

А.Н.Стоянов  
В.З.Скоробреха



**КЛИНИКО-ИНСТРУМЕНТАЛЬНАЯ  
ДИАГНОСТИКА ДРОЖАТЕЛЬНЫХ  
ГИПЕРКИНЕЗОВ**

Одесса  
2017

УДК 616.8-009.3

С 829

ББК 56.12-323.6

Александр Николаевич Стоянов, д. мед. н., профессор;

Вячеслав Захарович Скоробреха, к. мед. н., доцент

В книге на основании данных специальной литературы и результатов собственных исследований освещены теоретические и практические вопросы изучения треморогенеза, диагностики, основных параметров и характеристик тремора, а также регистрации особенностей клинического течения дрожательных гиперкинезов при различной патологии нервной системы и соматической сферы. Описаны и классифицированы клинические и аппаратные методы регистрации тремора. Систематизированы и изложены некоторые принципы, способы и устройства для изучения физиологического и патологического дрожания, что позволит производить более адекватную патогенетически обоснованную терапевтическую коррекцию такого рода гиперкинезов.

Предназначена для неврологов, нейрофизиологов, клиницистов различного профиля, а также для преподавателей, врачей – интернов, курсантов ФУВ и студентов старших курсов медицинских ВУЗов.

Стоянов А.Н., Скоробреха В.З. Клинико-инструментальная диагностика дрожательных гиперкинезов. Монография - Одесса.: ВМВ, 2017. - 84 с.

Книга одобрена и рекомендована к изданию Ученым Советом Укрнии медицины транспорта МЗ Украины (Протокол № 7 от 28.09.2017)

Рецензенты:

профессор, д.мед.н. Р. С. Вастьянов  
профессор, д.мед.н. Т.А.Литовченко

ISBN  
978-  
966-  
413-  
616-4

© А. Н. Стоянов  
В.З.Скоробреха

Тремор (Т) - самое частое расстройство движения, наблюдаемое в клинической практике и один из самых распространенных гиперкинезов, проявляющийся в виде нецеленаправленных непроизвольных стереотипных колебательных движений частей тела в результате сокращений соответствующих мышц [1,2,3,4].

Международная группа по изучению. Т характеризует его как ритмичное непроизвольное осцилляторное движение, по крайней мере, одной функциональной области тела [2]. От других гиперкинезов его отличает регулярность и повторяемость с относительно постоянной частотой [4].

Распространенность. Т среди населения мира приближается к 5 % с увеличением случаев у лиц после 40 лет. Т может возникать изолированно или в комбинации с другими симптомами при различных поражениях нервной системы, а также нередко сопровождать соматические заболевания, интоксикации, психогении и др.

Трудности в клинической диагностике Т связаны с наличием различных вариантов дрожательных гиперкинезов и однотипным их проявлением, перекрытием частот при разных уровнях заинтересованности и патогенетических механизмах поражения нервной системы [4].

## РЕГИСТРАЦИЯ ТРЕМОРА. ИСТОРИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ

Изучение Т первоначально основывалось на простом наблюдении, затем на использовании графических записывающих устройств.

Жан-Мартен Шарко один из первых сконструировал аппарат для объективизации дрожания. Использовал для демонстрации в своих лекциях дамские шляпки с пышными страусиными перьями усиливающими траекторию и регистрацию мелкоразмашистого дрожания.



Рис. 1. К голове прикрепляли перо, усиливая траекторию тремора для визуальной регистрации мелкого дрожания.

В 1888 году Ж.М. Шарко опубликовал т.н. "миографические кривые" кинетического и статического тремора (рис.2). Сама методика регистрации не описана. Известно, что использовались пневматические и другие механизмы графического отображения дрожания (рис.3).

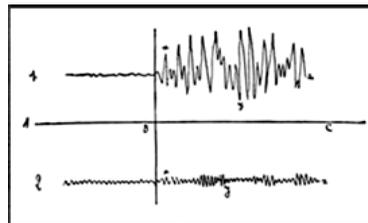
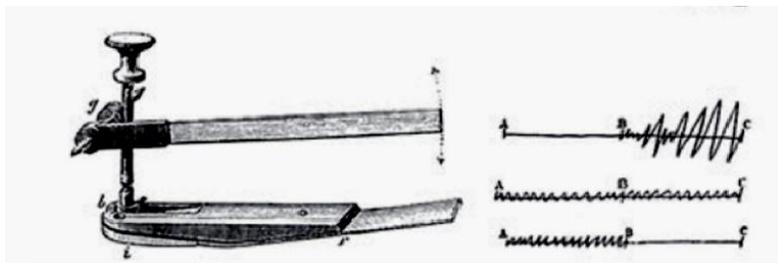


Рис. 2. «Миографические кривые» Шарко.

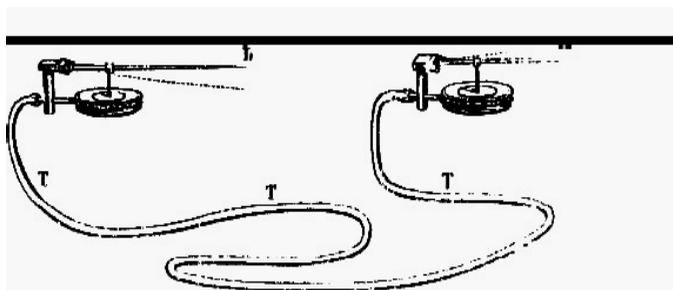
Верхняя линия - интенционный Т при рассеянном склерозе. Сегмент АВ - «в покое», ВС - увеличение колебаний во время произвольного движения. Нижняя линия - паркинсонический Т, сегмент АВ- Т в состоянии покоя, который сохраняется в сегменте ВС во время произвольного движения.



*Рис. 3. Прибор для записи тремора, изобретённый Ж.М.Шарко.*

Широкое распространение получили модифицированные устройства регистрации гиперкинезов, которые разрабатывались для других целей в т.ч. пневматические механизмы (тамбуры) для передачи движений с последующей регистрацией, а также сфигмографы. Помимо этого, разрабатывались и совершенствовались дополнительные гаджеты для облегчения регистрации Т.

Были использованы пневматические механизмы в форме барабана, в котором эластическая мембрана была натянута над цилиндром, из которого выходит полая трубка, передающая изменения давления воздуха на аналогичный механизм, который, в свою очередь, перемещает самописец на регистрирующем устройстве (рис.4).



*Рисунок 4. Пневматический механизм регистрации перемещений частей тела*

Сфигмограф (устройство для получения графического отображения свойств артериального пульса) использовался для записи скорости,

амплитуды, ритмичности импульса при различных физиологических исследованиях. Сфигмография ведёт свою историю с изобретения такого типа устройства в 1854 году немецким врачом Карлом фон Фирордтом (Karl von Vierordt, 1818—1884). Первые приборы для регистрации пульса (а их было несколько разновидностей), были полностью механическими (Рис.5-7).

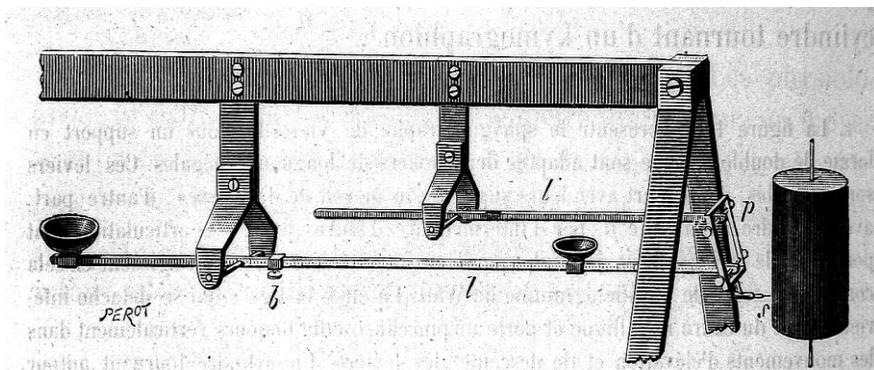


Рисунок 5. Сфигмограф Фирордта. Из книги Marey, Etienne-Jules, *La circulation du sang à l'état physiologique et dans les maladies*, Paris, G. Masson, 1881, p. 210.

В последствии более совершенное устройство (рис.6,7) было сконструировано в 1860 году французским физиологом Этьеном Жюлем Маре (Étienne-Jules Marey, 1830-1904). Именно этот аппарат был впервые использован с целью регистрации двигательной активности частей тела.

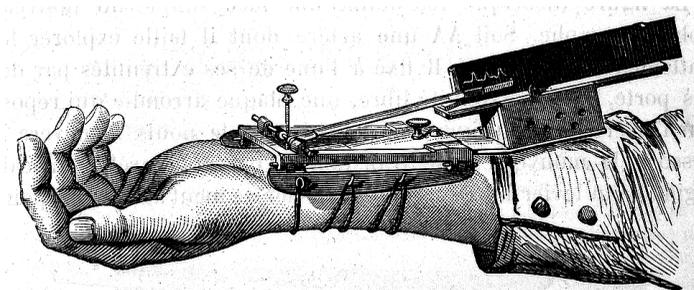
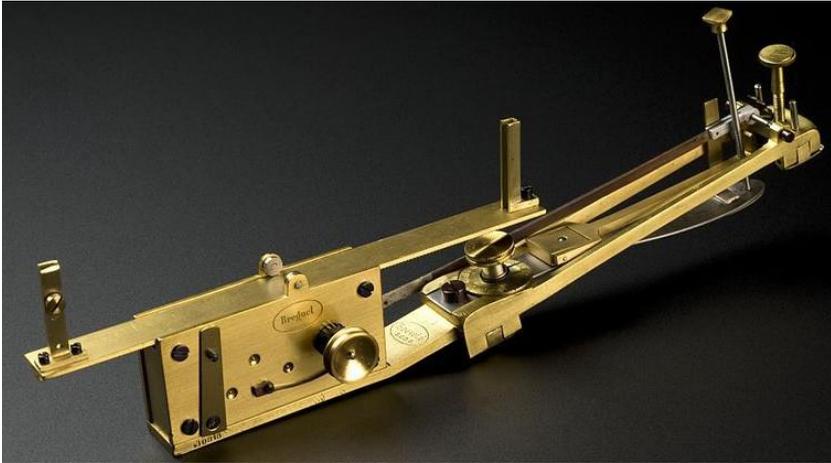


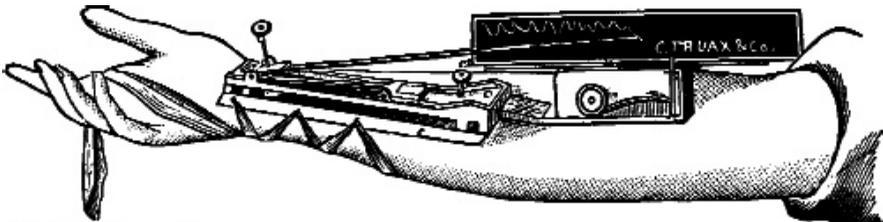
Рисунок 6 Сфигмограф Маре. Иллюстрация из книги 1881 года из книги Marey, Etienne-Jules, *La circulation du sang à l'état physiologique et dans les maladies*, Paris, G. Masson, 1881, p. 214.



*Рисунок 7. Фотография сфигмографа Маре.*

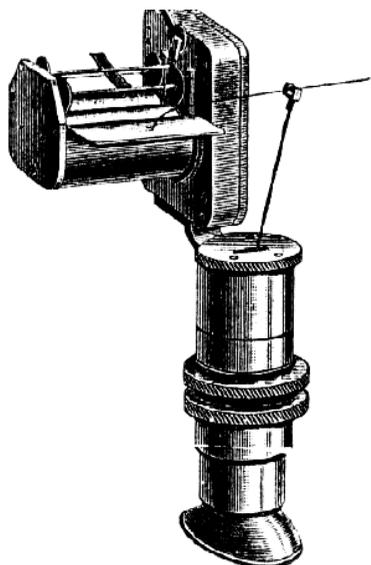
Пульсация исследуемой артерии передавалась через рычаг на бумажную полосу, перемещаемую при помощи часового механизма.

Неврологи Фредерик Петерсон (Frederick Peterson), Хобард Амори Харе (Hobart Amory Hare), Чарльз Лумис Дана (Charles Loomis Dana) и Август А. Эшнер (Augustus A. Eshner) использовали и модифицировали такого рода устройства и опубликовали соответствующие работы в этом направлении [5,11].



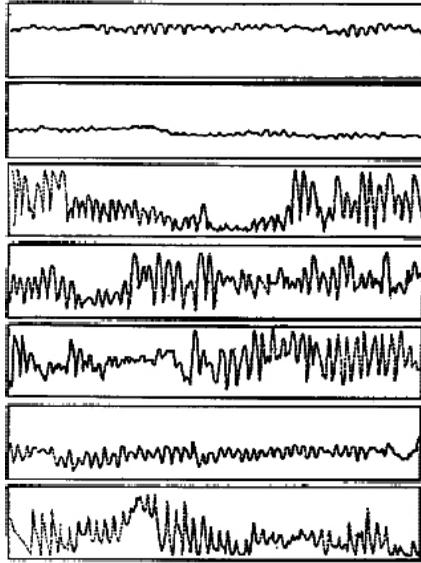
*Рисунок 8. Треморграф на базе сфигмометра Маре*

Спустя 20 лет от момента создания сфигмографа Маре это устройство адаптировали (1880) для регистрации Т (рис. 8).

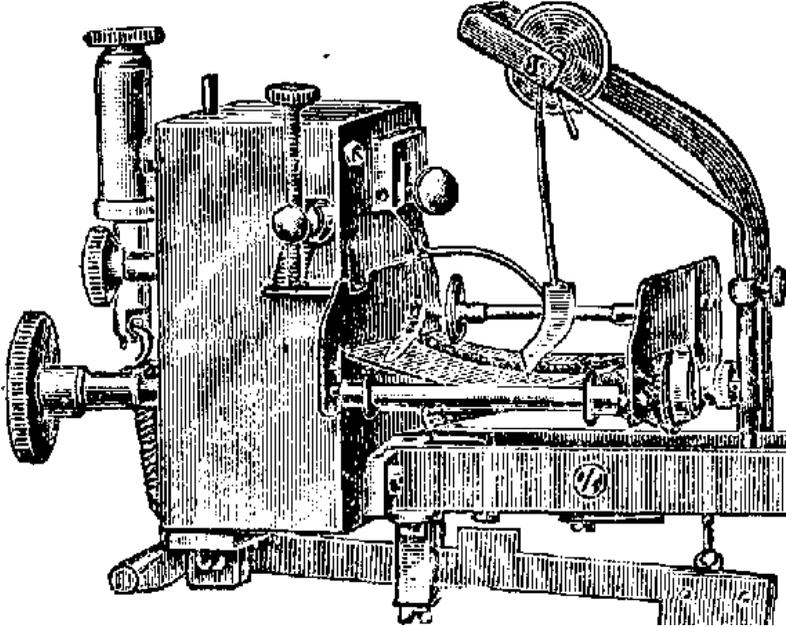


*Рисунок 9. Сфигмоманометр Эдварда Edward.*

Была отмечена хорошая чувствительность к колебательным микроперемещениям. Помимо записи тремора конечностей Фредерик Петерсон (с 1888 г) использовал сфигмометр для исследования колебаний языка, фибрилляций губ (рис. 11).



*Рисунок 10. Примеры сфигмографических записей  
Ф.Петерсона для болезни Паркинсона*



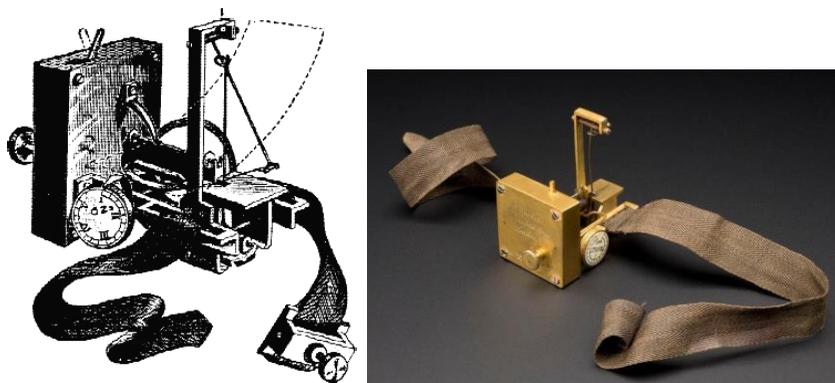
*Рисунок 11. Сфигмограф Франк-Петтерсона*

Модификации прибора позволили достигнуть минимального момента инерции подвижных частей.

Система двойного рычага сделала возможным увеличение амплитуды пелоты от 5 до 80 раз, не теряя выгодных свойств короткого рычага.

Для снижения трения пишущее перо было установлено под острым углом. На стенке часового механизма укреплен счетчик времени.

С дальнейшим развитием техники появились также пансфигмографы (пансфигмограф Брондгеста) и кардиосфигмографы (сфигмограф Жаке), которые отличались от своих предшественников простотой конструкции, универсальностью и наиболее точными результатами.



