ВВЕДЕНИЕ

Современная медицина во многом опирается на точную и быструю диагностику. Поскольку легче предотвратить заболевание, чем лечить уже прогрессирующую патологию, возникает потребность в средствах и методах, позволяющих оценить состояние человека достаточно детально, но быстро и желательно без использования дорогостоящих инструментов.

С другой стороны, лабораторная диагностика – совокупность различных методов исследования состава тканей и жидкостей человеческого организма – хоть применяется повсеместно и имеет важнейшее значение в исследовании состояния здоровья человека, но в ряде случаев не дает полной картины и является довольно дорогой процедурой в силу необходимости использовать множество химических реактивов и лабораторного оборудования. В таких областях, как ортопедия, неврология и некоторых других предпочтение следует отдать функциональной диагностике – оценке качества выполнения системами организма своих функций.

Одним из активно развивающихся направлений функциональной диагностики сегодня является стабилометрия или стабилография – неинвазивный метод исследования функций поддержания равновесия тела на основе анализа изменения координат проекции общего центра масс тела на плоскость и колебаний этого центра масс. На основании данных, полученных стабилометрическими методами, специалист может дать оценку работе его нервной системы пациента, дать рекомендации относительно дальнейшего медицинского обследования и даже охарактеризовать психическое состояние человека.

Наиболее распространенным стабилометрическим инструментом является стабилоплатформа – устройство, фиксирующее изменения координат центров масс во времени. Однако их использование сопряжено с рядом ограничений, как то возможность оценки лишь общего функционального состояния ЦНС человека ввиду взаимодействия стабилоплатформы с относительно небольшими участками нижних конечностей человеческого тела.

Как развитие данной технологии, Московским государственным психолого-педагогическим институтом совместно с ЗАО "ОКБ "РИТМ" был разработан аппаратно-программный комплекс «Многофункциональное кресло», позволяющий детектировать мышечный тремор во всех крупных мышечных группах тела человека в отдельности. В настоящее время, данный АПК эксплуатируется в связке с произведенными тем же закрытым акционерным обществом программным обеспечением «Stabmed».

Работа в связке «Многофункционального кресла» и упомянутых устройств и ПО имеет ряд недостатков: «Stabmed» разработан для использования прежде всего с классическими стабилоплатформами, что является причиной невозможности использования технических возможностей АПК в полной мере, а анализ получаемых при помощи «кресла» данных, исходя из специфики их источника, приходится осуществлять сторонними средствами, для этого не предназначенными.

Целью данной работы является выявление потребностей специалистов-физиологов в области интерпретации стабилографических измерений, определение требований к инструменту, который бы позволил осуществлять эту интерпретацию и разработка такого инструмента в виде автоматизированной системы и графическим интерфейсом, ориентированным на работу с указанным выше АПК.

В соответствии с целями работа над автоматизированной системой была разделена на несколько этапов, были решены следующие задачи:

- анализ библиографических источников по теме стабилометрии для теоретической проработки методов обработки и визуализации данных;

- сбор и обработка данных стабилографических измерений при помощи АПК «Многофункциональное кресло»;

- сбор и анализ требований, предъявляемых специалистами, использующими АПК «Многофункциональное кресло» к системе обработки стабилограмм;

- определение методов получения, хранения, обработки и визуализации данных, получаемых с АПК «многофункциональное кресло»;

- разработка технического задания на создание описанной автоматизированной системы и тестов для проверки реализации требований к ней;

- разработка программной реализации автоматизированной системы с графическим интерфейсом;

- тестирование разработанной системы с использованием АПК «Многофункциональное кресло».

В настоящий момент указанный аппаратно-программный комплекс активно используется в исследованиях, проводимых в Московском психолого-педагогическом университете, а также реализуется на розничном рынке ЗАО "ОКБ "РИТМ", что обусловило актуальность работы. Здесь же стоит отметить, что не так давно стабилометрия как вид медицинской услуги была включена в российский стандарт оказания медицинской помощи [1]. В то же время новизна данной работы обусловлена отсутствием, как уже указывалось ранее, специализированных инструментов обработки стабилографических измерений для АПК «Многофункциональное кресло».

