхности тела напряжения будут иметь меньшие значения по сравнению с напряжениями на поверхности сердца.

Поскольку внутреннее сопротивление источника сигнала на поверхности тела велико (50–300 кОм) и меняется во времени непредсказуемо, входное сопротивление регистрирующего устройства, к которому подключены провода от электродов, должно быть на порядок больше, т.е. 1–3 МОм.

Сигналы от ЭКГ электродов поступают на входы усилителя, при этом вид усиленного ЭКГ-сигнала зависит от правильного подключения электродов. Расположение электродов на конечностях называют отведениями. Изображение первых трех отведений представлено на рис. 1. Съем сигналов ЭКГ производится с помощью электродов различного цвета.

I отведение: левая рука L (+) (красный электрод) и правая рука R (-) (желтый электрод).

II отведение: левая нога F (+) (зеленый электрод) и правая рука R (-) (красный электрод).

III отведение: левая нога F (+) (зеленый электрод) и левая рука L (-) (желтый электрод) (рис.2).

Черный провод (заземление) традиционно накладывают на правую ногу (можно на любую оголенную часть тела). В зависимости целей и задач исследования электроды имеют различную конструкцию. В случае применения многоразовых электродов ЭКГ между телом испытуемого и самим электродом всегда помещают марлевую салфетку, смоченную 3% раствором хлористого натрия для обеспечения надежного электрического контакта с малым переходным сопротивлением кожа–электрод, или применяют специальные токопроводящие гели (типа ЭКВ).



Рис. 2. Стандартные цвета электродов типа «прищепка».

Для случаев динамической регистрации ЭКГ, что бывает необходимо у спортсменов, операторов, при исследовании условий труда, применяются одноразовые (приклеивающиеся) электроды. Если подвижность испытуемого ограничена, то применяют многоразовые электроды типа «прищепка» (рис. 2).

Вид типовой ЭКГ приведен на рис.3. Впервые названия зубцов P, Q, R, S, T и интервалов PQ, QS, ST, QT, TP ввел в практику ЭКГ Эйнтховен. На рисунке также показаны основные длительности интервалов, которые регистрируются на ЭКГ в одном из отведений. При нарушениях работы сердца форма ЭКГ в разных отведениях и интервалы могут меняться.

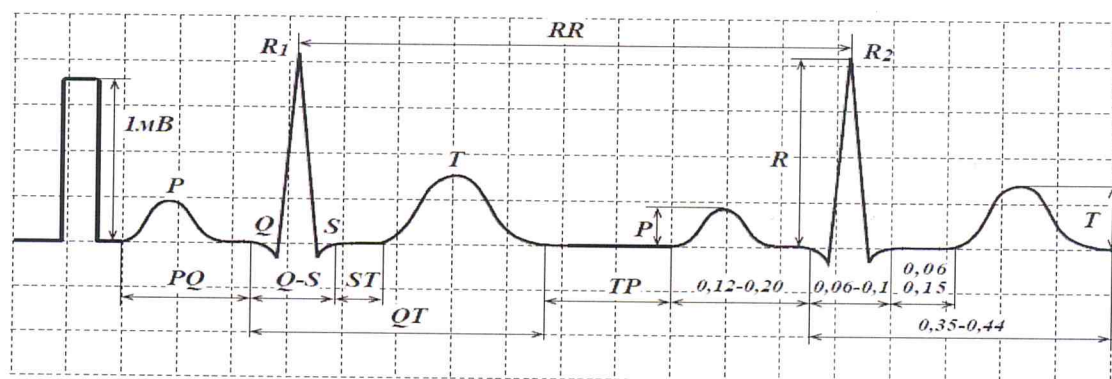


Рис. 3. Типовая ЭКГ



Рис. 4. Электроды для снятия типовой ЭКГ

Типовая ЭКГ в трех отведениях по Эйнтховену приведена на рис. 5. Из рис. 1 видно, что отведение 2 равно векторной сумме 1 и 3 отведения, и это широко используется при регистрации ЭКГ в кардиографии.