*Рисунок 12. Сфигмограф Деджона (рисунок и фото).*

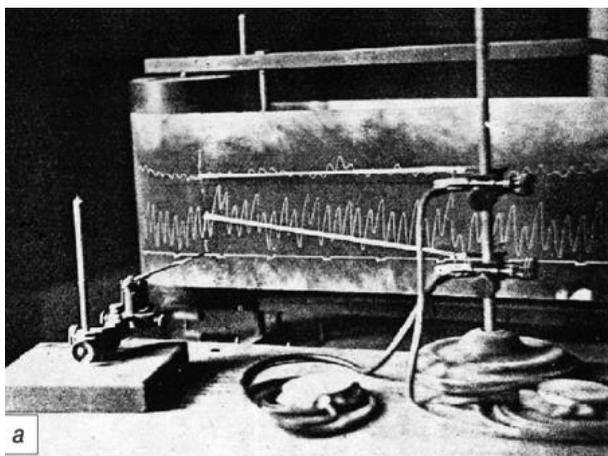
Ещё в одной модификации сфигмографа Маре (рис. 6,7) длинный рычаг был заменен двумя короткими для уменьшения момента его инерции, а соответственно увеличения амплитуды пелоты, что увеличило точность измерения.

В 1897 году американский врач Август Эшнер (A.Eshner) разработал несколько способов регистрации физиологического тремора у здоровых людей. Предложил методику переливания воды из одной чашки в другую, а также удержание рукой чашки с водой в течение 60 с последующим

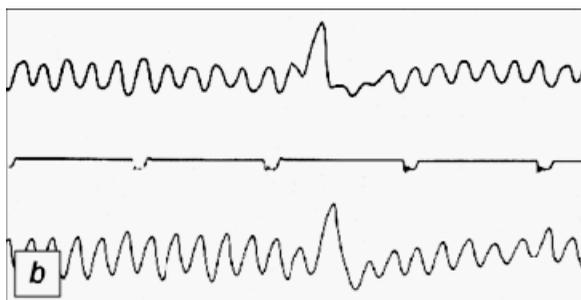
подсчетом объема пролитой воды. Такая манипуляция используется для регистрации тремора по настоящее время.

Исследователь применил барабанный треморограф с механическим записывающим устройством. А комбинация двух барабанных регистраторов позволила изучать гиперкинез с обеих рук или других частей тела, причем на ленте отмечалось время в секундах.

Таким образом, прибор позволил изучать амплитуду и частоту тремора, в т.ч. покоя при паркинсоническом дрожании, а также исчезновение последнего при движении (рис.13,14).

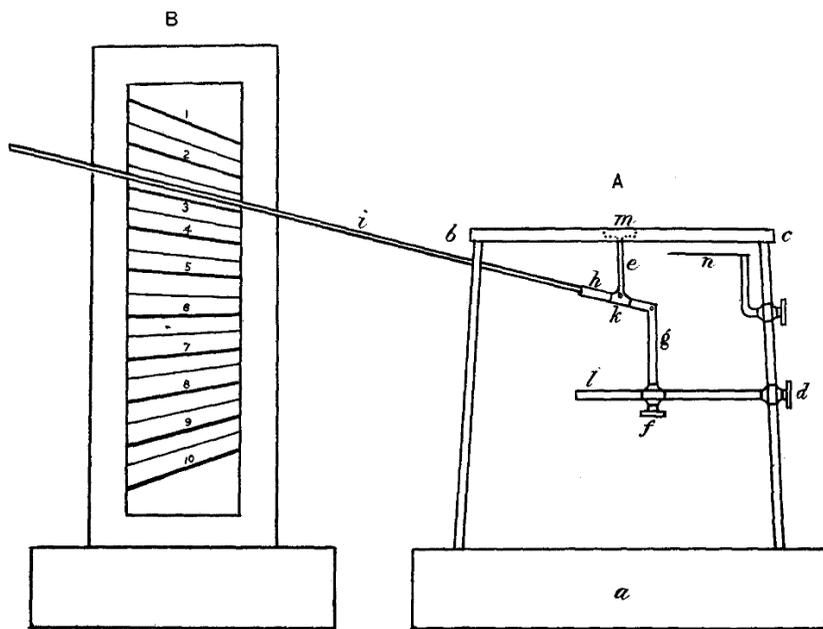


*Рис. 13. Треморграф (тахометр) А.Эинера*



*Рис 14. Графическая запись тахометром синхронного паркинсонического тремора с обеих рук с частотой 5,5 Гц, средняя линия отмечает время в секундах.*

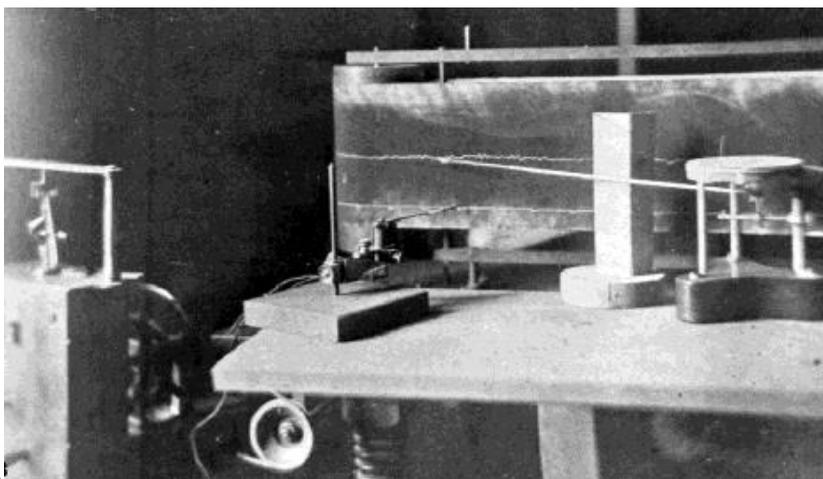
Устройство Ф.Ф.Мецгера (Рис. 15) использовалось А. Эйшнером в филаделфийской ортопедической больнице и неврологическом лазарете. Треморграф включает в себя штатив (А) около четырех дюймов в высоту, массивную железную подставку (а) увенчанную металлическим кольцом (bc), поверх которого натягивается эластическая мембрана. Кольцо соединено с одной из стоек штатива винтовым креплением (d) для металлического стержня (l) около двух и половиной дюймов длиной, который может подниматься и опускаться. Этот стержень в свою очередь связан с коротким вертикальным стержнем (g) перемещающимся в переднезаднем направлении. Верхняя его часть раздвоена для приема основания записывающей иглы (h).



Tremograph and Pressure Scale. Diagrammatic, one-half actual size.

Рис. 15. Схематическое изображение треморографа конструкции Ф. Ф. Мецгера

Несмотря на проделанную работу по конструированию и модификациям данного типа устройств, проблему дифференциальной диагностики на основании полученных данных в отношении различных видов  $T$  разрешить не удалось. Это обстоятельство было связано с "перекрыванием" частот  $T$  при различной патологии, технических ограничений. В тоже время, для объективной регистрации  $T$  треморография нашла достаточно широкое применение.



*Рис. 15. (Б) Фото треморографа Эшнера (1896).*

Таким образом, устройства использованные неврологами XIX века, были эффективными в регистрации амплитуды и частоты.  $T$ , однако, были громоздкими, контактными, измеряли гиперкинезы только в одной плоскости и не могли быть использованы для дифференциальной диагностики различных видов  $T$ .

## ОБЪЕКТИВНЫЕ ТЕСТЫ КЛИНИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ ТРЕМОРА

Простые моторные тесты используются для диагностики основных двигательных расстройств.

При этом любые двигательных дисфункции существенно влияют на характеристики Т.

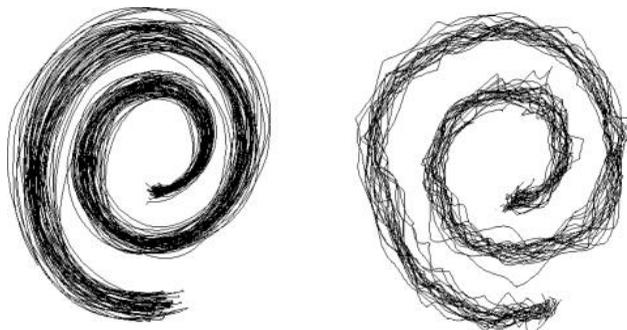
Регистрируют время реакции на раздражение, затраченное на выполнение целенаправленного движения, силу сжатия предмета (рис. 16) и др.



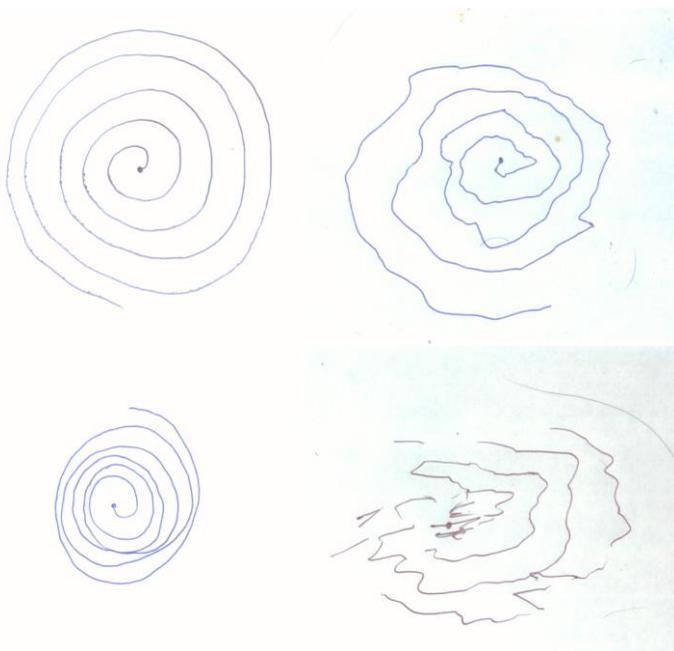
*Рис.16. Регистрация силы сжатия предмета*

Сложные моторные тесты широко используются и дают более подробную информацию о состоянии двигательного анализатора, его функциональных компонентов, в т.ч. Т. К ним относятся стандартные графические тесты: спираль Архимеда, лабиринт Гибсона, фигуры, рисования параллельных линий и их проведение в заданных "коридорах", написание слов и фраз, регистрация выполнения последовательных действий. Рисование спирали Архимеда, стандартных фигур, параллельных линий, цифр от 1 до 9 и других рисунков осуществляется на фиксированном

к столу листе бумаги. Тест проводится обеими руками. Оценка неврологом в диапазоне: 0 - отсутствие; 5 - выраженный Т.

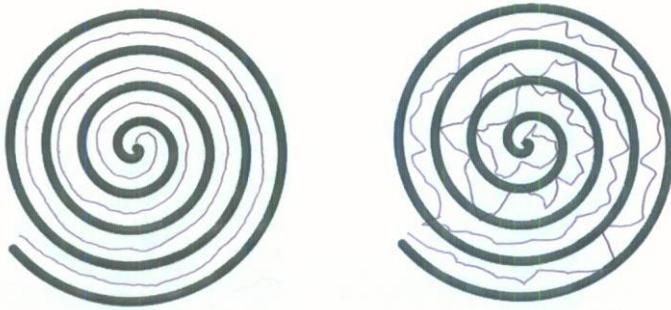


*Рис. 17. Наложение нескольких спиралей. Справа у пациента с тремором*



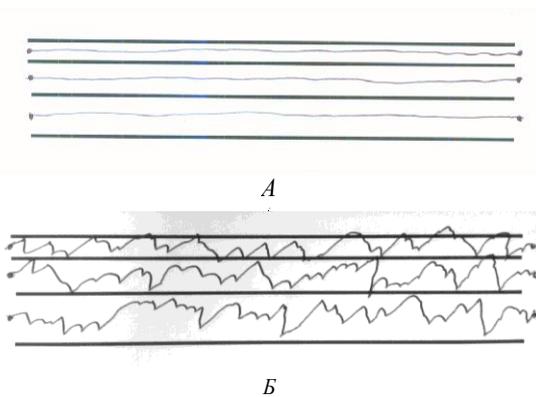
*Рис 18. Тест спираль Архимеда:слева сверху - Норма, внизу - Болезнь Паркинсона, справа сверху - Эссенциальный тремор, внизу - Дистонический тремор*

Лабиринт Гибсона - позволяет количественно оценить тест рисования спирали. При этом рисуют линию внутри трафарета в виде спирали, начиная с центра, стараясь не касаться направляющих линий.



*Рис. 19. Проведение добровольцем (слева) и пациентом с эссенциальным тремором (справа) линий внутри трафарета лабиринта Гибсона*

Одним из вариантов теста лабиринта Гибсона - рисование нескольких прямых линий внутри трафарета различной ширины.



*Рис.20. Проведение добровольцем (А) и пациентом с эссенциальным тремором (Б) параллельных прямых линий в внутри трафарета различной ширины*

Также для количественной оценки двигательных расстройств используют графические цифровые планшеты с оцифровкой полученного рисунка на поверхности планшета в виде спирали Архимеда (рис.21), эталонов в виде пятигранника (рис. 22) и других рисунков с последующим компьютерным анализом [59]. На рис.21 изображен компьютеризированный планшет для рисования Архимедовой спирали с каждой стороны внутри квадрат 10 x 10 см, а также полученные в процессе исследования графические данные для клинической оценки [6].

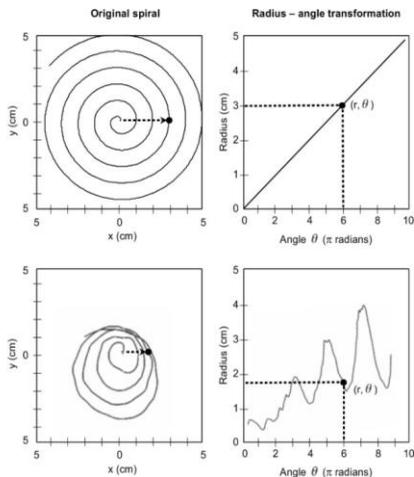
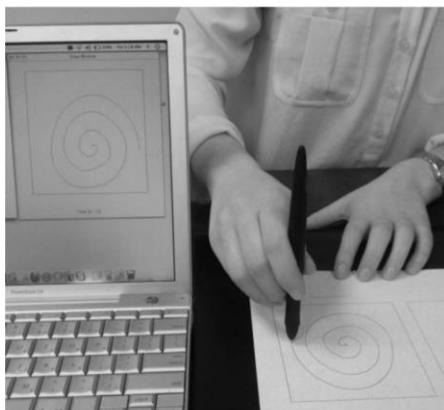


Рис. 21. Пластика для рисования спирали соединенный с компьютером.



Рис. 22. Вариант пластика для рисования других фигур

Использование мобильных устройств, в т.ч. смартфонов с помощью телеметрии позволяет обрабатывать полученные сигналы для изучения Т, брадикинезии, дискинезии и других двигательных расстройств на расстоянии (Рис. 23).

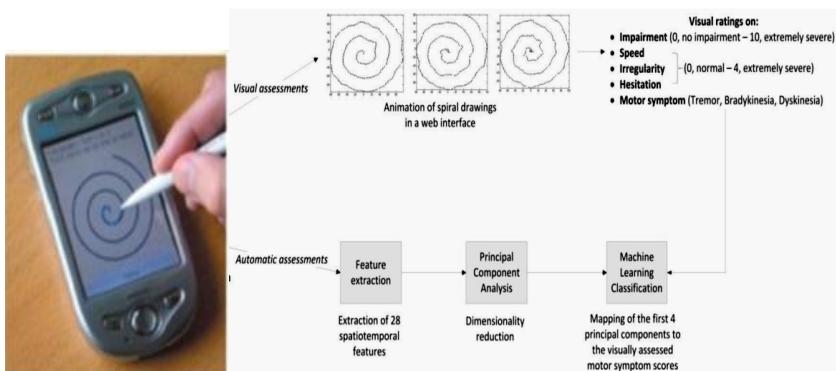


Рис.23. Один из вариантов рисования спирали Архимеда при помощи смартфона

Широко используется за рубежом тест количественной регистрации двигательных расстройств при помощи 9-луночного планшета. Регистрируется время заполнения лунок либо количество заполненных специальными колышками лунок за 50 с.

Существуют таблицы средних значений затраченного времени на выполнение задачи у здоровых лиц различного пола и возраста.

С целью изучения двигательных, координаторных расстройств при различных поражениях нервной системы используют тест коробки и блоков (рис. 25). Коробка имеет размеры 53,7 x 25,4 x 8,5 см. По команде осуществляют перемещение 150 блоков (кубиков) от стороны доминирующей руки на противоположную. Затем блоки перемещают в обратном направлении другой рукой. Производят подсчет количества блоков перенесенных за 1 минуту. Разработаны таблицы средних значений таких манипуляций для взрослых различных возрастов и детей обоих полов.