ГЛАВА 1

Анализ предметной области

Для понимания специфики данных, с которыми будет работать разрабатываемая автоматизированная система, следует рассмотреть биологическую природу явлений, связанных с поддержанием равновесия.

Механизмы явлений, связанных с удержанием человеком равновесия (постуральные явления), связаны с так называемыми тоническими рефлексами [3]. Данные рефлексы осуществляются как ответная реакция на рецепторные сигналы, возбуждающиеся в мышцах, глазах, органах и некоторых других системах человеческого организма. Эти рефлексы принято разделять на несколько групп: выпрямительные, рефлексы позы и статокинетические. Выпрямительные рефлексы срабатывают при отклонении тела от положения «стоя» и служат защитой от внезапных падений, рефлексы позы – при угрозе потери равновесия во время изменения положения тела, главным образом при изменении положения головы, статокинетические рефлексы – во время изменения положения тела в пространстве даже в том случае, когда человек не совершает никаких движений.

Однако в контексте работы с аппаратно-программным комплексом «Многофункциональное кресло» больший интерес представляют явления, происходящие именно в случае нахождения человека в покое в сидячем положении. Основным постуральным явлением, которое можно наблюдать в этом случае, является мышечный тонус. Он заключается в постоянном пребывании всех мышц человека в напряжении, даже в состоянии, которое человек охарактеризовал бы как «полное расслабление». Данный рефлекс на растяжение мышц является начальным состоянием для совершения какого-либо движения, как бы подготавливая мышцы к грядущему сокращению, и позволяет сохранять любую позу телу. В явлении мышечного тонуса участвует множество биологических систем: спинной мозг, ствол, мозжечок, мышечные рецепторы [3].

Стабилометрия (стабиллометрия, стабилография, постурография) – это методика оценки характеристик контроля человеком позы, основанная на измерении координат центра давления на чувствительной поверхности. В качестве такой чувствительной поверхности обычно выступает стабилоплатформа – устройство, оснащенное множеством датчиков, сигналы от которых интерпретируются компьютером для построения траектории перемещения центра давления, формируемого участком тела человека. Под центром давления в данном случае понимается точка, к которой приложена равнодействующая сил, порожденных взаимодействием человека с опорой. Здесь стоит отметить принятые Московским консенсусом по применению стабилометрии [2] термины для обозначения системы координат, в рамках которой происходят измерения:

- координатами центра давления называют числовые характеристики положения центра давления в прямоугольной координатной системе на плоскости стабилоплатформы;

- ось абсцисс Ox в стабилографии принято называть «фронтальная ось» или «фронталь»;

- ось ординат Oy в стабилографии принято называть «саггитальная ось» или «саггиталь».

Термином «стабилограмма» обозначают график зависимости той или иной координаты центра давления в плоскости стабилоплатформы от времени (рис. 1). Следует различать «стабилограмму» и «статокинезограмму», несмотря на схожий физический смысл. Статокинезеограмма представляет собой графическое отображение траектории движения ЦД в рамках системы координат стабилоплатформы.

