

Министерство образования и науки Российской Федерации
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ Н.Г. ЧЕРНЫШЕВСКОГО»
Балашовский институт (филиал)

Кафедра физики и информационных технологий

**ИЗУЧЕНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ
БИОИМПЕДАНСНОГО АНАЛИЗАТОРА ОБЪЕМНЫХ ПРОЦЕССОВ
И СОСТАВА ТЕЛА АВС – 01 «МЕДАСС» ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ
НЕКОТОРЫХ ПАРАМЕТРОВ СОСТОЯНИЯ ЗДОРОВЬЯ**

АВТОРЕФЕРАТ БАКАЛАВРСКОЙ РАБОТЫ

студентки 4 курса 143 группы
направления 12.03.04 «Биотехнические системы и технологии»,
профиля «Биомедицинская инженерия»,
факультета математики, экономики и информатики
Шабалиной Анны Игоревны

Научный руководитель
доцент кафедры ФиИТ _____ А.С. Первушов
(подпись, дата)

Зав. кафедрой ФиИТ
кандидат педагогических наук,
доцент _____ Е.В. Сухорукова
(подпись, дата)

Балашов 2018

ВВЕДЕНИЕ

Современная эпидемиологическая ситуация по всему миру такова что характеризуется высокими показателями заболеваемости и смертности населения от хронических неинфекционных заболеваний, и с каждым годом эти показатели лишь растут. Наряду с такими факторами риска как курение, злоупотребление алкоголем стоит ожирение, чаще всего оно обусловлено несбалансированным питанием, малоподвижным образом жизни. Ожирение влечет за собой опасные последствия для организма, такие как сахарный диабет, проблемы с сердцем, сосудами.

Наиболее распространенным методом оценки состава тела человека является биоимпедансный анализ.

Состав тела коррелирует с показателями физической работоспособности человека и его адаптации к среде обитания. Особенно выражена эта взаимосвязь в условиях экстремальной профессиональной и спортивной деятельности.

Различные показатели биометрических характеристик порой тесно связаны между собой, и увеличение или уменьшение одного биометрического параметра влечёт за собой изменение других важных параметров, которые сказываются на здоровье человека в целом.

В этом и заключается актуальность данной темы.

Объект исследования: биометрические параметры.

Предмет исследования: взаимосвязи между исследуемых параметров состояния здоровья, измеренные биоимпедансным анализатором АВС – 01 «МЕДАСС».

Цель работы: изучить работу биоимпедансного анализатора АВС – 01 «МЕДАСС» для выявления корреляционных зависимостей между параметрами состояния здоровья: возраст, рост, доля активной клеточной массы, фазовый угол, концентрация холестерина.

Задачи исследования:

1. Изучить карту здорового образа жизни и показатели состояния здоровья.
2. Рассмотреть аппараты и аппаратные комплексы для измерения показателей здоровья.
3. Рассмотреть аппаратуру для проведения биоимпедансного анализа, в том числе биоимпедансный анализатор АВС – 01 «МЕДАСС», а также основные показатели состава тела и их интерпретацию для определения состояния здоровья.
4. Выявить взаимосвязи между биометрическими параметрами: концентрацией холестерина и ростом, концентрацией холестерина и возрастом, долей активной клеточной массы и фазовым углом.

При выполнении работы использовались следующие методы исследования: математический (корреляционный анализ), эмпирический (сравнение) и общелогический (анализ).

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

В первой главе рассматриваются факторы, влияющие на здоровье, такие как наследственность, образ жизни, экология, здравоохранение, понятие здоровья, а также изучены разделы карты здорового образа жизни, которую можно получить после прохождения обследования в учреждении «Центр Здоровья».

Изучены показатели здоровья, такие как артериальное давление, концентрация холестерина в крови, ЧСС, концентрация сахара в крови, спирометрия желудочков сердца, острота зрения, состав тела и жизненная емкость легких.