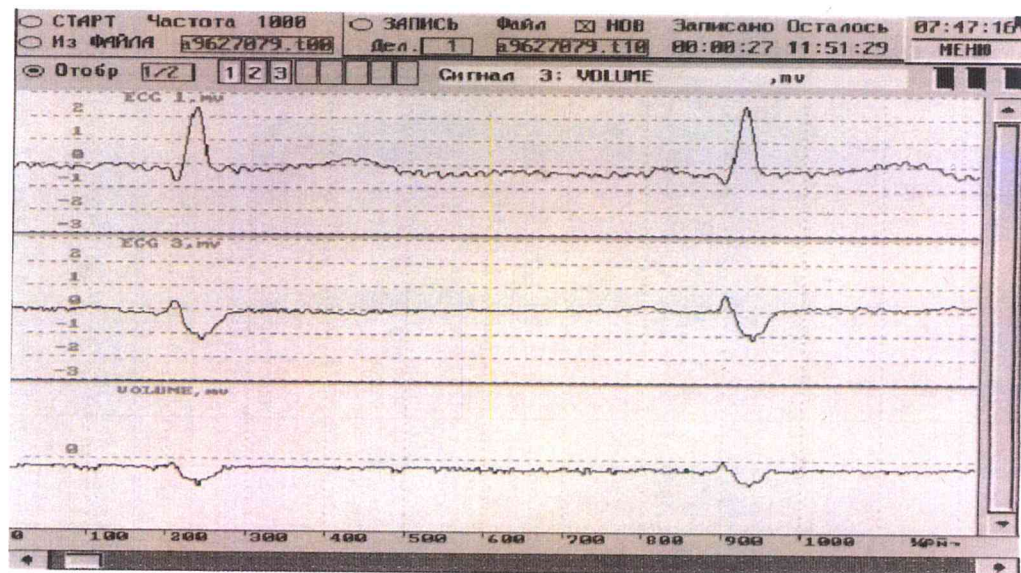


Рис. 5. Типовая ЭКГ в 3 отведениях

Работа заключается в следующем:

1. Включить компьютер;
2. Подключить комплекс с помощью USB кабеля;
3. Подключить кардио-модуль к устройству ввода на 1 разъем;
4. Запустить программу LGraph2;
5. Включить каналы 1 и 5, по которым будет идти запись ЭКГ по 1 и 3 отведениям;
6. Включить окна 1, 2 и 3, по которым видим сигналы с 1 и 3 отведений;
7. Расположить электроды по цветам для 1 и 3 отведения (по Эйнтховену);
8. Нажав клавишу «просмотр» убедиться в качественном ЭКГ сигнале;
9. Зарегистрировать ЭКГ в 2-х отведениях по 2 каналам (1 и 5);
10. При помощи программы получить сумму 1 и 3 отведений, т.е. 2 отведение по Эйнтховену;
11. Записать 5-10 кардиоциклов;
12. Записать сигналы ЭКГ в файл по 3 м каналам;
13. Сделать копию в формате BMP и распечатать ее для отчета по лабораторной работе.

Лабораторная работа № 2

ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ И МЕХАНИЧЕСКАЯ ОСЬ СЕРДЦА

В медицинской литературе встречается понятие – электрическая ось сердца [1]. По определению, электрическая ось сердца – отрезок прямой (вектор), соединяющий два сечения миокарда, обладающих в данный момент наибольшей разностью потенциалов. Ориентация сердечного диполя во время фазы наиболее интенсивной деполяризации желудочков (в момент, когда зубец R достигает своего максимума) называется электрической осью сердца. Средняя электрическая ось по расположению близка анатомической оси сердца. Построение средней электрической оси дает представление о положении сердца в грудной полости.



Рис. 6. Расположение электродов при снятии ЭКГ для определения электрической оси сердца в треугольнике Эйнтовена

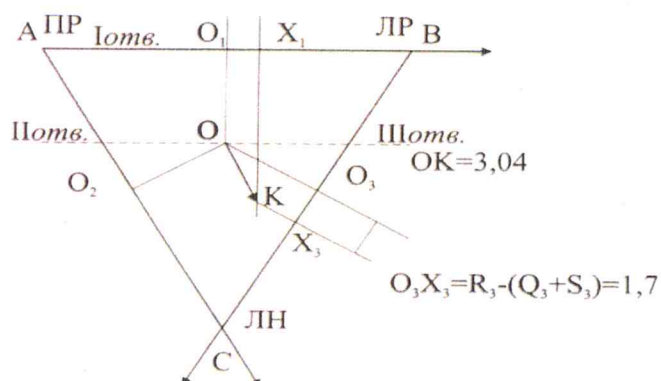


Рис. 7. Определение электрической оси сердца в треугольнике Эйнтовена

Как видно из рис. 7, электрическую ось сердца можно определить по записям ЭКГ в любых 2-х отведениях.