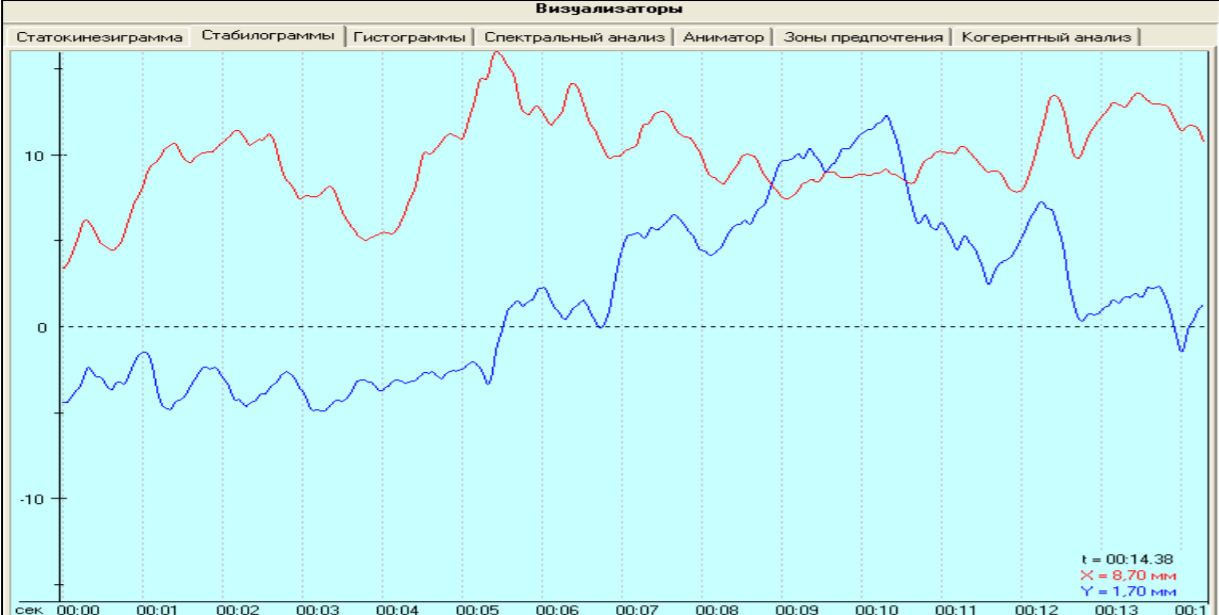


Рис. 1. Стабилограмма.

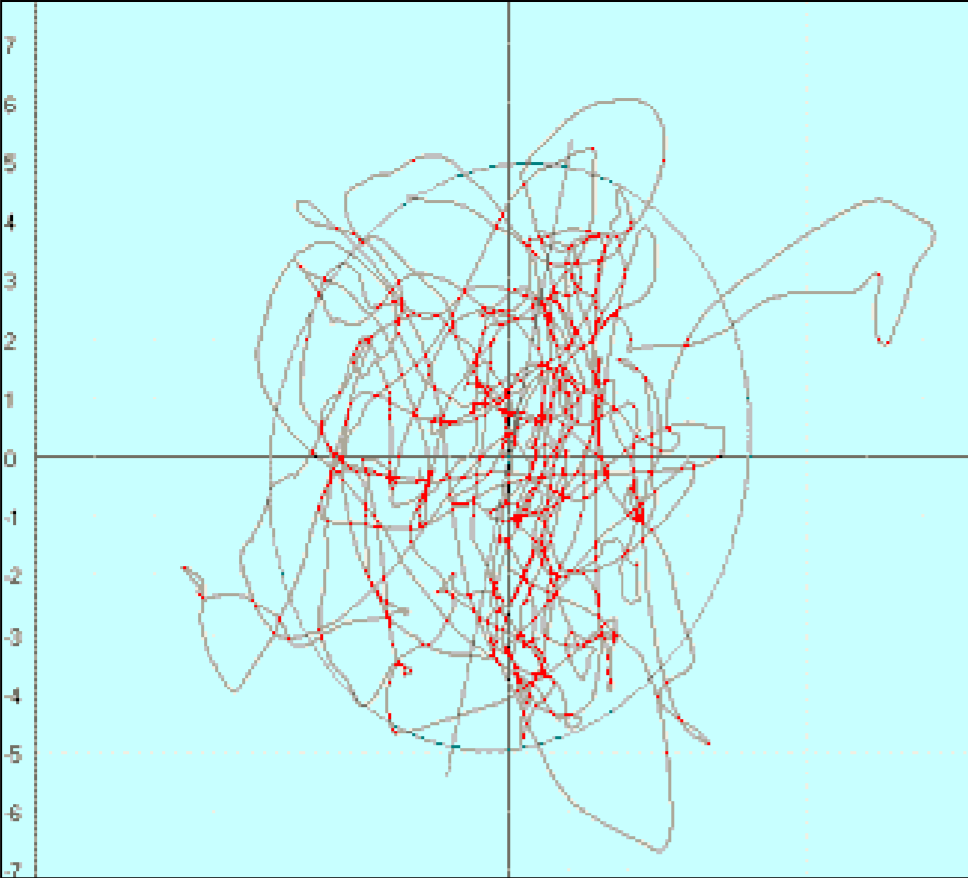


Рис. 2. Статокинезиограмма.