*Рис. 24. Регистрация двигательных расстройств с помощью теста "9-дуночный планшет"*



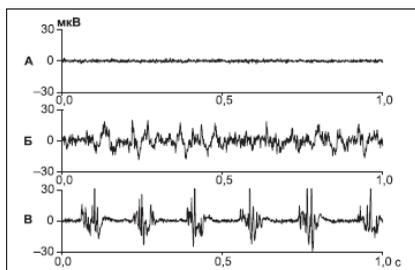
*Рис. 25. Коробка с блоками для тестирования двигательных и координаторных расстройств*

Электромиография (ЭМГ), электронейромиография (ЭНМГ) – методы электродиагностики позволяющие исследовать функциональное состояние нервно-мышечной системы; электрогенеза и скорости прохождения импульсов в нервных проводниках.

Известно около 30 модификаций такого рода электрофизиологических методик. ЭМГ позволяет изучить биопотенциалы мышц участвующих в реализации Т и дает дополнительную информацию о свойствах Т. При этом происходит фиксация электрических потенциалов генерируемых мышечными волокнами в процессе сокращения. Т является результатом ритмических сокращений мышц может возникать при их синхронной или попеременной активации. ЭМГ позволяет дифференцировать активные мышечные сокращения независимо от происхождения и генерации Т, а также артефакты в виде ЭМГ феноменов, в т.ч. связанных с дыхательными, баллистокардиографическими и другими двигательными расстройствами.

Метод позволяет дифференцировать Т от других гиперкинезов, а также в случаях имитации треморогенной активности.

И.Н.Карабань и соавт. (2011) приводят характерные примеры ЭМГ здоровых испытуемых и лиц с различными формами болезни Паркинсона (Рис. 26) [8].



*Рис. 26. ЭМГ здоровых испытуемых и лиц с различными формами болезни Паркинсона*

Ниже (на рис. 27) изображена ЭМГ паркинсонического тремора покоя, который включает чередующуюся активацию агонистов и антагонистов, что приводит к стереотипной серии движений известной как феномен "скатывание пилюль".

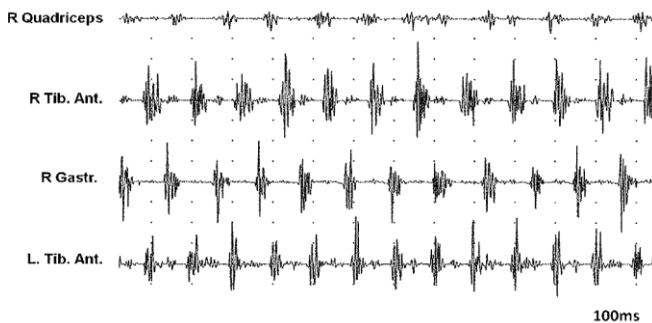


Рис.27. ЭМГ - Тремор покоя при паркинсонизме с ритмической активностью

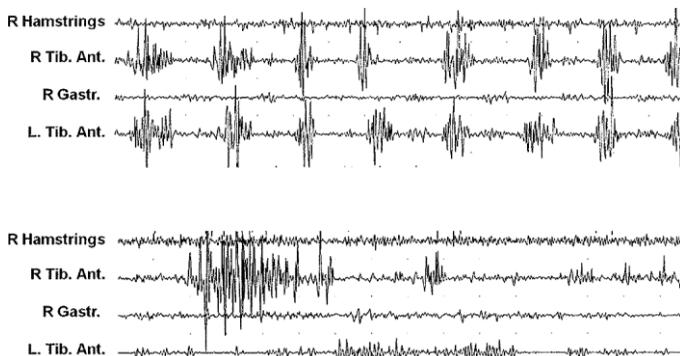
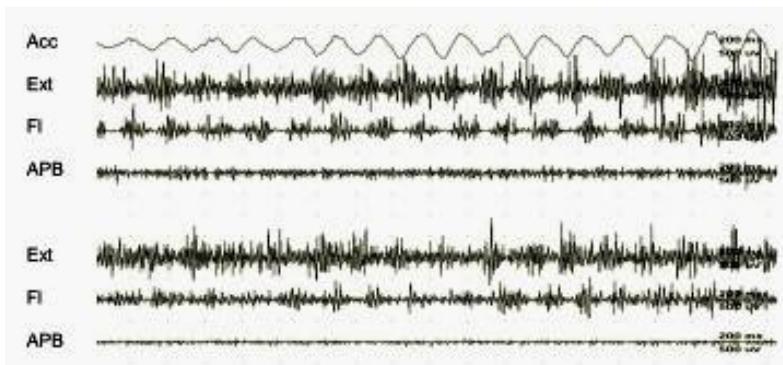


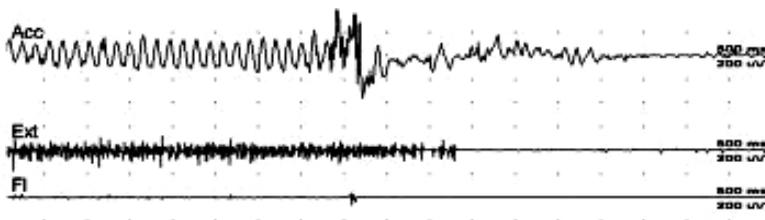
Рис. 28. Поверхностная ЭМГ. Усиленный физиологический тремор вверху и усиление психогенного Т внизу.

Учитывая гипотезу Е.А.Андреевой и соавт., о том, что частота Т ограничивается (до 20 Гц) т.н. "фильтрами" которыми служат суставы, внедрена методика спектрального анализа огибающей ЭМГ [9,10].

В современных условиях используют синхронные методики регистрации ЭМГ и треморометрии при помощи различных датчиков. Наиболее популярными являются акселерометрические сенсоры (см. рис.29 и 30).



*Рис. 29. ЭМГ и акселерометрия. Синхронная регистрация эссенциального (статопозного) тремора и акселерометрограммы*



*Рис. 30. ЭМГ и акселерометрия. Ложный тремор покоя при акселерометрии (Acc), с тонизирующей разгибатели активности (Ex). После расслабления, тонизирующая активность исчезает вместе с тремором.*

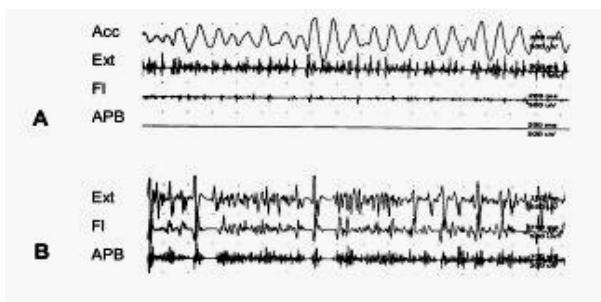


Рис. 31. А. Кортикый миоклонический тремор при статопозном напряжении на акселерограмме (Acc). Миоклонические вспышки в коротких разгибателях пальцев кисти (Ext).

В: После сжатия пальцев в кулак тремор исчезает, но появляются синхронные миоклонические вспышки мышц, иногда с последующим периодом молчания (FI).

Игольчатая ЭМГ позволяет более точно топически верифицировать уровень поражения двигательной системы, а также различные нейромышечные заболевания.

Для дифференцирования психогенного Т от дрожательных гиперкинезов органической природы предложен количественный электрофизиологический тест «навязывания» ("entrainment test" по McAuley, Rothwell, 2004). При этом пациенту предлагают постукивать одной рукой с заданной частотой, а другую руку удерживать вытянутой вперед.

При конверсионном Т произвольные постукивания одной рукой будут невозможны независимо от осцилляций в другой руке. Заданная частота постукивания будет влиять на Т в контралатеральной руке (что отразится на ЭМГ).

Изучение когерентности ЭМГ и ЭЭГ потенциалов позволяет анализировать дрожание мышц в сопоставлении с биоэлектроактивностью мозга, структуры которого генерируют дрожательные гиперкинезы. Разработан специальный прибор - анализатор когерентности Т.

Внедряется методика комбинации ЭМГ и функциональной МРТ для выявления церебральной активности при гиперкинезах, а также дифференциальной диагностики гиперкинезов.

СОВРЕМЕННАЯ РЕГИСТРАЦИЯ ДРОЖАТЕЛЬНЫХ ГИПЕРКИНЕЗОВ.  
ФИЗИЧЕСКИЕ ПРИНЦИПЫ ЛЕЖАЩИЕ В ЕЕ ОСНОВЕ,  
КЛАССИФИКАЦИЯ ДАТЧИКОВ

Механография, являясь наиболее ранним, простым и достаточно информативным способом регистрации дрожательных гиперкинезов, не утратила своего значения до сих пор. В последние годы используется большой арсенал регистрирующих устройств, всевозможных датчиков основанных на различных принципах механики, электротехники, оптики и т.п. [12].

Датчики позволяют фиксировать смещение объекта и преобразовывать двигательные феномены и перемещения в электрический сигнал для дальнейшей обработки, хранения полученной информации, а также ее анализа [13-15].

Классификация датчиков используемых для регистрации тремора

*По методу измерения:*

активные (генераторные)

пассивные (параметрические)

*По измеряемому параметру:*

датчики давления

уровня

перемещения

- абсолютный шифратор

- относительный шифратор

- LVDT

положения

- контактные

- бесконтактные

фотодатчики

- фотосопротивление
- фотодиод
- фотоматрица

углового положения

вибрации

- виброускорения (акселерометр)
- виброскорости (велосиметр)
- виброперемещения (просиметр).

Классификация устройств по изучаемым моторным параметрам:

*перемещений точек человеческого тела [16].*

*перемещений сегментов тела в пространстве [17].*

*статической нагрузки на двигательный аппарат [18].*

*динамических характеристик двигательного аппарата [19].*

*траектории движений точек [20].*

*координации с одновременным микроперемещением точек человеческого тела [21-25].*

*атаксии [26].*

*сенсомоторной координации [27].*

Предметом количественного изучения Т могут быть:

- частота, амплитуда и другие характеристики гиперкинезов;
- изменение двигательной активности;
- коморбидные функциональные расстройства;
- тяжесть состояния, инвалидизация;
- качество жизни и социальная адаптация [28].

Классификация датчиков регистрации Т по принципу действия:

- Электроконтактные. Регистрируют количество и длительность контакта с токопроводными предметами. Недостатки - сложность

осуществления непрерывного контроля и ограниченный срок службы контактной системы. Но благодаря предельной простоте этих датчиков они широко применяются в нейро-физиологических исследованиях [21-24,29];

- Акселерометрические датчики, фиксирующие ускорение движения. Наиболее распространенные - для исследования амплитуды, частоты, мощности  $T$  в локальной зоне. [30-38].

В последние годы используют акселерометрические сенсоры и данные электромиографии (ЭМГ), что значительно улучшает диагностику и дифференциальную диагностику гиперкинеза. Устройства позволяют оценить тяжесть моторного дефекта и осложнений при БП, внутриоперационной оценки местоположения внутричерепного имплантированного электрода, эффективности терапии [39]. Обычно используют стандартный протокол: регистрация ТП, ПТ,  $T$  при нагрузке 500 и 1000 г. Исследование наиболее эффективно для дифференцирования физиологического и патологического  $T$  [40]. Недостатки сенсоров: естественная фильтрация верхних частот пьезорезистивных акселерометров со значительным смещением медленных дрейфов; стоимость, уровень сигнала, необходимость регулярной калибровки [39,41].

- Пьезоэлектрические сенсоры являются вариантом акселерометрических датчиков действие, которых основано на использовании пьезоэлектрического эффекта, когда при сжатии и растяжении некоторых кристаллов на их гранях появляется электрический заряд пропорциональный действующей силе [30,42-44].

- Индукционные (емкостные) сенсоры, регистрирующие изменения магнитного поля в зависимости от электрической емкости конденсатора, размера, взаимного расположения его обкладок, а также диэлектрической проницаемости среды между ними. Практически отсутствует механический износ и отказы, связанные с состоянием контактов; дребезг контактов, а также ложные срабатывания. Датчики имеют высокую частоту

переключений и устойчивы к механическим воздействиям. Недостатки: зависимость индуктивного сопротивления от частоты питающего напряжения, обратное воздействие датчика на измеряемую величину (за счет притяжения якоря к сердечнику), влияние внешних электрических полей [30,34,47].

- Гироскопические датчики для измерения угловой скорости на основе изменения силы Кориолиса, возникающей во вращающихся системах отсчета и которая пропорциональна угловой скорости вращения [39]. Гироскопы подразделяются на роторные, лазерные, вибрационные. В целом датчики долговечны и исключают калибровку. В отличие от акселерометрических сенсоров, гироскопические системы не реагируют на силу гравитации, которая может исказить полученные результаты. К недостаткам такого рода сенсоров, в первую очередь можно отнести размеры.

- Оптические [48] существуют указания на эффективность комбинированных устройств (оптико-механических, оптико-электронных. Возможно использование световых видеомаркеров, что позволяет регистрировать движения множества точек на теле испытуемого. Однако, возникают трудности из-за использования нескольких камер для расчета трехмерных оценок, обнаружения маркеров, их мерцание, оптические искажения, определенные условия и наличие оптимального фона, необходимость калибровки, временные затраты на анализ, электромагнитные помехи) [41,51].

- Тензорезистивные передающие прикладываемое усилие (тактильные) в результате изменения активного сопротивления проводниковых и полупроводниковых материалов под воздействием небольших деформаций, механических напряжений [45,52].

- Гониометрические устройства, регистрирующие электрический сигнал при нарушении геометрии самого датчика.

- Механотронные датчики преобразуют механические малые линейные перемещения в электрический сигнал в диодной лампе. Простота конструкции, значительная чувствительность по току (до 100 мА на 1 мм смещения анода), позволяют проводить измерения без дополнительного усиления выходного сигнала. К недостаткам механотронов следует отнести: значительное влияние температуры на точность измерения; недостаточную линейность характеристики; требуется высокостабилизированное питающее напряжение.

- Лазерное наведение на мишень с использованием портативных квантово-оптических генераторов когерентных и монохроматических электромагнитных волн видимого диапазона в виде узконаправленного луча. [25,51].

- Методы видеоконтроля и регистрации в современных условиях имеют в своей основе систему видеомаркеров и световозвращающих датчиков, что достаточно материальнозатратно [36,50, 54-56].

- Комбинированные методы, например получение сенсорной информации и данных ЭМГ, что значительно повышает диагностику и дифференциальную диагностику гиперкинеза [13-15].

Физические принципы, используемые в датчиках обуславливают некоторые недостатки связанные регистрацией определенного типа Т или отдельных его параметров, сложностью крепления, наличием проводной электросвязи, стационарностью, массой, величиной, искажением при передаче сигнала, возможны другие помехи [57].

Помимо этого, ограниченная чувствительность ряда сенсоров не позволяет регистрировать микроперемещения, физиологический тремор; не все способны без искажений воспринимать колебания кончиков пальцев, а также ограничен круг использования преобразования смещения конечностей при регистрации кинетического Т [57].

Нами (2000) [1] была предложена рабочая классификация устройств регистрации Т:

## 1. КОНТАКТНЫЕ УСТРОЙСТВА ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ Т:

### 1.1 . Электроконтактные:

1.1.1. Проволочные;

1.1.2. Содержащие указку и плату (статопозный Т);

1.1.3 . Содержащие лабиринты на планшете (динамический Т);

1.1.4. Модульные;

1.1.5. Портативные;

1.1.6. Стационарные;

1.2 . Тензометрические датчики;

1.3 . Электромиографические:

1.3.1. Глобальная ЭМГ;

1.3.2. Спектральный анализ огибающей ЭМГ;

1.3.3. Электронейромиография;

1.4 . Рычажно-шарнирные;

1.5 . Пневматические;

1.6 . Стрелочно-сигнальные;

1.7 . Пьезокристаллические;

1.8 . Устройства для корректурных проб.

## 2. БЕСКОНТАКТНЫЕ устройства регистрации Т:

2.1. Телеметрические;

2.2. Киносъёмка;

2.3. Темновая фотография;

2.4. Оптические устройства:

2.4.1. Фотодиодного принципа;

2.4.2. На основе лазерных устройств;

2.5. Индуктивные (на основе электромагнитной индукции).

## 3. КОМБИНИРОВАННЫЕ

## УСТРОЙСТВА, СПОСОБЫ И МЕТОДИКИ РЕГИСТРАЦИИ ГИПЕРКИНЕЗОВ

На протяжении XX века были разработаны устройства и методики регистрации гиперкинезов, включающие все известные физические законы. Существует большое количество такого типа приборов. Приведём названия некоторых из них: тремомер [22-24,61,62], тремограф [63], тремограф-тренажёр [64], тремографотремомер [64], треморогонограф [65,66], тремороординометр, координометр [67], координограф, стереокоординометр; устройства: для исследования динамического Т [24,69], психофизиологических исследований, оценки сенсомоторной координации [29,69], исследования точности движений [70-72], ЭМГ [72], "темновая фотосъёмка", киносъёмка методом "рапид" [73], корректурная проба [74], модульный тремомер [75], фототремомер [76], датчик линейных ускорений для исследования кинематики, стробоскопическое устройство, индикатор движений, механотронный датчик [77], механонейромиография. Наиболее разработаны и часто используются контактные тремомеры.

Известен проволочный электроконтактный датчик исследования Т.

К достоинству прибора следует отнести объективность, точность учёта результатов, возможность графической регистрации. Испытуемый должен повести рукоятку с металлическим кольцом вдоль контактной проволоки различной конфигурации не соприкасаясь с ней [78,79].