Работа заключается в следующем:

1. Включить компьютер;
2. Подключить комплекс с помощью USB кабеля;
3. Подключить кардио-модуль к устройству ввода на 1 разъем;
4. Запустить программу LGraph2;
5. Включить каналы 1 и 5, по которым будет идти запись ЭКГ по 1 и 3 отведениям;
6. Включить окна 1 и 2, по которым видим сигналы с 1 и 3 отведений;
7. Измерить с помощью циркуля и линейки величину зубца R в 2-х отведениях;
8. Отложить эти величины на соответствующие стороны равностороннего треугольника Эйнтховена;
9. Построить перпендикуляры от начала и конца данных компонентов внутрь треугольника для определения положения начала и конца сердечного диполя, определяющего образование зубца R;
10. Измерить угловую ориентацию данного диполя;
11. Построить на миллиметровой бумаге и определить электрическую ось сердца.

Лабораторная работа № 3

ЭЛЕКТРОМИОГРАММА (ЭМГ) ПРИ РАЗЛИЧНЫХ УСИЛИЯХ СЖАТИЯ КИСТИ

При различных усилиях напряжения мышцы электромиограмма (ЭМГ) имеет различный вид. При увеличении силы напряжения мышцы увеличивается амплитуда и частота сигнала ЭМГ (рис. 8, 9, 10). Для определения силы сжатия используется датчик давления и груша от тонометра (рис. 8, 9, 10).