Стабилометрические показатели принято классифицировать на прямые и расчетные. К первым относят [2] координаты центра давления по фронтали и саггитали, а также масса. Расчетными показателями называют показатели, вычисленные на основе прямых. Прежде всего это:

- L – длина статокинезиограммы в миллиметрах;

- V – скорость перемещения ЦД в миллиметрах в секунду;

- Fx – частота колебаний ЦД по фронтали в герцах;

- Fy – частота колебаний ЦД по саггитали в герцах;

- S – площадь статокинезиограммы в миллиметрах квадратных;

- A – механическая работа, совершенная в результате перемещения, в джоулях.

Основным инструментом для осуществления стабилометрических измерений является стабилограф (стабилометрическая платформа или стабилоплатформа) – устройство, обычно представляющее собой очувствленную при помощи датчиков поверхность, позволяющую фиксировать координаты ЦД в отдельный момент времени. Типичная стабилоплатформа представлена на рисунке 3.

Принцип работы стабилоплатформы заключается в следующем: пациент каким-либо образом соприкасается с рабочей (очувствленной) поверхностью стабилографа (большинство методик подразумевает стояние человека на платформе обеими ногами); датчики, в большом количестве вмонтированные в платформу, реагируют на вес человека, посылая на встроенную микропроцессорную систему соответствующие сигналы. МПС, обработав поступившие сигналы, преобразует их, отправляя на дальнейшую обработку в персональный компьютер. На ПК специализированная программа интерпретирует полученный сигнал, вычисляя центр давления и траекторию его перемещений, отрисовывает ее и рассчитывает другие необходимые параметры.

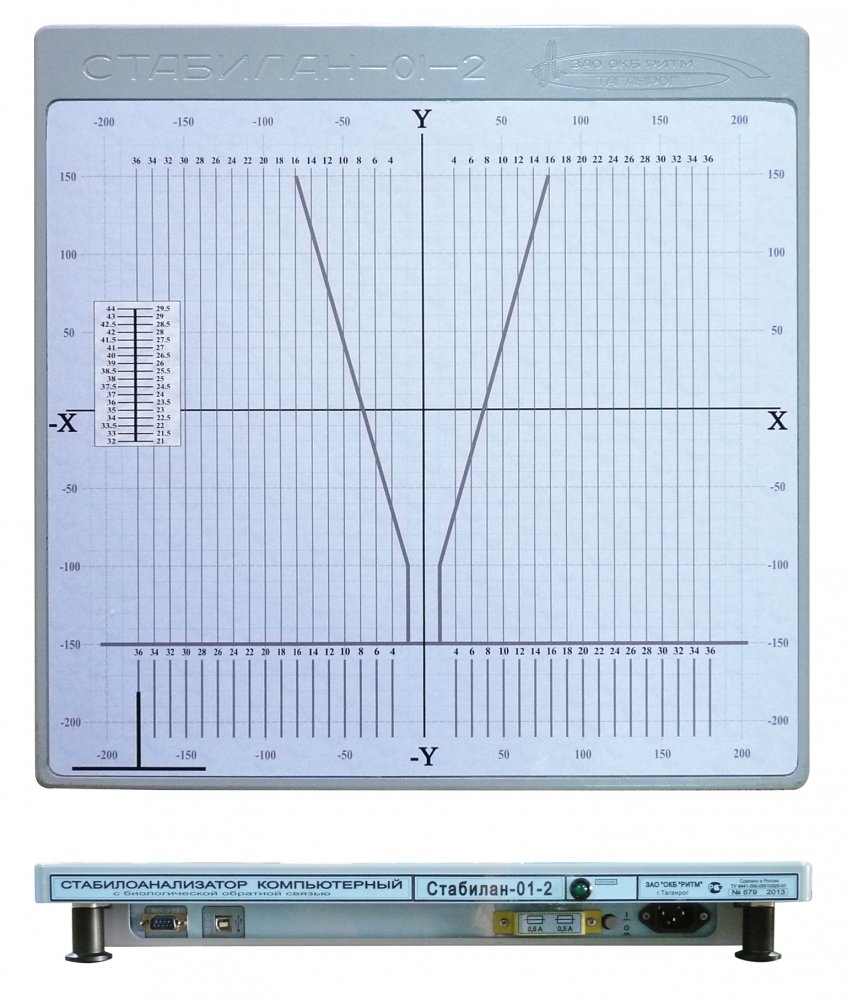


Рис. 3. Стабилоплатформа «Стабилан-01-2»