М. А. Пивоваров [80] для изучения статического Т дистальных отделов рук использовал электроконтактный тремомер с отверстиями на плате, закреплённой на штативе. Динамический Т исследовался на "лабиринте" с прорезью. Время движения не ограничивалось, но учитывалось секундомером. Количество ошибок (касаний) с платы и "лабиринта" регистрировалось счётчиком электрических импульсов.

А. Е. Штеренгерц [63] сконструировал треморограф, состоящий из металлической пластины с несколькими параллельными прорезями, и

соединенный через потенциометр с осциллографом, который, в свою очередь, электрически связан со стержнем в виде карандаша. За определенный период времени испытуемому необходимо провести "карандашом" с определённой скоростью по прорезям не касаясь краёв пластины. Устройство позволяет судить об эффективности лечения больных ДЦП. В. Г. Катков заменил параллельные прорези спиралеобразными.

Для тренировочных актов и анализа Т предложен тремограф-тренажер [61], содержащий испытательные проводники 1 на изоляционной плате 2, электрощуп 3 выполнен в виде контактной вилки 7, повторяющей профиль выступающего над платой проводника. Специальное устройство фиксации эксперимента 4 позволяет регистрировать время, затраченное на проведение вилкой. Регистратор 5 в соответствие с программой заключённой в него памяти высвечивает на табло отдельные параметры двигательного акта (ошибки: число касаний, время касаний; общее время прохода заданного участка; общее время касаний и др.), производит сравнения с имеющимися данными здорового человека и производит вычисления оценки психофизического состояния обследуемого (рис. 32).

Устройство для исследования Т [81] используемое для изучения физиологии труда, при профотборе, в спортивной медицине и др.

С целью повышения точности диагностики имеется второй счётчик касаний. Планшет снабжён дополнительными электропроводными и электроизоляционными слоями (наружные электропроводные слои соединены между собой и с выходом второго счётчика). Щуп содержит две поперечные металлические пластины и соединён со счётчиком. Испытуемый должен за минимальное время провести щупом по лабиринту планшета. Устройство даёт информацию о состоянии динамического Т в двух плоскостях, что фиксируется соответствующим счётчиком.

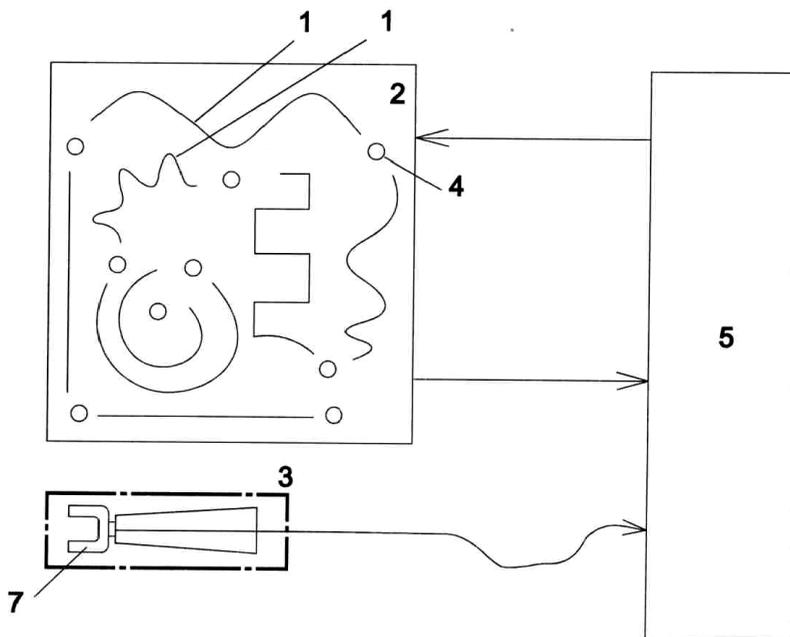


Рис. 32. Тремограф-тренажер

В. Д. Нахаева и др. [82] изучали Т рук по методике оценки координаторных процессов на аппарате с вырезанной зигзагообразной дорожкой на панели и стержнем, которым не обходимо провести по ней не дотрагиваясь до краёв. Оценочный коэффициент Т - КТ высчитывался по формуле:

$$КТ = (n \cdot t) / s$$

*n* - число ошибок (касаний);

*t* - время выполнения;

*s* - расстояние, которое должен пройти контактный стержень.

Несколько электроконтактных датчиков тремометра [61,62] сконструированы О. Ю. Нетудыхатка с соавт. в НИИ гигиены водного транспорта (А.с. 1052218; 1181631), они позволяют проводить исследование

в условиях вибрации и качки на морских судах, а также в железнодорожном транспорте (рис. 33).

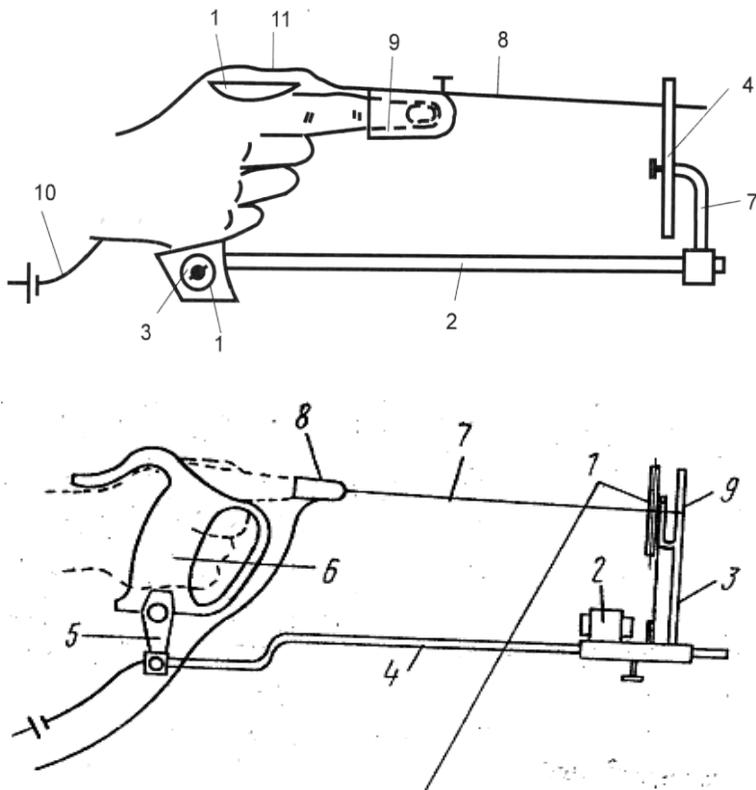


Рис. 33. Электроконтактные датчики тремометра

Созданы методические рекомендации [83] и способ диагностики Т (А.с. 1173984), оценки напряжённости, тяжести и надёжности труда моряков.

Для обеспечения безинерционной регистрации ошибочных движений применяется устройство [77] включающее в себя планшет со стандартными фигурами, металлический щуп и электрический счётчик, звуковой тональный сигнал. Для графической регистрации применен второй самопишущий прибор.

Модульный ТР [76] расширяет функциональные возможности путём создания циклических измерительных процедур и оперативного изменения конфигурации прорези в соответствии с индивидуальными особенностями испытуемого и задачами испытания. Планшет состоит из модулей с выходами различной конфигурации, способных образовать замкнутую фигуру.

В своих клинических исследованиях Н. Н. Лебедева с соавт. [84] применили треметр фирмы Д. Шуфрид (Австрия) с регистрацией числа неправильных попаданий контактным "карандашом" в цель и количества касаний при обведении им сложных фигур за определённое время до и после лечения органической патологии нервной системы.

Для диагностики психоневрологических заболеваний сконструирован треметр (А.с. 921517) [85], который помимо электродатчика движения, формирователя импульсов, регистратора числа касаний и генератора временных интервалов, для повышения достоверности результатов исследований содержит ряд электронных блоков (до 16). Прибор исключает возможность преднамеренного искажения результатов исследования, а также определяет степень утомления человека и его психофизиологическое состояние.

Нами [21] сконструирован электроконтактный датчик Т, который, помимо треметрии, может быть использован для изучения координаторных способностей, восстановления функций нервной системы, адаптирован к особенностям детского возраста. Устройство позволяет измерять Т рук и головы в трёх плоскостях (рис. 34).

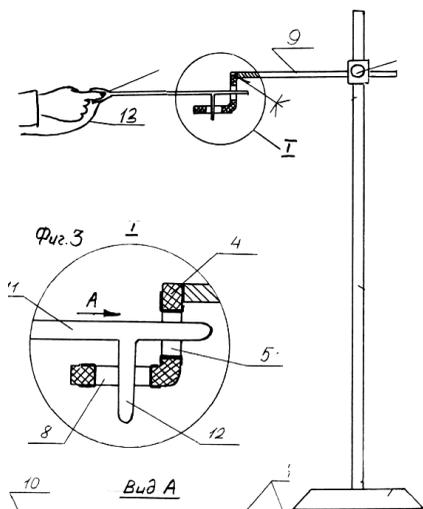
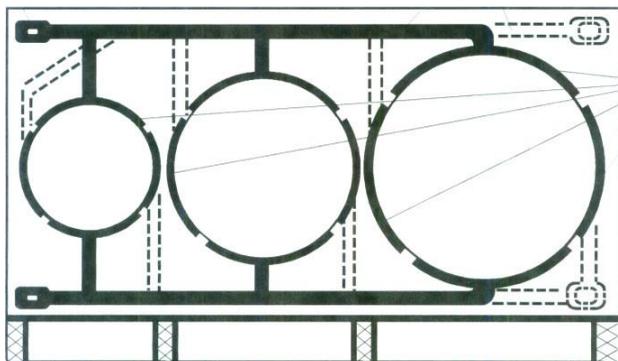


Рис. 34. Датчик тремометра

Датчик содержит стойку штатива 1 с подставкой 2, плату в виде двух взаимоперпендикулярных диэлектрических пластин, закрепленную на стойке штатива 1 фиксатором 3, на вертикальной пластине 4 отверстия 5 обрамлены четырьмя токопроводящими сегментами 6, изолированными друг от друга. Горизонтальная пластина 7 имеет отверстия 8, обрамленные токопроводящими сегментами 9. Все сегменты соединены с регистрирующим устройством посредством клемм. Щуп-указка может быть

закреплен как на указательном пальце, так и на шлеме и соединен с регистрирующим устройством (не показан).

Предложенный датчик тремометра работает следующим образом. Щуп – указка надевается на дистальную фалангу указательного пальца исследуемой руки. Путем перемещения по стойке штатива устанавливают плату на уровне глаз при помощи фиксатора. Выпрямляя руку в локтевом суставе, щуп – указку вводят в одно из отверстий 5 на вертикальной пластине 4, а перпендикулярным ответвлением 11 – в одно из отверстий 8 на горизонтальной пластине, при колебании руки щуп – указка контактирует с тем или иным токопроводным сегментом, и электрический импульс воспринимается соответствующим каналом регистрирующего устройства.

Аналогично измеряется тремор головы, для этого щуп – указка надевается на выступ шлема.

Таким образом, предлагаемый датчик тремометра прост по конструкции и в изготовлении, не требует специальных навыков для проведения исследования, что ускоряет процесс снятия тремограммы, расширяет информативность исследования за счет проведения измерений в трех плоскостях.

С целью сокращения времени исследования нами [23] запатентован датчик Т. Поставленная задача решается тем, что на вертикальной и горизонтальной пластинах платы размещена диафрагма из токопроводного материала, а на рабочих концах указки расположены токопроводные изолированные друг от друга элементы, выполненные в виде продольных полос. Наличие одного отверстия на пластинах платы исключает необходимость длительного подбора оптимального диаметра отверстия, что значительно сокращает время исследования, не требуется специальной подготовки специалиста, исключается утомление руки, особенно при патологии нервной системы. Упрощение конструкции платы и применение указки с продольными токопроводными полосами снижают

громоздкость и металлоемкость датчика без ухудшения информативности исследования.

Сущность изобретения поясняется чертежами (рис. 35).

Устройство содержит стойку штатива 1 с подставкой 2, плату из двух взаимоперпендикулярных токопроводящих пластин 3, в каждой из которых располагается отверстие 4 с размещённой в нём диафрагмой 5. Указка 6 содержит четыре продольно расположенные на ней полосы 7 на основном чертеже и две полосы 8 на ответвлении 9, изолированные друг от друга и соединённые с соответствующим каналом регистратора.

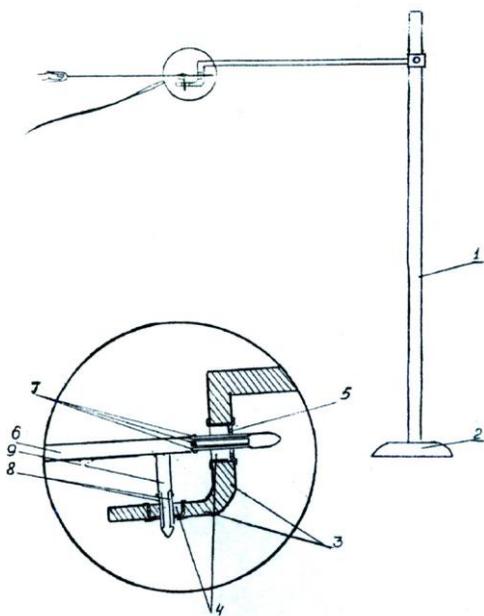


Рис.35. Общий вид датчика. Внизу - узел с боковым разрезом.

Датчик тремометра работает следующим образом: путём перемещения по стойке штатива 1 устанавливаем плату на уровне глаз. Указка 6 надевается на указательный палец. Выпрямляя руку в локтевом суставе, стержень указки вводят в отверстие диафрагмы 5 так, чтобы длительность касания полос 7 стержня и 8 ответвления 9 указки 6 с краями отверстий была минимальной. При этом контакт с вышеперечисленными полосами записывается соответствующим каналом регистрирующего устройства.

Таким образом, устройство позволяет быстро и более точно определить оптимальный диаметр отверстия, что сокращает сроки исследования и расширяет его функциональные возможности. Датчик позволяет измерять тремор как здоровых, так и больных людей с различными заболеваниями нервной системы. При этом не происходит утомление руки, т.к. необходимый диаметр отверстия подбирается исследователем одновременно с регистрацией колебаний. Значительно упрощается конструкция и изготовление. Не требуются специальные навыки при тремометрии.

Патент Украины № 22207 [24] является некоторой модификацией предыдущего датчика.

Для изучения динамического. Т нами в 1996 году запатентовано устройство (Патент Украины № 9047) [22], которое состоит из прогнутого диэлектрического стержня, на его поверхности нанесены токопроводные слои в виде четырёх продольных изолированных полос, боковые из них электрически разделены на взаимоперпендикулярных участках стержня, первый счётчик регистрирующего устройства соединяется с передней и задней полосами, второй - с правой и левой на вертикальных участках стержня, третий - с верхним и нижним на его горизонтальных участках, при этом регистрируются переднезадняя (глубина), горизонтальная и вертикальная составляющие тремора. Щуп в виде электропроводного кольца имеет возможность свободного перемещения по стержню при

помощи рукоятки и соединён с регистратором, фиксатор и нанесённая на электропроводном кольце градуировочная шкала позволяет точно регулировать его диаметр.

Сущность изобретения поясняется чертежом (рис. 36), где изображено устройство для исследования динамического Т: содержит планшет в виде Г-образно изогнутого диэлектрического стержня 1 с нанесёнными на нём токопроводными полосами 2 и 3, соединённые со счётчиком 8, полосы 4, 5 со счётчиком 9, полосы 6, 7 со счётчиком 10, щуп в виде электропроводного кольца 11 с фиксатором 12 и рукоять 13. В зависимости от амплитуды колебаний регулируется диаметр кольца 11 при помощи фиксатора 12, затем испытуемый проводит кольцом 11 по ходу стержня 1, стараясь не касаться его, одновременно с этим исследователь фиксирует на регистрирующем устройстве моменты перехода на взаимоперпендикулярные участки стержня 1. Контакт кольца 11 с одной из полос 2, 3, 4, 5, 6, 7 воспринимается соответствующим счётчиком 8, 9, 10 регистрирующего устройства.

Техническое решение расширяет функциональные возможности исследования путём регистрации динамического Т в трёх плоскостях, с учётом амплитуды, благодаря наличию изолированных токопроводных полос на диэлектрическом стержне с выводами на три счётчика регистратора и регулированию зазора между стержнем и токопроводным кольцом, что позволяет использовать прибор в медицинской практике для диагностики неврологических заболеваний, протекающих с нарушением динамического Т, а также оценки эффективности проводимого лечения.