Рассмотрены аппараты и аппаратные комплексы для измерения показателей здоровья: биохимический анализатор крови CardioChek, система скрининга сердца «Кардиовизор», спирометр Spiro USB, биоимпедансный анализатор АВС-01 «МЕДАСС», аппаратно-программный комплекс Здоровье-экспресс, пульсоксиметр, авторефрактометр, пневмотонометр, система ангиологического скрининга.

Вторая глава посвящена биоимпедансному методу измерения состава тела при помощи биоимпедансного анализатора АВС – 01 «МЕДАСС».

Биоимпедансный анализ (БИА) – это метод оценки абсолютных и относительных значений компонент состава тела, основанный на измерении параметров электрического импеданса – активного сопротивления (R) и реактивного сопротивления (X_c).

Импедансом называют полное электрическое сопротивление тканей. Активное (омическое) сопротивление характеризует способность тканей к тепловому рассеянию электрического тока. Реактивное сопротивление характеризуется смещением фазы тока относительно напряжения за счет емкостных свойств клеточных мембран, способных накапливать электрический заряд на своей поверхности. Этот процесс практически не связан с выделением мощности.

Одной из важнейших областей применения биоимпедансного анализа является мониторинг состояния здоровья, оценка статуса питания и качества жизни в целом для больших групп населения.

Основными компонентами состава тела человека являются жировая масса, безжировая масса, мышечной массы, массы скелета, общая вода и активная клеточная масса.

Состав и требования к оборудованию АВС-01 «МЕДАСС»:

1. Электроды. Следует использовать только одноразовые электроды той же марки, что поставляются с прибором. Измерение с одноразовыми электродами не требуют смачивания кожи проводящим гелем. Поверхность кожи перед наложением электродов желательно обработать спиртом или моющим средством.

2. Кабель пациента. С прибором поставляется кабель пациента, присоединяемый к разъему на передней панели прибора. На другом конце кабеля расположены зажимы с цветной маркировкой: красные – токовые; черные – потенциальные.

3. Измерительный прибор. Используемый прибор представляет собой портативный биоимпедансный анализатор ABC – 01 «МЕДАСС». Прибор подключается с помощью интерфейсного кабеля к порту USB персонального компьютера. Прибор получает электроэнергию от компьютера через разъем USB. В приборе обеспечена абсолютно надежная изоляция обследуемого человека от электрической сети. Передача данных в компьютер осуществляется через интерфейсный кабель.

4. Программное обеспечение. Для обработки измеренных с помощью прибора величин необходимо использовать разработанную НТЦ МЕДАСС программу ABC01-036. Для использования этого программного обеспечения не требуются специальные знания по обработке информации.

5. Весы, ростомер, измерительная лента. Для расчета нормальных значений, определяемых в БИА параметров состава тела, требуется ввести в программу текущие значения роста, веса, обхватов талии и бедер, а также пола и возраста.

Структурная схема биоимпедансного анализатора ABC-01 «МЕДАСС» приведена на рис. 1. Управление работой прибора и связь с ПК осуществляет микропроцессор, в энергозависимое ЗУ которого записаны необходимые программы. Для обмена информацией применен интерфейс USB, через который прибор подается также напряжения питания. Ток потребления не превышает 180 мА.

Зондирующий ток синусоидальной формы формируется в блоке, включающем цифроаналоговый задающий генератор переменного напряжения и преобразователь напряжения в ток. Использование метода цифроаналогового синтеза синусоидального напряжения обеспечивает точность задания и высокую стабильность частоты, амплитуды и формы зондирующего тока. Частота определяется кодом, поступающим с микропроцессора, и может принимать значения в диапазоне от 5 до 500 кГц.