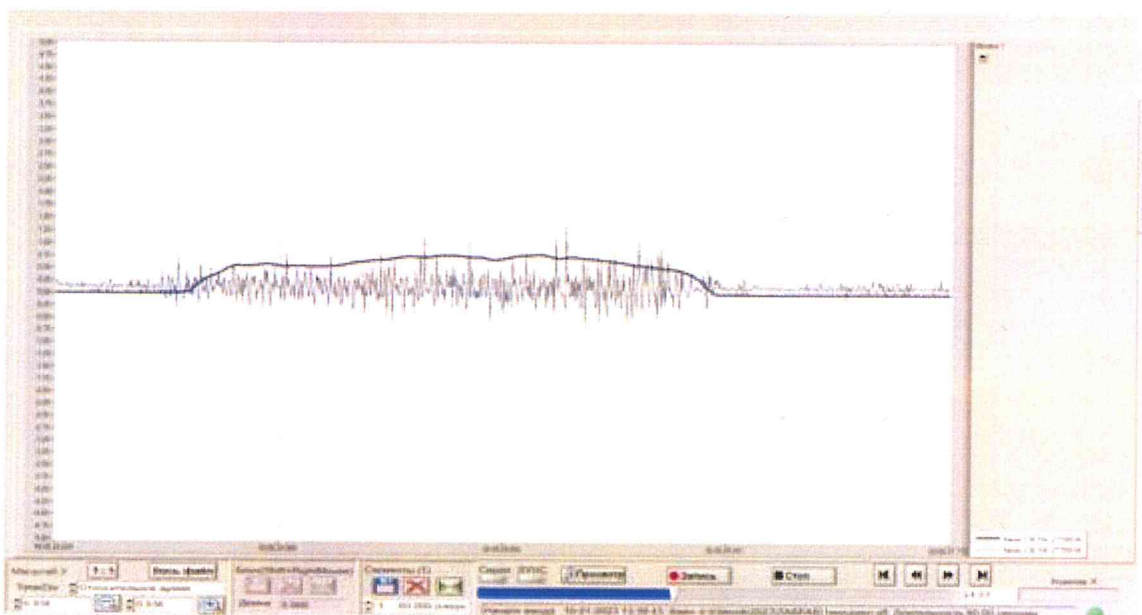


Рис. 8. ЭМГ при слабом сокращении мышцы

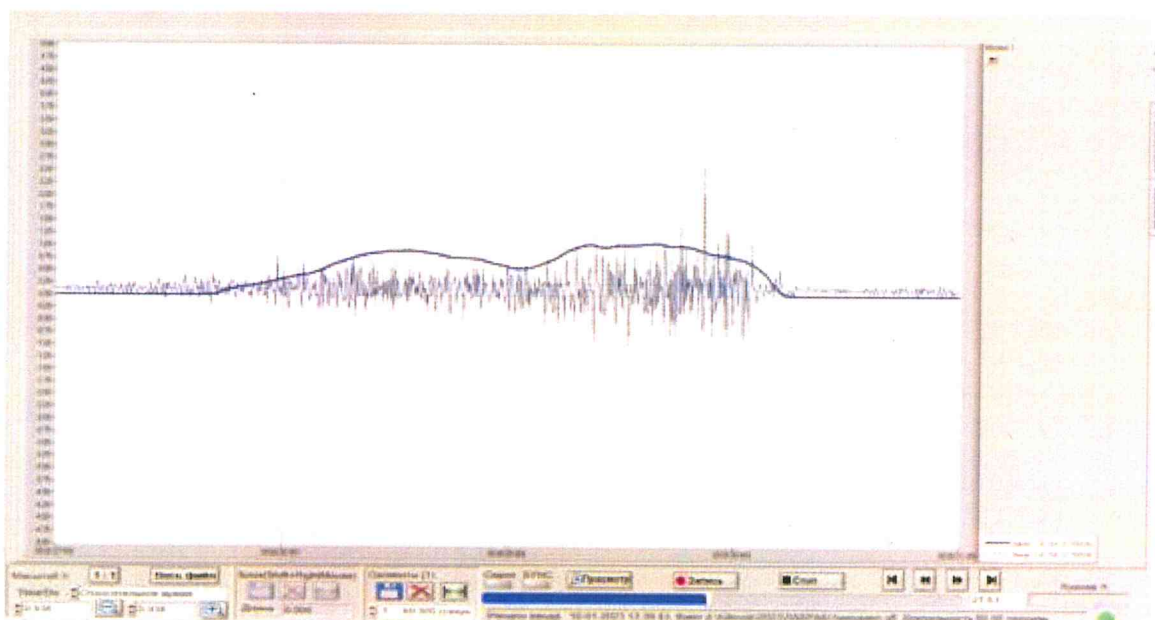


Рис. 9. ЭМГ при средней силе сокращения мышцы

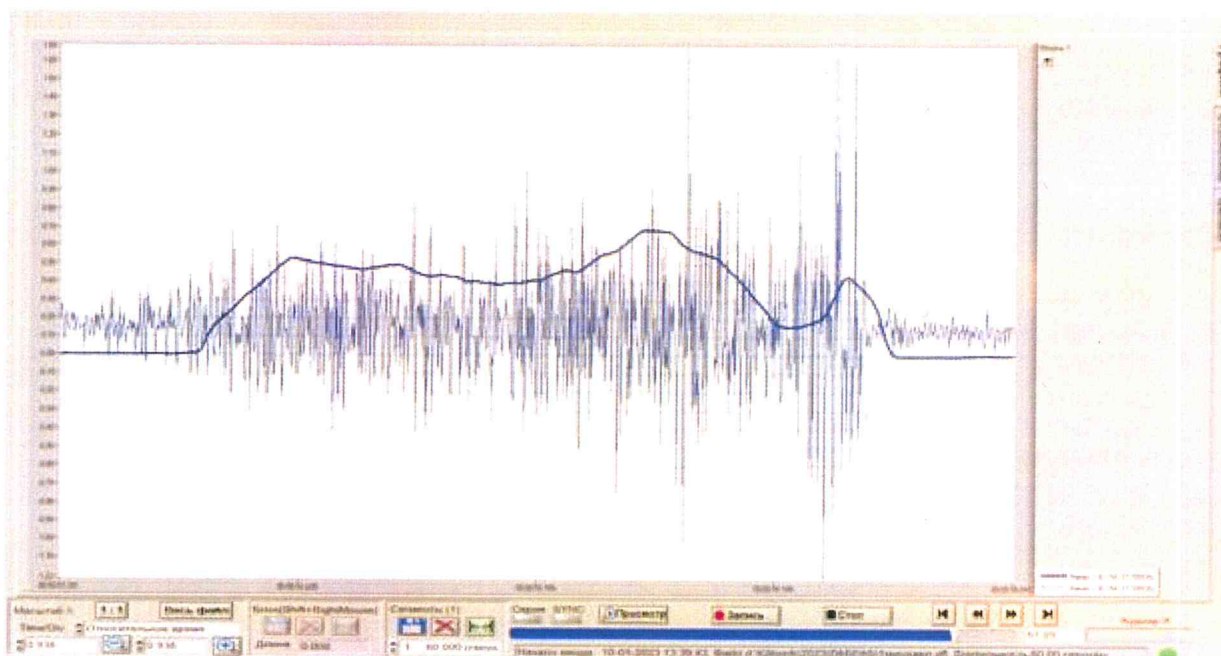


Рис. 10. ЭМГ при максимальной силе сокращения мышцы

Работа заключается в следующем:

1. Включить компьютер;
2. Подключить комплекс с помощью USB кабеля;
3. Подключить модуль миографический к разъему 1 на модуле ввода;
4. Подключить модуль давления к разъему 2 на модуле ввода;
5. Закрепить электроды на мышце, предварительно сжав кулак и увидев мышцу;
6. Открыть в программе 2 окна для регистрации сигналов от датчиков давления и датчика ЭМГ (по 2 и 1 каналам).
7. Подключить к электродам провода от усилителя ЭМГ.
8. Для проверки усилителя ЭМГ сжать ладонь и наблюдать сигнал ЭМГ в 1-м окне.
9. Зарегистрировать от 5 до 10 циклов ЭМГ при различных усилиях сжатия груши.
10. Записать сигналы ЭМГ в файл.
11. Сделать копию в формате BMP и распечатать его для отчета по лабораторной работе.

Лабораторная работа № 4

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СРЕДНЕЙ ЧАСТОТЫ И АМПЛИТУДЫ ЭМГ

Для определения средней частоты и амплитуды ЭМГ рассматривается стабильный отрезок записи длительностью 0,1 с и подсчитывается количество положительных (или отрицательных) перегибов сигнала ЭМГ (рис. 11), а также их величина в мВ [3]. Затем количество перегибов умножается на 10 и определяется средняя частота ЭМГ.

На верхнем канале показан сигнал с датчика давления, получаемого при сжатии груши от тонометра (рис. 12).