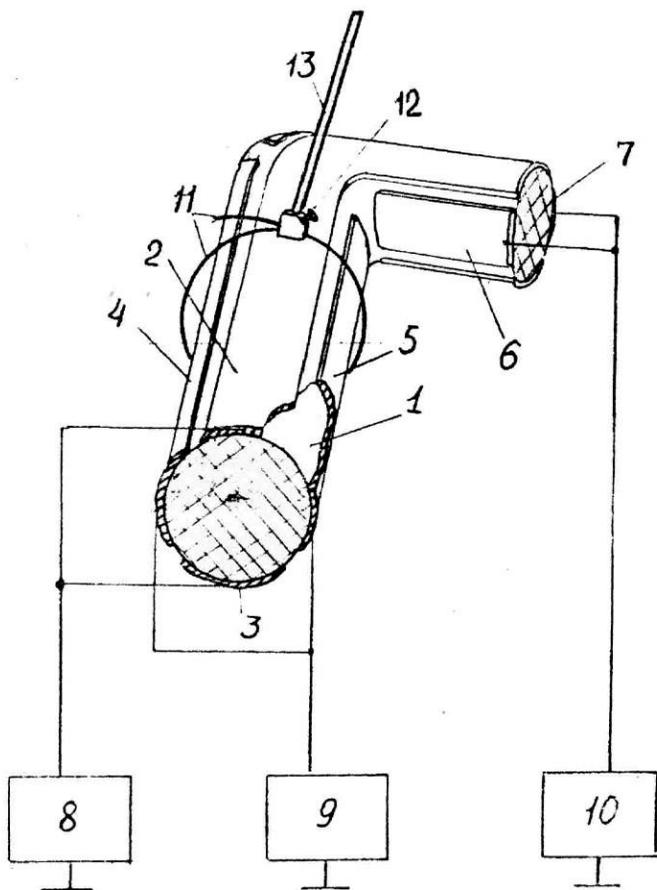


Рис 36. Датчик тремометра для изучения динамического тремора

А.С. СССР №279883 - Способ исследования тремора. Вальтерис С.Э., Кучингис Ш.П., Нешукайтис В.В., Рауба И.П. 1970, Бюл. 27 [31].

С целью устранения помех использован инерционный датчик с жидкой массой и дифференциальным трансформатором. Анализ механических колебаний конечностей осуществляется в полном спектре частот Т. При этом измеряют дрожание в любой точке тела при

соответствующем креплении датчика. В качестве регистратора - любой электрокардиограф. При проведении исследования накладывают на конечность датчики регистрации ускорения и амплитуды колебаний, при этом одновременно осуществляют вибрационное воздействие на конечность с изменяющейся частотой от 1 до 15 Гц и при фиксации увеличения амплитуды колебаний делают вывод о наличии тремора. Вибратор представляет собой механический эксцентрик (дебалансный груз), вращающийся на оси шагового двигателя. Резкое возрастание амплитуды тремора из-за резонанса частот вибратора и генератора тремора в нервной системе подтверждает наличие последнего.

А.С. СССР № 1215664. Датчик для регистрации тремора. Маньшин Г.Г., Мартынюк В.И., Савченко В.В., Радюк Г.Н. Бюлл. №9 07.03.86 [49].

С целью регистрации горизонтальной и вертикальной составляющей тремора чувствительный элемент 3 датчика выполнен в виде полого шара укрепленного на подвесках 2 с источником света в центре и двумя отверстиями оси, которых расположены под прямым углом, в которых укреплены линзы 5 фокусирующие свет на фоторегистратор 6. При этом один из них выполнен с квадратным окном, а другой - с прямоугольным, причем плоскости окон перпендикулярны направлениям оптических осей линз (рис. 37).

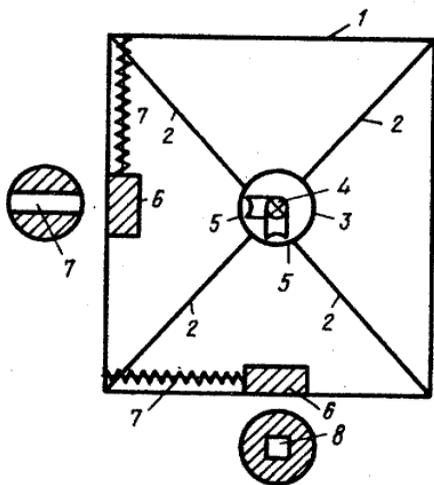


Рис.37. Трехкоординатный датчик для регистрации тремора

А.С. СССР 1391622 Трехкоординатный датчик тремометра. С.В.Таранов и С.П.Московко. 30.04.88. Бюл. № 16, кл. А 61 В 5/10, [39]. Устройство содержит эластичные связи с шестью чувствительными элементами попарно расположенными в трех ортогональных плоскостях, а также шесть демпфирующих элементов.

Элемент связи 1 укрепляется на пальце руки испытуемого и передает посредством эластичных связей 2 усилия, связанные с тремором, на пары чувствительных элементов, попарно расположенными в трех ортогональных плоскостях, отличающийся тем, что, с целью повышения точности исследования путем преобразования ортогональных составляющих тремора, он содержит шесть демпфирующих элементов между чувствительными элементами и жесткой основой, причем чувствительные элементы выполнены пьезоэлектрическими и электрически в каждой ортогональной паре соединены последовательно (рис.37).

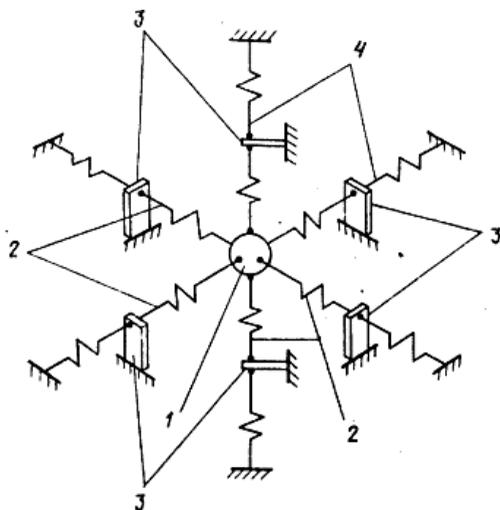


Рис.38. Трехкоординатный датчик тремометра

А.С.СССР 1407482 Тремомерт Э.М.Фромберг, В.С.Ямпольский, В.Я.Кривчик и К.А.Сабитов 1988 Бюлл. №25. А 61 В 5/16 [81].

Тремомерт, содержащий электропроводный щуп 2, электропроводный планшет с фигурным вырезом 11, счетчик касаний 8. Достоверность диагностики повышается за счет устранения "дребезга" и длительного касания. Устройство содержит последовательно соединенные генератор тактовых импульсов 1, делитель частоты 4, формирователь импульса 5, схему логическую ИЛИ 6, а также схему защиты от дребезга", входы которой соединены с выходом генератора тактовых импульсов и электропроводным щупом, а выходы соединены со вторым входом делителя частоты 4 и вторым входом схемы ИЛИ (Рис.39).

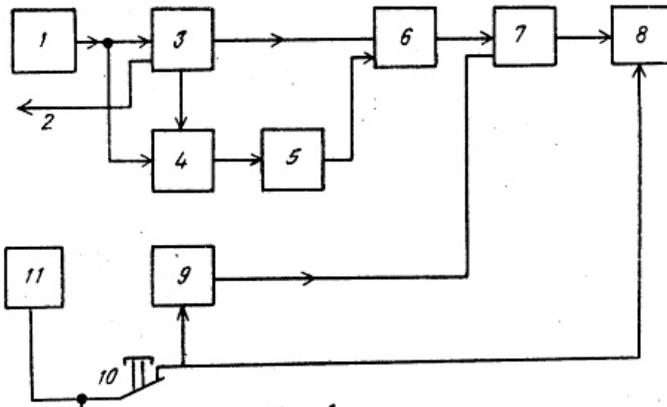


Рис. 39. Тремометр

Patent US 5265619. Process and device for measuring vibrations, in particular nervous trembling in living organism/ Comby B., Burger G.C. A 61B 5/103;30.11.1993 [87].

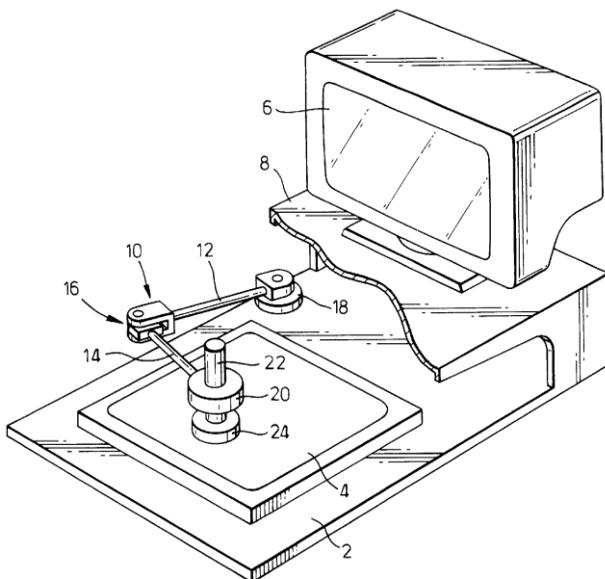
Устройство состоит из датчика, который преобразует вибрации в электрический сигнал, обрабатываемый электронной схемой, что позволяет либо отображать результат, либо передавать его на другое устройство. Различные элементы могут не содержаться в одном корпусе. Возможно использование устройства для скрининга больших групп населения и выявления экстрапирамидной патологии. Для экспериментальных исследований.

Patent US 5293879. System and method for detecting tremors such as those which result from parkinson's disease. Vonk B.F.M., Johannes E.W. Van Someren, A 61 B 5/00, 15.03.1994. Способ обнаружения тремора и обработки полученного сигнала [39] осуществляется путем прикрепления маркеров или датчиков ускорения на исследуемые части тела человека, регистрации колебаний подвижных звеньев тела и последующем анализе этих колебаний. При этом определяются и сравниваются частоты колебаний с эталонными патологическими частотами, и по совпадению выделенной

частоты с эталонной определяют состояние центральной нервной системы.

Патент РФ №2102922 Тремометр. Власов Ю.В., Дергачев П.Б., Попова М.В., Лобунец В.С. и др. А 61 В 5/11, 1998.01.27 [30], содержащий датчики угловых скоростей и регистратор, позволяющие измерять микровибрации конечностей (тремор) и осуществлять расчет мощности тремора. Датчик движений испытуемого выполнен в виде пластины, на которой закреплены два датчика абсолютных угловых скоростей, выполненных в виде роторных вибрационных гироскопов. Пластина крепится на кисти испытуемого. Оси чувствительности датчиков составляют ортогональный трехгранник.

Patent US 5772611 System and method for detection and quantification of Parkinson's disease Hocherman S. // 30.06.1998 [88], предназначенные для определения разных форм тремора и движений при болезни Паркинсона и др. Сигналы о движении, генерируемые акселерометрами, анализируют, чтобы определить время возникновения таких движений и то, находятся ли они в предварительно определенном частотном диапазоне. Определив, когда эти два критерия выполнены, тремор отделяют от других движений. Система содержит схему для сбора и хранения данных относительно моментов времени возникновения тремора, моментов времени возникновения других движений и данных об амплитуде тремора (Рис.40).



*Рис. 40. Акселерометрический тремомер.*

Patent GR WO 99/44502 Method and device for evaluating and kinetic pattern., А 61 В 5/11, 10.09.1999 [89]. Метод и устройство для оценки паттернов движения частей тела позволяют регистрировать траекторию движений маркеров на теле исследуемого в трехмерном пространстве с дальнейшим хранением в области данных всех маркеров. Компьютерный анализ распознает образы отрезков траектории кривых, сравнивая с соответствующими эталонными значениями. Определяются характеристики отрезков кривых и оцениваются в терминах распознавания образов, сравнивая с соответствующими эталонными значениями. Это позволяет интерпретировать оцениваемый кинетический паттерн и использовать получаемую в результате обработки первичного материала информацию для диагностики клинической картины, особенно вследствие психических, психосоматических и/или неврологических расстройств.

Патент 2076632 РФ. Устройство для оценки функционального состояния центральной нервной системы Романов С.П. Бюл. 10;10.04.97 [90]. Содержит опорный элемент и измерительные элементы, снабженные тензодатчиками в виде тензорезисторов, выходы которых подключены к входам дифференциального усилителя, блок сенсорных раздражителей, вычислитель, аналого-цифровой преобразователь и средства отображения информации. Позволяет анализировать движения и характеризовать их как патологические или нет.

Сконструирован программно-аппаратный комплекс - видеотремограф [51]. Поочередно ко всем пальцам первой фаланги крепится маркер. Съемка в течение минуты с каждой видеокамеры (USB с разрешением не более 640 x 480 и скоростью 60 кадр/с). Исследование постурального тремора при вытянутых руках. Маркер обладает незначительной массой и возможностью крепления на любом участке тела человека. Цвет имеет хороший контраст с цветом кожи, что повышает качество распознавания. Для всех видов измерения видеокамера должна быть установлена на расстоянии 30 см.

Патент РФ на полезную модель № 24920. Дифференциальный датчик для регистрации высокоамплитудного тремора. Брагинский М.Я. Майстренко Е.В. Еськов В.М.: 7 А61В5/00 15.03.2003 [92]. Дифференциальный датчик для регистрации высокоамплитудных треморограмм, содержащий токовихревые датчики движений, блоки для регистрации и представления данных о треморограмме, отличающийся тем, что, с целью расширения регистрируемого амплитудного диапазона тремора и повышения производительности устройства, датчик выполнен в виде двух осесимметричных токовихревых датчиков 1 в виде спирали Архимеда с параллельными плоскостями, выходы которых подключаются к сумматору сигналов 3, с ответной металлической пластинкой 5, надеваемой на палец

испытуемого 6 и помещаемого в зазор между двумя токовихревыми датчиками, а регистрируемая информация с датчика вводится в ЭВМ в виде интегрального показателя, линейного в большом диапазоне измерения (рис. 41).

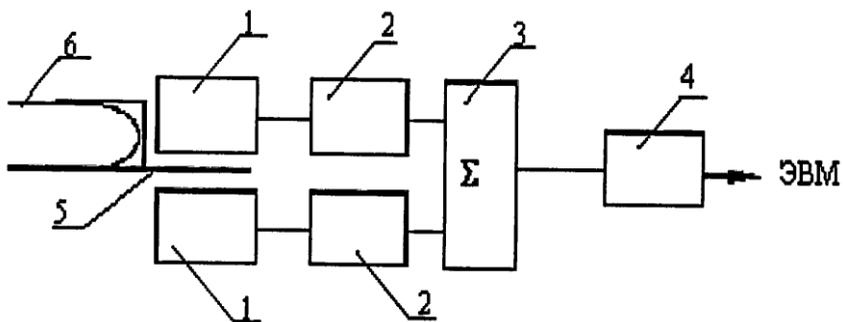


Рис.41. Датчик для регистрации высокоамплитудного тремора

Патент РФ № 2195869. Устройство для изучения функционального состояния центральной нервной системы. Манойлов В.В.; Романов С.П., А61В5/16, А61В5/11, 10.01.2003 [45].

Устройство содержит опорный элемент и измерительный элемент, снабженный тензодатчиками в виде тензорезисторов, дифференциальный усилитель, блок сенсорных раздражителей, вычислитель, аналого-цифровой преобразователь и средства отображения информации, интегрирующий и дополнительный дифференциальный усилители. Способ основан на приведении в соприкосновение тела с опорным элементом, получении сигнала обратной связи и определении частоты колебаний подвижных звеньев тела с последующим анализом этих колебаний, отличающийся тем, что в качестве сигнала обратной связи используют усредненную величину текущего изометрического усилия, произвольно прикладываемого человеком к опорному элементу, в реальном масштабе времени выделяют произвольный компонент изометрического усилия как разность между текущим произвольным усилием и его усредненной за некоторый интервал

времени величиной и далее по частоте, амплитуде и форме колебаний произвольного и произвольного компонентов изометрического усилия определяют функциональное состояние центральной нервной системы.

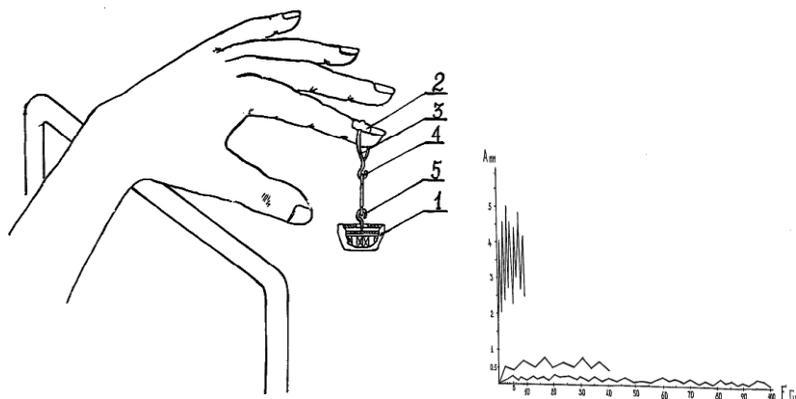
Патент РФ № 2260374 Способ выявления локализации патологического процесса у человека и животного и устройство для его реализации. Федоров В.А. 20.07. 2005 А61В 5/11 [46].