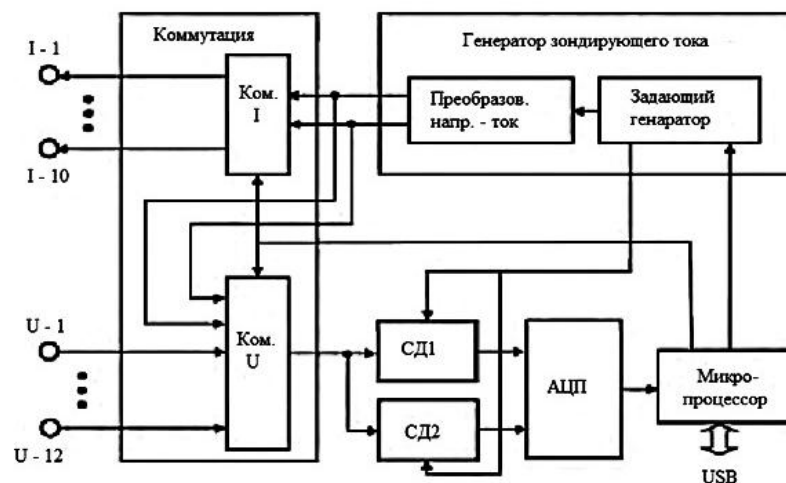


Рисунок 1 – Структурная схема биоимпедансного анализатора

Блок коммутации дает возможность выполнять измерения на разных наборах отведений. Коммутатор тока (рис. 1, Ком. I) имеет 10 выходов, пять из которых являются «истоками», а другие пять – «стоками». Ток может протекать между электродами любой пары «исток» - «сток». Таким образом, возможно до 25 различных вариантов протекания тока. Коммутатор напряжения (рис. 1, Ком. U) имеет 12 входов, причем может измеряться напряжение между любыми двумя входами, то есть до 66 различных вариантов. С учетом вариантов коммутации тока общее число возможных отведений достигает 1650, каждое из которых при необходимости может быть получено путем подачи с микропроцессора соответствующего управляющего кода на блок коммутации. Два дополнительных входа коммутатора напряжения соединены с входами коммутатора токов. Это позволяет измерять падение напряжения на межэлектродных импедансах, определять значения этих импедансов и учитывать их при расчете импеданса объекта.

При выполнении измерения переменное напряжение между двумя wybranными входами коммутатора напряжений усиливается и подается на синхронные детекторы СД1 и СД2 (рис. 1), которые управляются сдвинутыми относительно друг друга на четверть периода последовательностями импульсов с задающего генератора. Далее

напряжение с детекторов преобразуется в цифровую форму и пересылаются микропроцессором в компьютер, где по ним с учётом данных из калибровочного файла прибора рассчитываются значения активной и реактивной составляющих импеданса.

Расположение электродов: по два электрода располагаются на руке и на ноге, как показано на рисунке 2. Особенно тщательно устанавливается измерительные электроды (рис. 2, 1). Токовые электроды располагаются дистальнее, не менее чем в 2,5 см от измерительных (рис. 2, 2). Свободные от клеящегося геля концы электродов ориентируют в сторону расположения прибора.



Рисунок 2 – Схема крепления электродов к руке и ноге исследуемого

Красные зажимы присоединяют к токовым электродам, а черные зажимы – к измерительным электродам. Кабели не должны быть спутаны.

В третьей главе для биометрических параметров были рассчитаны коэффициенты корреляции для экспоненциальной, линейной, логарифмической, полиномиальной первой, второй, третьей, четвертой, пятой и шестой степенях и степенной. Из всех выше перечисленных наиболее подходящими стали линейная функция и полиномиальная функция третьей степени, у остальных же коэффициент корреляции был очень низким или близким к нулю, поэтому рассматривались только эти две функции.

Для проведения данного исследования были взяты обезличенные данные для 1500 пациентов из «Центра Здоровья» государственного учреждения здравоохранения Саратовской области «Балашовской районной больницы». Пациенты проходили обследования в течение трех лет (2015-