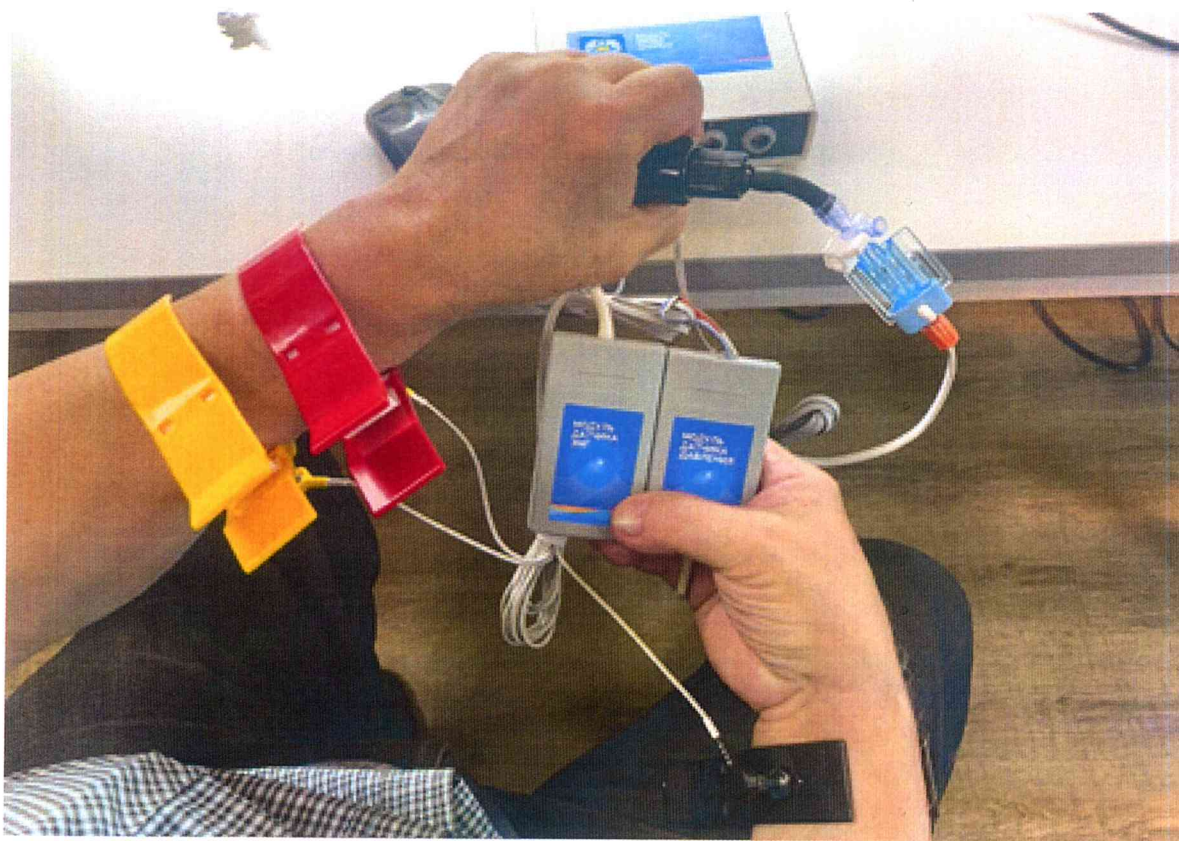


Рис. 11. Запись ЭМГ при определении средней частоты и амплитуды миограммы

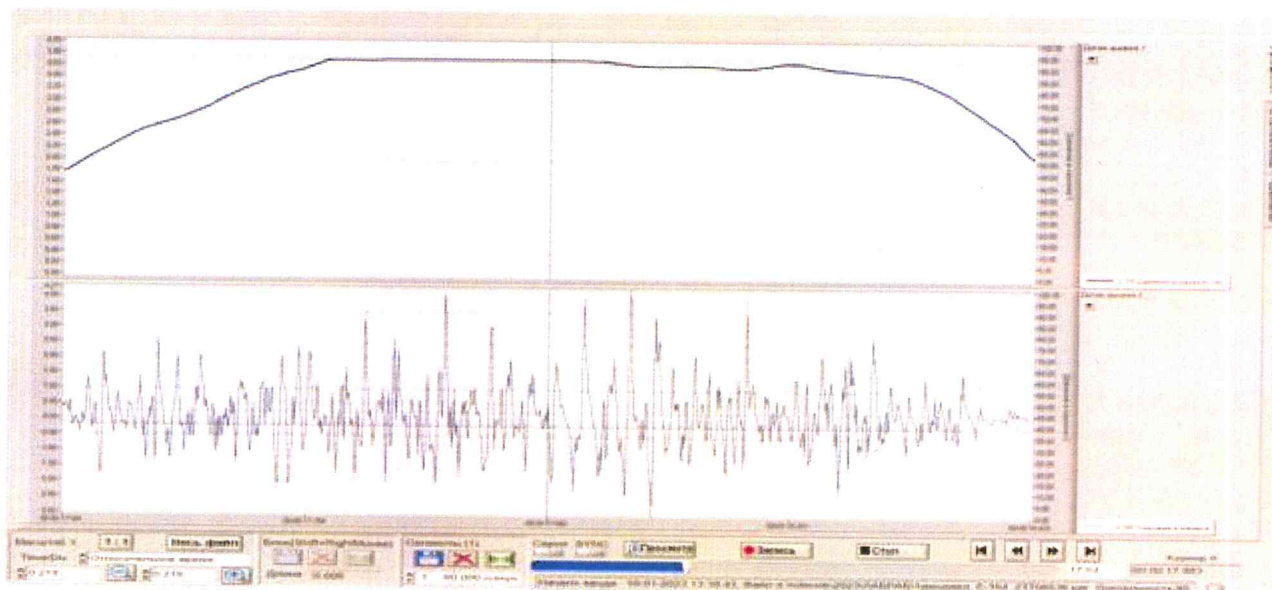


Рис. 12. Запись определения средней частоты и амплитуды миограммы

При определении средней амплитуды необходимо учитывать усиление биоусилителя ЭМГ, равное 2000. При определении средней частоты и амплитуды участок для анализа выбирается по верхнему сигналу (сигналу силы сокращения мышцы).

Работа заключается в следующем:

1. Включить компьютер;
2. Подключить комплекс с помощью USB кабеля;
3. Подключить модуль миографический к разъему 1 на модуле ввода;
4. Подключить модуль давления к разъему 2 на модуле ввода;
5. Закрепить электроды на мышце, предварительно сжав кулак и увидев мышцу;
6. Открыть в программе 2 окна для регистрации сигналов от датчиков давления и датчика ЭМГ (по 2 и 1 каналам).
7. Закрепить электроды на мышце.
8. Подключить к электродам провода от усилителя ЭМГ.