Способ и устройство позволяют быстро и точно выявить локализацию патологического процесса у человека и животного. Проводят измерение физической характеристики поверхности тела, при этом в течение 0,5-5 мин на исследуемом участке тела в состоянии покоя измеряют мощность микровибрации с помощью устройства, содержащего датчик микровибраций и соединенный с ним спектроанализатор, связанный с устройством визуальной регистрации, причем датчик микровибраций выполнен в виде электронного фонендоскопа с полосой пропускания 1-300 Гц, а устройство визуальной регистрации выполнено с возможностью регистрации изменения суммарной мощности спектра микровибраций во времени. Определяют среднее значение мощности микровибраций и по отклонению его от нормы на 40% и более судят о наличии в этой зоне патологического процесса.

Патент Украины на полезную модель № 29277 "Спосіб визначення тремору" Мироненко Т.В. Бюл. №5 28.07.17; А 61В 5/11 [39].

Датчик тремометра магнитоэлектрической системы генераторного типа свободно подвешивается на пальце в районе концевой ногтевой фаланги, что исключает инерционные колебания датчика; кисть руки опирается на жесткую опору и по колебаниям пальца определяют амплитуду, частоту Т. После пробы Саабразе (остановка дыхания на высоте выдоха) производят измерения колебательных движений датчиком 1. В зависимости от

частотно-амплитудных характеристик диагностируют функциональный или органический Т. Элементы фиксации указаны цифрами на рисунке, а также - изображение графической регистрации амплитуды и частоты Т (рис. 42).

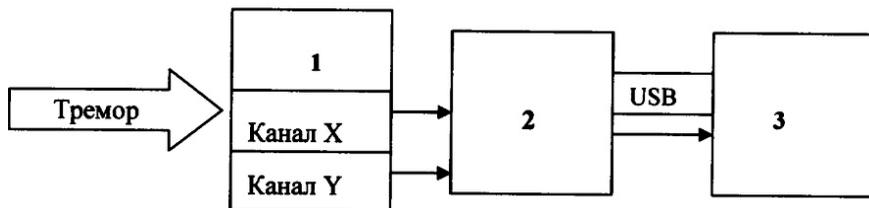


*Рис 42. Способ треморогониографии.*

Метод треморогониографии [93]. Гониограф прикрепляется на сустав, а на сочленяющийся периферический сегмент устанавливают датчик ускорения. Оба сенсора подключены к самописцам. По оси абсцисс регистрируются угловое перемещение, а по оси ординат - величину интегрального Т.

Патент РФ на полезную модель № 79239. Система регистрации пальцевого тремора. Шанин Е.В., Шанина Е.Г., Прокопенко С.В. А 61 В 5/11; 27.12.2008 [34]. Система регистрации пальцевого тремора, включает в себя последовательно соединенные: датчик движений испытуемого, электронный блок и регистратор, отличающаяся тем, что датчик движений испытуемого представляет собой сверхлегкий, интегральный акселерометр, выполненный на основе чувствительных поверхностных емкостных элементов и имеющий в своем составе двухосный датчик ускорения, демодуляторы и цепи формирования выходных сигналов, электронный

блок представляет собой аналого-цифровой преобразователь, регистратор представляет собой компьютер со специализированным программным обеспечением.



*Рис. 43. Система регистрации пальцевого тремора*

Устройство позволяет объективно улавливать малейшие колебания пальца одновременно в двух - плоскостях - фронтальной и сагиттальной в широком диапазоне частот, и позволяет регистрировать амплитудно-частотные характеристики тремора не только при экстрапирамидной патологии, но и при вегетативной дисфункции, а также физиологический тремор у здоровых людей.

Патент Украины на полезную модель № 29650 "Спосіб експертно-діагностичної ідентифікації латентного тремору при алкогольній і наркотичній залежностях". І. К.Сосін, О.В.Друзь, В.О.Яценко, П.С.Швецов, І. М.Сквира, Г. М.Іванілова, С.І.Тараненко. А61В 5/16.; опубл. 25.01.08 // Бюл. № 2, 2008 [29].

Проводят комплексную проверку заданий на точность координации и дополнительно проводят лазерный тест и наведение лазерной указки на стандартную мишень на расстоянии 2-3 метра и фиксируют в точке центра "десятки" на протяжении 5-10 с, тяжесть определяют в зависимости от амплитуды колебаний луча.

Патент РФ 78655. Измеритель тремора Мещеряков А.В. МПК А 61В 5/11. 10.12.2008 [26].

При касании металлической панели токопроводным стержнем, прикрепленным к кольцу электронный счетчик регистрирует количество контактов. Благодаря регулируемому кольцу, можно плотно надевать кольцо на любой палец и измерять тремор каждого пальца. Отверстия разного диаметра на металлической панели полезной модели являются различными уровнями сложности.

Устройство содержит металлическую панель (1) с отверстиями разного диаметра (2), электронный счетчик касаний (тремора) (3), секундомер (4), источник питания (5), металлический стержень (изолированный на часть его длины) (6), соединенный с кольцом регулируемого диаметра 7 и гибким проводом, подключенным к электронному счетчику (рис. 43).

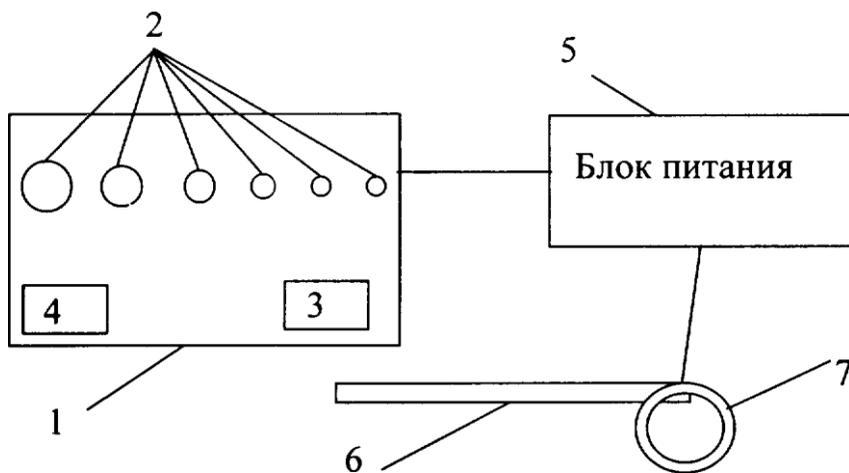
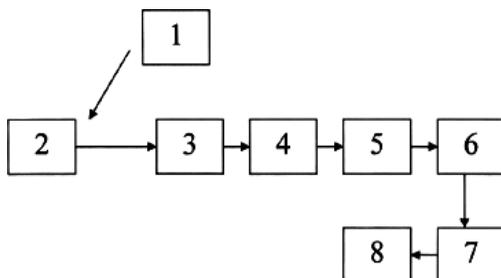


Рис. 44. Измеритель тремора

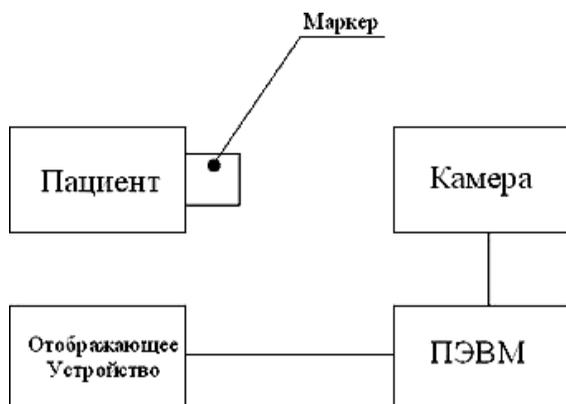
Патент Республики Беларусь (BY) № 11990, Устройство для определения параметров тремора Лихачев С.А., Дик С.К., Ващилин В.В., Терех А.С. МПК А 61В 5/11; G 01Н 9/00 2009.06.30 [50]. Устройство для

определения параметров тремора, содержащее последовательно соединенные блок сопряжения и персональный компьютер с подключением к нему блоком отображения информации. Содержит источник света, светоотражающий маркер, оптическую фокусирующую систему, светочувствительную матрицу и др.



*Рис.45. Оптическое устройство для определения параметров тремора*

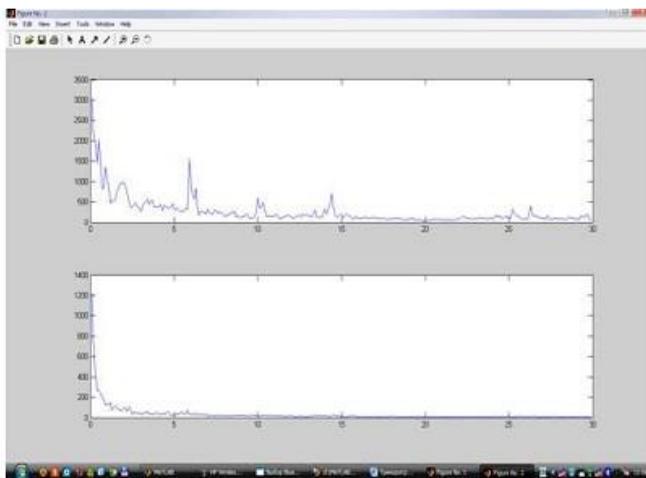
Устройство содержит источник света 1 (светодиод), который освещает светоотражающий самоклеющийся маркер 2, отраженный свет от которого попадает в фотофокусирующую систему 3, которая проецирует изображение маркера на светочувствительную матрицу 4 с последующим преобразованием светового сигнала в электрический. Последний поступает на вход схемы сравнения 5, которая хранит два последовательных кадра и сравнивает их. При смещении изображений выдается сигнал характеризующий величину и направление смещения на вход блока сопряжения 6 с дальнейшим поступлением в персональный компьютер, где обрабатывается программой в реальном масштабе времени, а на устройство отображения выводятся амплитудно-частотные характеристики тремора (рис.46).



*Рис. 46. Схема работы устройства для определения параметров тремора*

Разработанный программно-аппаратный комплекс позволяет производить диагностику различных типов тремора: как тремора покоя и постурального, так и кинетического тремора. С помощью данного комплекса, возможно проводить сложные тесты для регистрации интенционного тремора.

Использование данного комплекса позволяет осуществлять объективизацию параметров тремора, регистрировать количественные характеристики тремора, проводить контроль эффективности лечения. Отличительной особенностью комплекса является возможность бесконтактной регистрации тремора различных частей тела, в том числе и головы. Отсутствие датчика, имеющего определенные размеры и массу, позволяет избежать инерционности передаточного звена и демпфирующего эффекта, что может влиять на величину регистрируемых данных [57]. На рисунке 46 показаны результаты спектрального анализа Т руки пациента с болезнью Паркинсона до и после приема препаратов леводопы.



*Рис 46. Изображение спектрального анализа тремора руки*

В приборе для диагностики тремора руки использована бесконтактная диагностика на основе лазера. Конструкция такого устройства комплектуется мишенью и системой диагностики, включающей в себя: лазерный дальномер, излучатель, камеру, фотоприемник и диск с программным обеспечением.

Устройство работает следующим образом: светоотражающая мишень устанавливается на плотную поверхность на расстоянии около трех метров от испытуемого, своим центром — перпендикулярно его вытянутой руке. При наведении указанного устройства на центр мишени испытуемый нажимает на спусковой крючок. В момент нажатия курка излучатель испускает постоянный импульс, а дальномер, установленный на устройстве, измеряет расстояние до мишени и соотносит его с оптимальным расстоянием для измерения тремора. На индикаторе дальномера высвечивается информация о том, на какое расстояние испытуемому нужно сдвинуться относительно мишени для достижения оптимальной дистанции. В дальнейшем, возможно, подключить устройство к компьютеру для автоматической калибровки измерений в реальном времени. Как только на мишени появляется лазерный импульс,

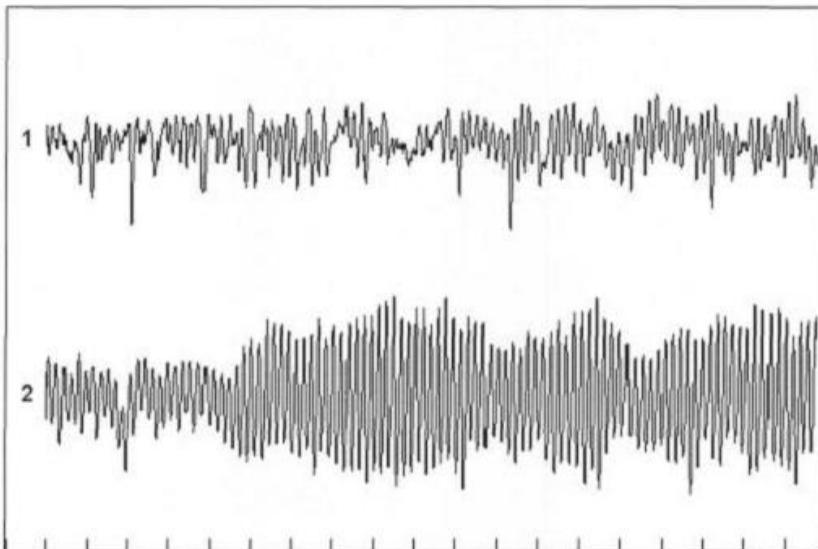
камера фотоприемника обнаруживает его и начинает выдавать последовательные сигналы на захват кадров. Цифровая телевизионная камера считывает и передает захваченный кадр с лазерной меткой в компьютер. Управляющая программа определяет координаты лазерной точки на экране и, соотнося их с координатами мишени, фиксирует траекторию движения, оценивает амплитуду и частоту тремора и после окончания измерения выдает результат оценки тремора оператора на экран. Очень важными параметрами тремометра являются масса устройства и диаметр луча, так как именно они оказывают серьезное влияние на его точность, т. е. соответствие кривой колебаний на графике тремометра истинным колебаниям руки. Требования к лазеру: диаметр пятна не более 10 мм; мощность излучения 1 мВт; длина волны излучения 650 нм; потребляемая мощность 150 мВт. Минимальные условия и для камеры: расширение 640 x 480; скорость передачи, кадров — 30 в с; питание, В — 220; интерфейс USB.

Предлагаемое устройство позволит проводить массовые измерения, фиксировать статистику, накапливать банк данных, вести коррекцию и фиксировать измерительную информацию в электронном виде, а также осуществлять математическую обработку с последующим построением спектральных и корреляционных функций тремора. Амплитуда и частота лазерной точки на мишени, попадающей в определенные сектора, будет свидетельствовать о существующем треморе рук.

Патент Украины на полезную модель № 54212. Пристрій для реєстрації плетизмограми, тремору та дихання Лобасюк Б.О., Бітенський В.С., Боделан М.І. Бюл. №20 25.10.10; А 61В 5/0205; 5/11 [40]. Устройство состоит из датчика линейных перемещений в виде гибкой трубки, наполненной угольным порошком, который отличается тем, что датчик линейных перемещений дополнительно подсоединен к мостовой схеме с автономным источником питания, кроме того, исходные элементы мостовой

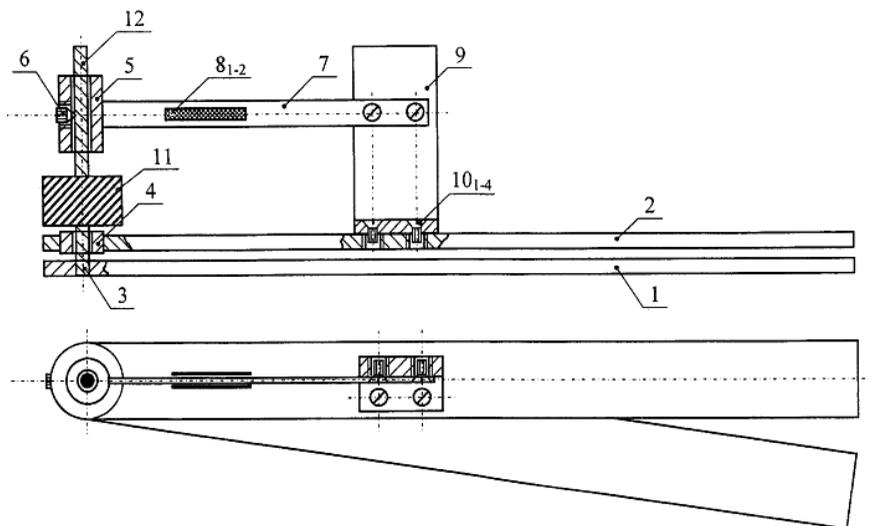
схемы присоединены к аналоговому или цифровому регистрирующему прибору.

На рис. 47 представлена треморограмма больного паркинсонизм 1,2 с обеих рук. Для патологического Т была характерна большая амплитуда и доминирование синхронизационных эпох.



*Рис. 47. Тремограмма больного паркинсонизмом*

Патент РФ № 2414853 Устройство для измерения суставного тремора. Биленко А.Г., Бирюкова Е.В., Иванова Г.П. Оpubл.: 27.03.2011 А61В5/11 А61В5/103 [94].



*Рис.48. Устройство для измерения суставного тремора*

Устройство для измерения суставного тремора содержит первую 1 и вторую 2 шины, а также упругую измерительную пластину 7, оснащенную двумя тензодатчиками 8. Кроме того, устройство содержит потенциометр, к нижней части корпуса которого прикреплена направляющая ось 3, соосная оси потенциометра 12. Упругая измерительная пластина 7 одним концом жестко прикреплена к оси потенциометра, а другим - неподвижно закреплена на второй шине. Первая шина неподвижно закреплена на свободном конце направляющей оси, на которой установлена вторая шина с возможностью свободного вращения вокруг нее. Упругая измерительная пластина имеет жесткость, при которой момент трения в оси потенциометра превосходит вращающий момент, возникающий при изгибе упругой измерительной пластины на угол до  $1^\circ$ . Использование изобретения позволяет повысить точность измерений (рис. 48).