2017 годах). Для корреляционного анализа случайным образом из имеющегося массива данных были выбраны данные об обследовании 50 человек. Затем проводилась предварительная обработка данных путем их усреднения по росту, весу и фазовому углу. Например, в исходной таблице результатов обследования всех пациентов присутствует несколько записей для людей с одинаковым ростом. В результате предварительной обработки эти несколько записей заменялись на одну со средним значением параметров, соответствующую этому росту. Для удобства отображения полученных теоретических зависимостей и экспериментальных данных, такие как концентрация холестерина и доля активной клеточной массы были выражены в приведенных относительных единицах, рассчитанных при помощи формулы:

$$y_i(x) = \frac{f(x_i) - f_{\min}(x)}{\Delta f}, \quad (1)$$

где i – номер обследуемого; $f(x_i)$ – значение биометрического параметра; $f_{\min}(x)$ – минимальное значение биометрического параметра для всей выборки; Δf – разность между максимальным и минимальным значением биометрического параметра, рассчитанная для всей выборки.

Для оценки качества взаимосвязи между измеряемыми величинами, описанной с помощью предложенной теоретической зависимости, использовался линейный коэффициент корреляции:

$$r = \frac{\sum(x - \bar{x})(y - \bar{y})}{\sqrt{\sum(x - \bar{x})^2 \sum(y - \bar{y})^2}}, \quad (2)$$

где \bar{x}, \bar{y} – средние значения переменных x и y ; x, y – биометрические параметры.

Этот коэффициент корреляции может принимать значения от -1 до +1. Чем теснее связь, тем больше абсолютная величина коэффициента корреляции.

Для зависимости доли активной клеточной массы от фазового угла были произведены вычисления коэффициента корреляции в программном

обеспечении Microsoft Office Excel 2010. По полученным, из этих вычислений, данным был построен график в Microsoft Office Excel 2010, у которого ось ординат – доля активной клеточной массы, а ось абсцисс – фазовый угол.

На графике, представленном ниже, построена зависимость доли активной клеточной массы от фазового угла для пациентов, которые проходили обследование в 2015 году (рис. 3).

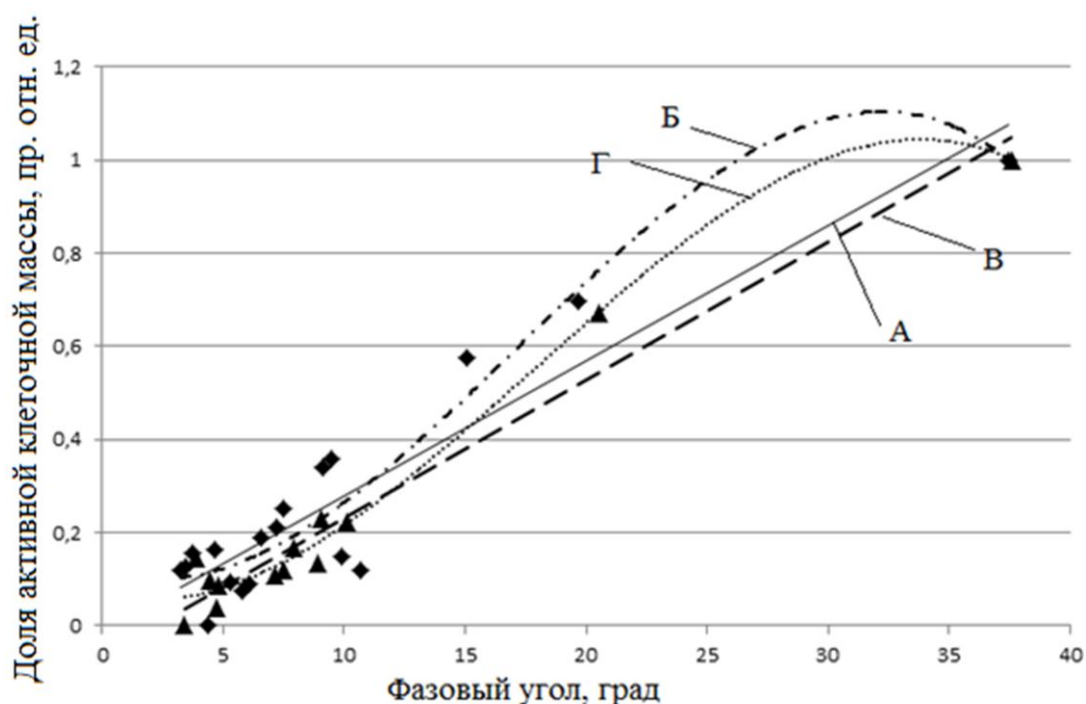


Рисунок 3 – График зависимости доли активной клеточной массы от фазового угла в 2015 году:

◆ – данные женщин; ▲ – данные мужчин; А – линейная функция $y(x) = 0,029x - 0,011$; Б – полиномиальная функция третьей степени $y(x) = -7 * 10^{-5}x^3 + 0,0039x^2 - 0,0166x + 0,1186$; В – линейная функция $y(x) = 0,0295x - 0,0626$; Г – полиномиальная функция третьей степени $y(x) = -6 * 10^{-5}x^3 + 0,0032x^2 - 0,0112x + 0,0643$

На рисунке 3 видно, что с увеличением фазового угла происходит увеличение доли АКМ. Данную зависимость хорошо описывает как

полиномиальная функция третьей степени (рис. 3 Б, Г) с коэффициентом корреляции для женщин 0,992, для мужчин 0,9874, так и линейная функция (рис. 3 А, В) с коэффициент корреляции для женщин 0,9297 и для мужчин 0,979. То есть обнаружены сильные прямые взаимосвязи между измеряемыми параметрами как для линейной, так и полиномиальной функций.

В соответствии с полученными полиномиальными функциям становятся заметным колебания доли АКМ с локальным максимумом при значении фазового угла 30° при общем тренде на увеличение доли АКМ.

Так же проводились расчеты для 2016 и 2017 годов. И выяснили, что независимо от пола фазовый угол прямо пропорционален доле активной клеточной массе. Для случайной выборки пациентов, проходивших обследование в течение трех лет (2015-2017 гг.), присутствует сильная связь между долей активной клеточной массы и фазовым углом для линейной функции и для полиномиальной функции.

Для зависимостей концентрации холестерина и роста и концентрации холестерина и возраста также были проведены выше перечисленные действия.

Было зафиксировано, что с ростом увеличивается концентрация холестерина в крови у мужчин, а у женщин концентрация холестерина уменьшается. Данную зависимость в наибольшей степени точно показывает полиномиальная функция третьей степени. Между концентрацией холестерина и ростом зафиксирована сильная обратная и прямая взаимосвязи для женщин, а для мужчин сильная прямая взаимосвязь.

Было замечено, что с возрастом увеличивается концентрация холестерина в крови. Данную зависимость в наибольшей степени точно показывает полиномиальная функция третьей степени. Также зафиксирована прямая сильная связь между концентрацией холестерина и возрастом у женщин, а прямая средняя и сильная связи у мужчин.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, в данной работе была достигнута поставленная цель, а именно изучена работа биоимпедансного анализатора АВС – 01 «МЕДАСС» и выявлены корреляционные зависимости между некоторыми параметрами состояния здоровья. По итогам выполненной работы были решены следующие поставленные задачи:

1. Изучены карта здорового образа жизни и показатели состояния здоровья.

2. Рассмотрены аппараты и аппаратные комплексы для измерения показателей здоровья.

3. Рассмотрены аппаратура для проведения биоимпедансного анализа, в том числе биоимпедансный анализатор АВС – 01 «МЕДАСС», а также основные показатели состава тела и их интерпретация для определения состояния здоровья.

4. Выявлены взаимосвязи между биометрическими параметрами.

При исследовании взаимосвязей между концентрации холестерина и ростом, концентрацией холестерина и возрастом, долей активной клеточной массы и фазовым углом, можно сказать о том, что, зная один из своих параметров (например, возраст), можно с большой вероятностью узнать, является ли значение зависящего от этого параметра (например, концентрация холестерина в крови) нормой, что для современной жизни является необходимым при невозможности частого проведения обследований.

Данная работа будет полезна для работников медицинских учреждений, а также для диетологов и спортивных врачей.