9. Для проверки усилителя ЭМГ сжать ладонь и наблюдать сигнал ЭМГ.
10. Зарегистрировать от 5 до 10 циклов ЭМГ.
11. Записать сигналы ЭМГ в файл.
12. Сделать копию в формате BMP и распечатать его для отчета по лабораторной работе.

Лабораторная работа № 5

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДЫХАТЕЛЬНЫХ АКТОВ

Наиболее распространенным в настоящее время является косвенное определение дыхания. Различают грудное и брюшное дыхание. Одновременное наложение датчиков дыхания встречается в «детекторах лжи» и при обучении технике дыхания у певцов.

В качестве датчика дыхания применяется манжета от тонометра, соединенная с датчиком давления и грушей (насосом) (рис.13). Закрепление датчика дыхания (манжеты от тонометра) происходит с помощью «липучки» длиной 75 см.

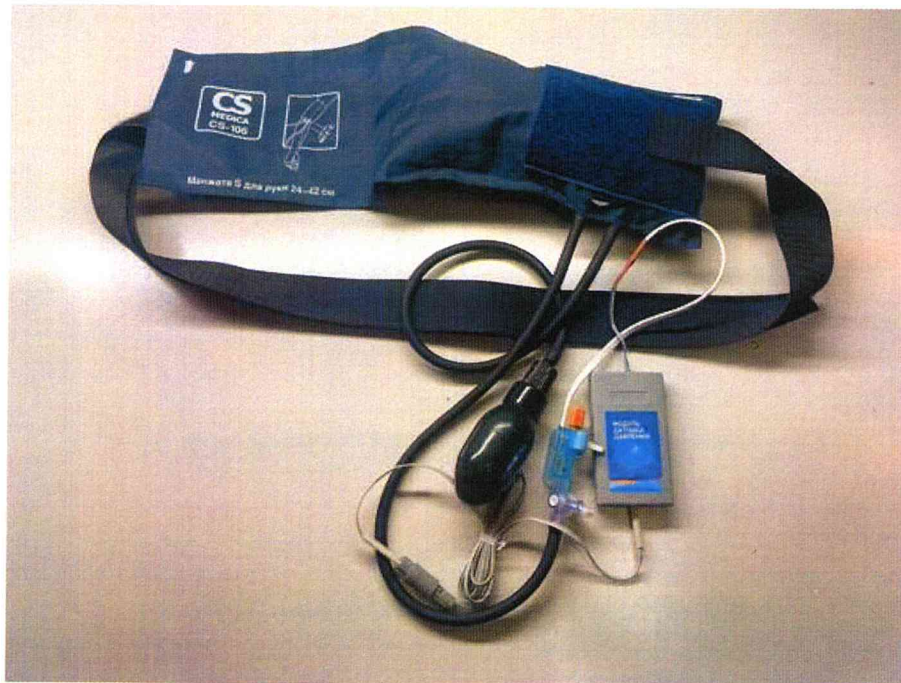


Рис. 13. Датчик дыхания с тонометром и датчиком давления

Форма сигналов в стандартном датчике давления приведена на рис. 14.