Разработана регистрация и анализ тремора с помощью детектора движения на основе веб-камеры [95]. В основе метода - фиксация детектором движения, который основан на сравнении кадров путем вычитания из последующего кадра предыдущего. Известно, что тремор, как и любое другое движение, определяется как разность между двумя соседними кадрами. Таким образом, последовательно сравнивая 30 изображений в секунду, можно фиксировать движения (в данном случае — тремор) до 30 раз в секунду, т.е. с частотой 30 Гц. Частоты патологического тремора редко превышают 12 Гц, а усиленного физиологического — 18 Гц. Авторы указывают о необходимости соблюдения ряда условия для веб-регистрации Т: фиксированное расстояние (оптимум 50 см); нулевой уклон (рука по высоте - посередине обзора, а пальцы на расстоянии 1-2 см от края камеры); специальный фон; порог Т - устанавливаю минимальный и максимальный порог движения (слабые и сильные движения отбрасываются как помехи); хорошая освещенность.

В отличие от известных веб-регистраторов Т, оценивается перемещение всей руки, а не только наклеенного на руку маркера

Разработана специальная компьютерная программа "Видеовизуализация тремора".

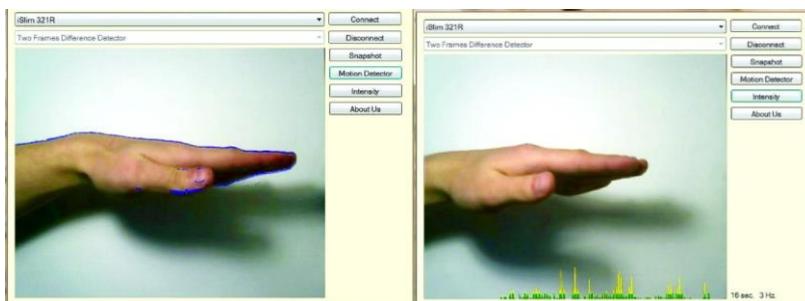
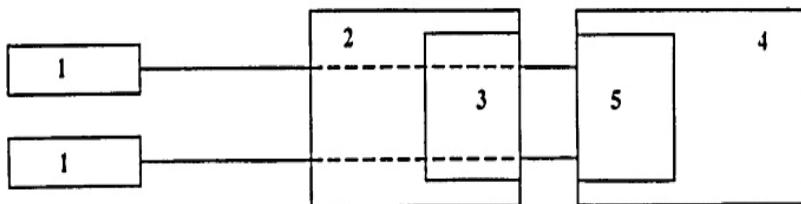


Рис. 49. Программа «Видеовизуализация тремора». Экспресс-тест тремора

Патент РФ № 2483676. Устройство для комплексного исследования различных видов тремора человека / Густов А.В., Тиманин Е.М., Еремин Е.В. 10.06.2013.- Бюл. №16 [33,35,36].

Устройство состоит из акселерометрического датчика соединенного с аналого-цифровым преобразователем и компьютера с программным обеспечением. Содержит второй акселерометрический датчик с независимым от первого входом. Модуль программного обеспечения выполнен с возможностью определения количества параметров тремора и сопоставления с соответствующими величинами в норме.



*Рис. 50. Блок-схема устройства для комплексного исследования различных видов тремора*

Патент РФ 2613446. Способ оценки функционального состояния центральной нервной системы человека и устройство для его реализации Сафьянников Н.М., Кострова О.Б., Буренев П.Н., Разин Н.Н., Александян З.А. А61 В 5/11., Бюлл. № 8, 16.03.1017 [52].

В устройстве произвольные компоненты изометрического усилия выделяют в каждой градации процесса измерения: в начале, середине и конце, как разность между текущим задаваемым по градациям от слабого к сильному усилием и его усредненной величиной для каждой градации за некоторый интервал времени, и далее по частоте, амплитуде и форме колебаний выделенных произвольных компонентов изометрического усилия в каждой из градаций определяют функциональное состояние центральной нервной системы.

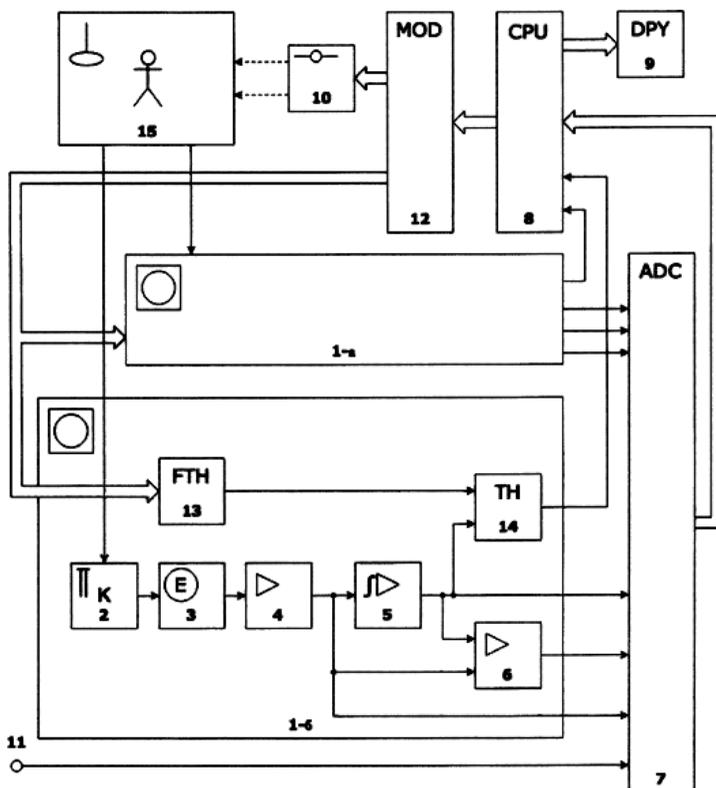


Рис. 51. Блок-схема устройства для оценки функционального состояния ЦНС

Возможно, одновременно осуществлять многоканальную регистрацию и обработку задаваемых по градациям изометрических усилий двух и более частей подвижных звеньев тела.

Программно-аппаратный комплекс оценки состояния центральной нервной системы ПАК-ЦНС-01 (Институт аналитического приборостроения РАН, Институт физиологии им. И.П. Павлова РАН; <http://iairas.ru/rakcns01.php>). Реализован тензометрический способ регистрации Т на фоне заданного мышечного усилия для мониторинга населения для выявления

патологии в системе управления движений. Возможность идентификации внешне схожих видов Т (психогенного, интоксикационного, травматического). Одновременно регистрируется усилие двух конечностей.

Стандартность регистрации усилия (0–8 кг) и применение методов статистического анализа позволяют объективно диагностировать состояние ЦНС, отслеживая его изменение за длительные интервалы времени. Отсутствие датчиков, прикрепляемых непосредственно к телу пациента, сокращает процедуру тестирования до 30 с, что позволяет проводить массовый мониторинг различных групп населения.



*Рис. 52. Внешний вид анализирующего устройства тензометрическим способом*

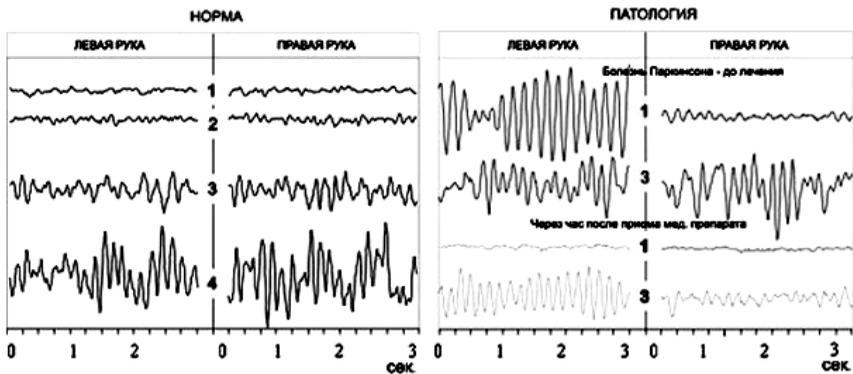


Рис.53. Треморграммы в норме и патологии при различной величине мышечного усилия тензометрическим способом

## Список литературы:

1. Курако Ю.Л., Стоянов А.Н. Тремор в клинической неврологии. - Одесса.: изд. ОГМУ. - 2000. - 128 с.
2. Deuschl G, Bain P, Brin M. Consensus statement of the society of traffic disturbances with tremor. Special Scientific Committee. *Mov Disord.* 1998; 13 (Suppl 3): 2-23.
3. Bain PG. Parkinsonism and related disorders. *Tremor.Parkinsonism Relat Disord.* 2007; 13 (Suppl 3): S369-74.
4. Иванова Е.О. Клинико-нейрофизиологический анализ дрожательного гиперкинеза при эссенциальном треморе и болезни Паркинсона: автореф. дис. ... канд. мед. наук: 14.00.11 / ФГБУ НЦН РАМН. – М., 2014. – 29 с.
5. Lanska D.J. 19th-century American contributions to the recording of tremors. *Mov. Disord.* 2000; 15: 720–9.
6. San Luciano M, Saunders-Pullman R. Substance abuse and movement disorders. *Curr Drug Abuse Rev.* 2009 Sep;2(3):273-8.
7. Лихачев С.А. Тремор: феноменология и способы регистрации / С.А.Лихачев, В.В.Вашилин, С.К.Дик // *Медицинский журнал.* - 2010. - №2. - С. 133-137.
8. Карабань И.Н. Электромиографическое исследование мышечной активности у пациентов с болезнью паркинсона и их родственников / Луханина Е.П., Березецкая Н.М., Чивликлий М.А.// *МНЖ* 5 (43) 2011
9. Андреева, Е. А. Метод спектрального анализа огибающей ЭМГ и его роль в изучении физиологического тремора / Е. А. Андреева [и др.] // *Журн. Невропат. и психиатр. им. С. С. Корсакова.* 1986. № 7. С. 966–969.
10. Мегайа А.Ю. Нелинейные параметры накожной ЭМГ - Ульяновский мед.-биол. журн., 2016
11. Lanska D.J. The history of movement disorders. In, Boller F, Finger S, Tyler KL, eds . *History of Neurology. (Handbook of Clinical Neurology. Third series).* Amsterdam: Elsevier Science Publishing Co.; 2010; 95: 501–46.
12. Иванова-Смоленская И.А., Рахмонов Р.А., Иллариошкин С.Н. Эссенциальный тремор. Душанбе; 2007.

13. Jancovic, J. Quantitative assessment of parkinsonian and essential tremor: clinical application of triaxial accelerometry / J. Jancovic, J. D. Frost // *Neurology*. 1981. № 31. P. 1235–40;
14. Machowska-Majchzak, A. Analysis of selected parameters of tremor recorded by a biaxial accelerometer in patients with parkinsonian tremor, essential tremor and cerebellar tremor / A. Machowska-Majchzak, K. Pierzchala, S. N. Pietraszek // *Neurol. Neurochir. Pol.* 2007. № 41(3). P. 241–50
15. Rozmar, J. A new method for selective measurement of joint movement in hand tremor in Parkinson's disease patients / J. Rozmar, A. Bartolic, S. Ribazic // *J Med. Eng. Technol.* 2007. № 31(4). P. 305–11.
16. А.с. 471888 СССР, МКИ А 61 В 5/10 Устройство для определения перемещения точек тела человека /И.П. Палканов, В.К. Колодкин / Оpubл. 30.05.75, Бюлл. №20.
17. А.с. 584846 СССР, МКИ А 61 В 5/10 Устройство для регистрации положений отдельных сегментов тела человека в пространстве / Ю.Б. Невский, Э.А. Куринный, Э.П. Алексеев / Оpubл. 25.12.77, Бюлл. 47
18. А.с. 1367940 СССР, МКИ А61 В 5/10 Способ измерения упругих инерционных параметров двигательного аппарата человека / В.В. Кузнецов / Оpubл. 23.01.88, Бюлл. №3.
19. А.с. 955904 СССР, МКИ А 61 В 5/10 Стенд для исследования динамических характеристик тела человека / С.А. Кокшаров, А.Б. Новиков, Б.А.Потемкин / Оpubл. 07.09.82, Бюлл. №33.
20. Method and device for evaluating and kinetic pattern // Патент GR WO 99/44502, А 61 В 5/11, 10.09.1999; System and method for detecting tremors such as those which result from parkinson's disease // Патент US 5293879, А 61 В 5/00, 15.03.1994.
21. А.с. 1695885 СССР. МКИ А 61 В 5/16, 5/11 Датчик тремора /Ю.Л.Курако, А.Н.Стоянов, В.Е.Волянский / Оpubл. 7.12.91, Бюлл. №45
22. Пат. 9047. Украина. МКИ А 61 В 5/11. Пристрій для дослідження динамічного тремору /Ю.Л.Курако, О.М. Стоянов (Украина) Оpubл. 30.09.96, Бюлл. №3.
23. Пат. 20160. Украина. МКИ А 61 В 5/10, 5/16. Датчик тремометра /Ю.Л. Курако, О.М. Стоянов (Украина) Оpubл. 25.12.97, Бюлл. №6.

24. Пат. 22207 Украина. МКИ А 61 В 5/11. Датчик тремометра /Ю.Л. Курако, О.М. Стоянов (Украина) Опубл. 30.06.98, Бюлл. №3.
25. Патент України №29650 МПК А61В 5/16. Спосіб експертно-діагностичної ідентифікації латентного тремору при алкогольній і наркотичній залежностях / І.К.Сосін, О.В.Друзь, В.О.Яценко Бюл. № 2 2008.
26. Пат. 10336 Украина. МКИ А 61 В 5/10 Спосіб оцінки атаксії /Ю.Л. Курако, В.Ю. Волянський, О.М. Стоянов (Украина) Опубл. 25.12.96, Бюлл. №4.
27. А.с. 1159554 СССР, МКИ А 61 В 5/16. Устройство для оценки сенсомоторной координации /Ю.В.Горский, В.И. Полянский / Опубл. 07.06.85, Бюлл. №21.
28. Иванова-Смоленская И.А. Современные инструментальные методы регистрации тремора / И.А. Иванова-Смоленская, А.В. Карабанов, А.В. Червяков, С.Н. Иллариошкин // Бюллетень Национального общества по изучению болезни Паркинсона и расстройств движений. - № 2 • 2011. - 17-23.
29. Патент РФ 78655. Измеритель тремора Мещеряков А.В. МПК А 61В 5/11.; 10.12.2008
30. Патент РФ №2102922. Тремометр. Власов Ю.В., Дергачев П.Б., Попова М.В., Лобунец В.С. и др. А 61 В 5/11 1998.01.27.
31. А.С. СССР №279883, 1970, Бюлл. 27 Способ исследования тремора. Вальтерис С.Э., Кучингис Ш.П., Нешукайтис В.В., Рауба И.П.
32. Патент Беларусь (BY) № 15085 Способ выявления тремора конечности у пациента Пономарев В.В., Бойко А.В., Василенок Г.Д., Каплевский К.Н. А 61В 5/11; 2011.12.30.
- 33.Патент РФ № 2483676. Устройство для комплексного исследования различных видов тремора человека / Густов А.В., Тиманин Е.М., Еремин Е.В. / Бюлл. №16. 10.06.2013
34. Патент РФ Полезная модель № 79239 Система регистрации пальцевого тремора. Шанин Е.В., Шанина Е.Г., Прокопенко С.В. А 61 В 5/11; 27.12.2008
35. Тиманин Е.М., Еремин Е.В., Густов А.В., Устимкина М.А. Об информативности методов компьютерной механонейромиографии // Технологии живых систем. 2008. Т.5, № 5-6. - С. 82-86.

36. Александрова Е.А., Устимкина М.А., Густов А.В., Тиманин Е.М., Еремин Е.В., Макушина С.В., Паршина Е.В. Акселерометрическая диагностика мощности тремора при болезни Паркинсона в процессе терапии // Медицинский альманах. 2011. № 1. - С.191-193.

37. System and method for detection and quantification of Parkinson's disease // Патент US 5772611, 30.06.1998

38. Patent US 5293879. System and method for detecting tremors such as those which result from parkinson's disease/ Vonk B.F.M., Johannes E.W. Van Someren //, А 61 В 5/00, 15.03.1994.

39. Патент Украины на полезную модель № 29277 "Спосіб визначення тремору" Мироненко Т.В. Бюл. №5 28.07.17; А 61В 5/11.

40. Патент Украины на полезную модель № 54212 "Пристрій для реєстрації плетизмограми, тремору та дихання" Лобасюк Б.О., Бітенський В.С., Боделан М.І. Бюл. №20 25.10.10; А 61В 5/0205; 5/11.].