Разработанный в МГППУ совместно с ЗАО «ОКБ «РИТМ» аппаратно-программный комплекс «Многофункциональное кресло» имеет аналогичный принцип работы. Главным отличием от традиционных стабилоплатформ является возможность производить измерения для нескольких мышечных групп по отдельности. Такую возможность обеспечивает специфическая конструкция «кресла» (рис. 4). АПК состоит из одной трехкомпонентной силомоментной платформы D0(3k), которая служит опорой всего «кресла», и семи шестикомпонентных силомоментных платформ D1-D4(6k): 2 подлокотника, 2 сиденья, спинка и 2 опоры под ноги. Датчики в каждой платформе (кроме платформы D0) имеют по 6 осей чувствительности (рис. 5), что позволяет оценивать мышечный тремор соответственно по 6 сигналам: трем сигналам, отражающим изменение координат вдоль осей X, Y и Z во времени, и трем сигналам моментов сил, порождаемых колебаниями мышц.

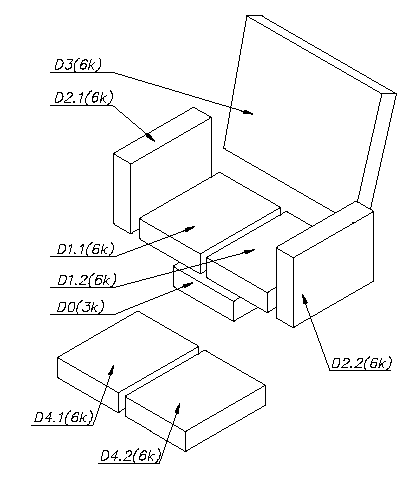


Рис. 4. Структурная схема «Многофункционального кресла».

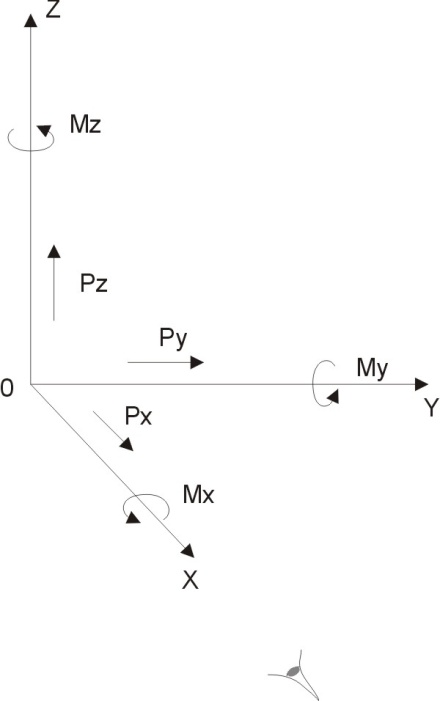


Рис. 5. Расположение осей чувствительности многокомпонентного датчика.

СОКРАЩЕНИЯ

ЦНС – центральная нервная система

ЗАО – закрытое акционерное общество

АПК – аппаратно-программный комплекс

ПО – программное обеспечение

ЦД – центр давления

МПС – микропроцессорная система

ПК – персональный компьютер

МГППУ – Московский государственный психолого-педагогический университет

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Приказ Минздрава России от 28.12.2012 N 1583н "Об утверждении стандарта специализированной медицинском помощи при болезни Паркинсона, требующей стационарного лечения в связи с нестабильной реакцией на противопаркинсонические средства" (Зарегистрировано в Минюсте России 11.02.2013 N 26971)
2. Московский консенсус по применению стабилометрии и биоуправления по опорной реакции в практическом здравоохранении и исследованиях / НИИ нормальной физиологии имени П.К. Анохина. – М., 2017 – 10 с.
3. Миловзорова М.С. Анатомия и физиология человека / Миловзорова М.С. – М.: Книга по Требованию, 2012. – 215 с.