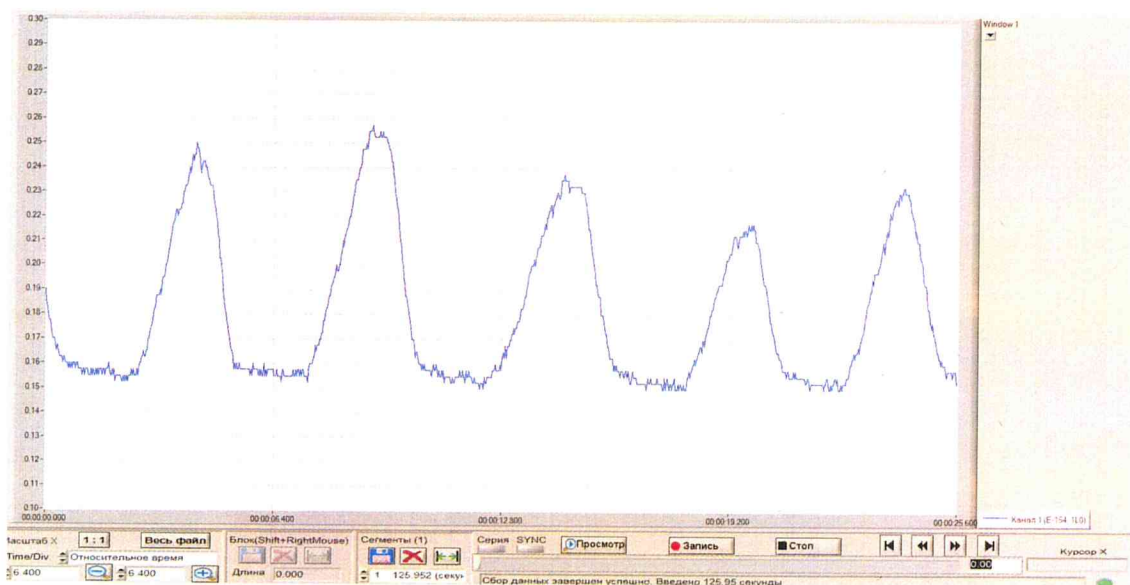


Рис. 14. Сигнал от дыхания в датчике давления.

В остальных случаях предпочитают обходиться одним датчиком дыхания. Датчик дыхания представляет собой пневматическую манжету в нерастягивающейся оболочке, накачанную воздухом до величин давления 20-30 мм.рт.ст. При закреплении манжеты на грудной клетке испытуемого при дыхании (т.е.при экскурсии грудной клетки) возникает изменение давления в манжете, что и регистрируется датчиком давления.

Работа заключается в следующем:

1. Закрепить манжету на груди в месте наибольшей экскурсии грудной клетки.
2. Подключить к трубкам от манжеты датчик давления и грушу (насос).
3. Накачать в манжету с помощью груши воздух до давления 30-40 мм.рт.ст. (по датчику давления).
4. Для проверки датчика дыхания сделать форсированный вдох и выдох, одновременно наблюдая за сигналом от датчика давления. Он должен показать размах сигнала не менее 100 мВ (при шкале от 0,2 до 0,5 В).
5. Зарегистрировать от 5 до 10 дыхательных циклов.
6. Записать в файл 5-10 дыхательных циклов.
7. Сделать копию файла в формате BMP и распечатать его для отчета по лабораторной работе.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. LGraph2, руководство пользователя Москва : 2010г.: ил;
2. Самойлов В.О. Медицинская биофизика/ В.О.Самойлов – СПб. : СпецЛит 2013. – 591 с.:ил.;
3. Гехт Б.М. Теоретическая и клиническая электромиография/ Б.М. Гехт. – Л.: Наука, 1990. -229 с.: ил.;
4. Электрокардиография : учебное пособие / Н. И. Волкова, И. С. Джериева, А. Л. Зибарев [и др.]. - Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2022.: ил.;