41. Grimaldi G., Manto M. Neurological Tremor: Sensors, Signal Processing and Emerging Applications Sensors (Basel). 2010; 10(2): 1399–1422. Published online 2010 Feb 24. doi:10.3390/s100201399

42. Иллариошкин С.Н., Иванова-Смоленская И.А. Дрожательные гиперкинезы, - М.: Атмосфера, 2011. - 360 с.

43. Luinge HJ, Veltink PH. Measuring orientation of human body segments using miniature gyroscopes and accelerometers - Med Biol Eng Comput. 2005 Mar; 43(2): 273-82.

44. А.С. СССР № 1391622 Трехкоординатный датчик тремометра. С.В.Таранов и С.П.Московко, кл. А 61 В 5/10, 30.04.88. Бюл. № 16

45. Патент РФ № 2195869. Способ оценки функционального состояния центральной нервной системы человека и устройство для его реализации Манойлов В.В.; Романов С.П. А61В5/16, А61В5/11 10.01.2003

46. Патент РФ №: 2260374. Способ выявления локализации патологического процесса у человека и животного и устройство для его реализации. Федоров В.А. 20.07. 2005 А61В 5/11.

47. Тимошенко Д.А., Морозова Е.В. Бесконтактный координограф // Физиол. человека. -1988. - т.14.- №6. - С.1035 - 1037.

48. Лисейчиков Ю.И., Захаревский А.С. Электронный прибор для определения двигательной активности //Бюлл. экспер. биолог. и мед., 1978. - №5. – С. 633 – 634. стробоскопический + прорези

49. А.С. СССР № 1215664. Датчик для регистрации тремора, Манышин Г.Г., Мартынюк В.И., Савченко В.В., Радюк Г.Н. Бюлл. №9 07.03.86.

50. Патент Республика Беларусь (BY) № 11990, МПК А 61В 5/11; G 01Н 9/00 2009.06.30. Устройство для определения параметров тремора Лихачев С.А., Дик С.К., Ващилин В.В., Терех А.С.

51. Gazzani F. Comparative assessment of two algorithms for calibrating stereophotogrammetric systems - J Biomech. - 1993 Dec; 26 (12):1449-54.

52. Патент РФ № 2613446. Способ оценки функционального состояния центральной нервной системы человека и устройство для его реализации Сафьянников Н.М., Кострова О.Б., Буренев П.Н., Разин Н.Н., Александян З.А.

53. А.С. СССР 1248093 МКИ А 61 В 5/10 Лазерное устройство для регистрации параметров движения человека / Л.В. Маликов, В.М.Гримблатов, Ю.П. Розенфельд / Опубл. 22.07.83, Бюлл. №15.

54. Фролов С.В., Горбунов А.В., Потлов А.Ю. Регистрация и анализ тремора с помощью детектора движения на основе веб-камеры Биомедицина № 2, 2012, С. 80–83.

55. Method and device for evaluating and kinetic pattern // Патент GR WO 99/44502, А 61 В 5/11, 10.09.1999.

56. Дик С.К., Терех А.С., Смирнов А.В., Конопелько В.К. Разработка системы видеорегистрации тремора конечностей человека // Проблемы физики, математики и техники. - № 3 (16), 2003.

57. Лихачев С.А.Подходы к хирургическому лечению двигательных расстройств при болезни паркинсона / С.А.Лихачев, Р.Р.Сидорович, В.В.Алексеевиц // Новости хирургии - № 4, 2010., т. 18. - С. 72-81.

58. Aly, N. M. A novel computer-based technique for the assessment of tremor in Parkinson's disease / N. M. Aly [et al.] // Age Ageing. 2007. Jul. № 36(4). P. 395–9.

59. Agostino R, Berardelli A, Formica A, Accornero N, Manfredi M. Sequential arm movements in patients with Parkinson's disease, Huntington's disease and dystonia. Brain 1992; 115: 1481–95.

60. Halliday DM, Rosenberg JR, Amjad AM, Breeze P, Conway BA, Farmer SF. A framework for the analysis of mixed time series/point process data—theory and application to the study of physiological tremor, single motor unit discharges and electromyograms. *Prog Biophys Mol Biol* 1995; 64: 237–78.
61. А.С. СССР 1052218. МКИ А 61 В 5/10. Датчик тремогра / О.Ю. Нетудыхатка, А.М. Войтенко, Л.М. Шафран, В.Г. Кравец / Оpubл. 07.11.83, Бюлл. №41.
62. А.С. СССР 1181631. МКИ А 61 В 5/16. Датчик тремогра / О.Ю. Нетудыхатка, А.П. Стоянов, В.Г. Кравец / Оpubл. 30.09.85, Бюлл. №36.
63. Штеренгерц А.Е., Галина И.В. Лечение и реабилитация детей с церебральным параличом на бальнеогрязевом курорте. К.: Здоров`я., 1977. – 156.
64. А.С. СССР 1017292. МКИ А 61 В 5/16. Тремограф-тренажер / В.Л. Найдин, Ю.П. Портнов-Соколов, В.И. Торин. / Оpubл. 15.05.83, Бюлл. №18.
65. Ефимов А.П. Метод треморогониографии и его клиническая информативность // Ортопед., травмат и протезир., 1986. - №8. – С. 60 – 62.
66. А.С. СССР 1171008. МКИ А 61 В 5/10. Способ оценки функционального состояния суставов / А.П. Ефимов / Оpubл. 07.08.85, Бюлл. №29.
67. Артарян А.А., Гурфинкель В.С. Тремография в диагностике опухолей мозжечка //Вопр. нейро-хирургии, 1971,-№4,- С.50-53.
68. А.С. СССР 1223886 МКИ А 61 В 5/10. Тремометр / В.П. Бебых / Оpubл. 15.04.86, Бюлл. №14.
69. Пивоваров М.А. Динамика сенсомоторной реакции и тремора в процессе повторных измерений. // Военно-мед. журн., 1972. - №10. – С. 63 - 67.
70. Лебедева Н.Н., Авокян Г.Н., Сидорова О.П. // Журн. невропат. и псих. им. С.С. Корсакова, 1988, т.88, - вып. 3. – с.19 – 22.
71. А.С. СССР 1039480, МКИ А 61 В 5/10. Устройство для исследования точности движения / Е.П. Гук, С.А. Полиевский, Ю.В. Суслов / Оpubл. 07.09.83, Бюлл. №33.
72. Андреева Е.А., Кандель Э.И., Иванова-Смоленская И.А. // Журн. невропат. и псих. им. С.С. Корсакова, 1986, №7. – С. 966-969.

73. Альперович П.М. Избранные труды. Кишинев., 1989.- С. 91-95.
74. Агарков В.И. Гигиена и санитария – 1981. - №9. – С. 50 – 51.
75. А.С. 1465024 СССР. МКИ А 61 В 5/16. Модульный тремомер / Ю.Н. Верхало / Оpubл. 1989, Бюлл. №4
76. А.С. 130153 СССР. МКИ А 61 В 5/10, 5/16 Фонотремомер / Ю.Н. Верхало / Оpubл. 12.01.80, Бюлл. №3.
77. Карпенко Г.Н., Берлин Г.С., Барсуков И.И. Применение механотронной техники в медико-биологических исследованиях. Саратов. Изд. Саратов. ун-та., 1991. – 240 с.
78. Еренков В.А. Объективная методика исследований координации // Журн. невропат. и псих. им. С.С. Корсакова. – 1966. т 66., - вып. 1.- С. 51 – 54.
79. Сон А.С. Механизмы треморогенеза и пространственной ориентации с позиций нейровегетологии / А.С.Сон, А.Н.Стойнов // Актуальные проблемы транспортной медицины. - 2008. - № 2 (12). - С. 135-141.
80. Пивоваров М.А. Динамика сенсомоторной реакции и тремора в процессе повторных измерений. // Военно-мед. журн., 1972. - №10. – С. 63 - 67.
81. А.С. 1111733 СССР МКИ А 61 В 5/10. Устройство для исследования тремора / И.А. Баркан / Оpubл. 1984, Бюлл. №3
82. Нахаева В.Д., Елисеева А.П., Хлебугина Т.А. Тремор рук у людей физического и умственного труда / Здоровоохран. Казахстана, 1986. №6 - С. 22 – 24.
83. Кравец В.Г., Нетудыхатка Г.В., Дугинов В.Л. // Военно-мед. журн., 1989. №6. – с. 49 – 51
84. Лебедева Н.Н., Авокян Г.Н., Сидорова О.П. //Журн. невропат. и псих. им. С.С. Корсакова, 1988, т.88, - вып. 3. – с.19 – 22.
85. А.С. СССР 921517. МКИ А 61 В 5/10 Тремометр /А.Ю. Чижов, Н.И. Кудряшова / Оpubл. 23.04.82, Бюлл. №15
86. А.С.СССР 1407482 Тремометр Э.М.Фромберг, В.С.Ямпольский, В.Я.Кривчик и К.А.Сабитов 1988 Бюлл. №25. А 61 В 5/16.

87. Patent US 5265619, Process and device for measuring vibrations, in particular nervous trembling in living organism/ Comby B., Burger G.C. A 61B 5/103;30.11.1993/
88. Patent US 5772611 System and method for detection and quantification of Parkinson's disease Hocherman S. // 30.06.1998.
89. Patent GR WO 99/44502 Method and device for evaluating and kinetic pattern  
Метод и устройство для оценки паттернов движения. А 61 В 5/11, 10.09.1999.
90. Патент РФ № 2076632. Устройство для оценки функционального состояния центральной нервной системы Романов С.П. Бюл. 10;10.04.97.
91. Лихачев С.А. Клиническая диагностика болезни Паркинсона: современное состояние проблемы / С.А.Лихачев, В.В.Ващилин // Клиническая неврология. - № 3, 2010. - С. 37-42.
92. Патент РФ на полезную модель № 24920. Дифференциальный датчик для регистрации высокоамплитудного тремора. Брагинский М.Я. Майстренко Е.В. Еськов В.М.: 7 А61В5/00 15.03.2003.
93. Ефимова А.П. Метод треморогониографии и его клиническая информативность / А.П.Ефимова // Журнал ортопедии, травматологии и протезирования. - № 8., 1986. - С. 60-62.
94. Патент РФ № 2414853 Устройство для измерения суставного тремора. Биленко А.Г., Бирюкова Е.В., Иванова Г.П. Оpubл.: 27.03.2011 А61В5/11 А61В5/103.
95. Фролов С.В. Регистрация и анализ тремора с помощью детектора движения на основе веб-камеры /С.В. Фролов, А.В. Горбунов, А.Ю. Потлов // Биомедицина № 2, 2012, С. 80–83.

## Reference

1. Kurako YU.L., Stoyanov A.N. Tremor v klinicheskoj nevrologii. - Odessa.: izd. OGMU. - 2000. - 128 s.
2. Deuschl G, Bain P, Brin M. Consensus statement of the society of traffic disturbances with tremor. Special Scientific Committee. *Mov Disord.* 1998; 13 (Suppl 3): 2-23.
3. Bain PG. Parkinsonism and related disorders. *Tremor.Parkinsonism Relat Disord.* 2007; 13 (Suppl 3): S369-74.
4. Ivanova E.O. Kliniko-nejrofiziologicheskij analiz drozhatel'nogo giperkineza pri ehssencial'nom tremore i bolezni Parkinso: avtoref. dis. ... kand. med. nauk: 14.00.11 / FGBU NCN RAMN. – M., 2014. – 29 s.
5. Lanska D.J. 19th-century American contributions to the recording of tremors. *Mov. Disord.* 2000; 15: 720–9.
6. San Luciano M, Saunders-Pullman R. Substance abuse and movement disorders. *Curr Drug Abuse Rev.* 2009 Sep;2(3):273-8.
7. Lihachev S.A. Tremor: fenomenologiya i sposoby registracii / S.A.Lihachev, V.V.Vashchilin, S.K.Dik // *Medicinskij zhurnal.* - 2010. - №2. - S. 133-137.
8. Karaban' I.N. EHlektromiograficheskoe issledovanie myshechnoj aktivnosti u pacientov s boleznyu parkinso i ih rodstvennikov / Luhanina E.P., Berezeckaya N.M., CHivliklij M.A.// *MNZH* 5 (43) 2011
9. Andreeva, E. A. Metod spektral'nogo analiza ogibayushchej EHMG i ego rol' v izuchenii fiziologicheskogo tremora / E. A. Andreeva [i dr.] // *ZHurn. Nevropat. i psihiatr. im. S. S. Korsakova.* 1986. № 7. S. 966–969.
10. Megajya A.YU. Nelinejnye parametry nakozhnoj EHMG - Ul'yanovskij med.-biol. zhurn., 2016.
11. Lanska D.J. The history of movement disorders. In, Boller F, Finger S, Tyler KL, eds . *History of Neurology. (Handbook of Clinical Neurology. Third series).* Amsterdam: Elsevier Science Publishing Co.; 2010; 95: 501–46.
12. Ivanova-Smolenskaya I.A., Rahmonov R.A., Illarioshkin S.N EHssencial'nyj tremor. Dushanbe; 2007.

13. Jancovic, J. Quantitative assessment of parkinsonian and essential tremor: clinical application of triaxial accelerometry / J. Jancovic, J. D. Frost // Neurology. 1981. № 31. P. 1235–40.
14. Machowska-Majchzak, A. Analysis of selected parameters of tremor recorded by a biaxial accelerometer in patients with parkinsonian tremor, essential tremor and cerebellar tremor / A. Machowska-Majchzak, K. Pierzchala, S. N. Pietraszek // Neurol. Neurochir. Pol. 2007. № 41(3). P. 241–50
15. Rozmar, J. A new method for selective measurement of joint movement in hand tremor in Parkinson's disease patients / J. Rozmar, A. Bartolic, S. Ribazic // J Med. Eng. Technol. 2007. № 31(4). P. 305–11.
16. A.s. 471888 SSSR, MKI A 61 V 5/10 Ustrojstvo dlya opredeleniya peremeshcheniya tochek tela cheloveka /I.P. Palkanov, V.K. Kolodkin / Opubl. 30.05.75, Byull. №20.
17. A.s. 584846 SSSR, MKI A 61 V 5/10 Ustrojstvo dlya registracii polozhenij otdel'nyh segmentov tela cheloveka v prostranstve / YU.B. Nevskij, EH.A. Kurinnyj, EH.P. Alekseev / Opubl. 25.12.77, Byull. 47
18. A.s. 1367940 SSSR, MKI A61 V 5/10 Sposob izmereniya uprugih inercionnyh parametrov dvigatel'nogo apparata cheloveka / V.V. Kuznecov / Opubl. 23.01.88, Byull. №3.
19. A.s. 955904 SSSR, MKI A 61 V 5/10 Stend dlya issledovaniya dinamicheskikh harakteristik tela cheloveka / S.A. Koksharov, A.B. Novikov, B.A.Potemkin / Opubl. 07.09.82, Byull. №33.
20. Method and device for evaluating and kinetic pattern // Патент GR WO 99/44502, A 61 B 5/11, 10.09.1999; System and method for detecting tremors such as those which result from parkinson's disease // Патент US 5293879, A 61 B 5/00, 15.03.1994.
21. A.s. 1695885 SSSR. MKI A 61 V 5/16, 5/11 Datchik tremora /YU.L.Kurako, A.N.Stoyanov, V.E.Volyanskij / Opubl. 7.12.91, Byull. №45
22. Pat. 9047. Ukraina. MKI A 61 V 5/11. Pristrij dlya doslidzhennya dinamichnogo tremoru /YU.L.Kurako, O.M. Stoyanov (Ukraina) Opubl. 30.09.96, Byull. №3.
23. Pat. 20160. Ukraina. MKI A 61 V 5/10, 5/16. Datchik tremometra /YU.L. Kurako, O.M. Stoyanov (Ukraina) Opubl. 25.12.97, Byull. №6.

24. Pat. 22207 Ukraina. MKI A 61 V 5/11. Datchik tremometra /YU.L. Kurako, O.M. Stoyanov (Ukraina) Opubl. 30.06.98, Byull. №3.
25. Patent Ukraïni №29650 MPK A61V 5/16. Sposib ekspertno-dagnostichnoi identifikacii latentnogo tremoru pri alkohol'nij i narkotichnij zalezhnostyah / I.K.Sosin, O.V.Druz', V.O.YAcenko Byul. № 2 2008.
26. Pat. 10336 Ukraina. MKI A 61 V 5/10 Sposib ocinki ataksii /YU.L. Kurako, V.YU. Volyans'kij, O.M. Stoyanov (Ukraina) Opubl. 25.12.96, Byull. №4.
27. A.s. 1159554 SSSR, MKI A 61 V 5/16. Ustrojstvo dlya ocenki sensomotornoj koordinacii /YU.V.Gorskij, V.I. Polyanskij / Opubl. 07.06.85, Byull. №21.
28. Ivanova-Smolenskaya I.A. Sovremennye instrumental'nye metody registracii tremora / I.A. Ivanova-Smolenskaya, A.V. Karabanov, A.V. CHervyakov, S.N. Illarioshkin // Byulleten' Nacional'nogo obshchestva po izucheniyu bolezni Parkinsona i rasstrojstv dvizhenij. - № 2 • 2011. - 17-23.
29. Patent RF 78655. Izmeritel' tremora Meshcheryakov A.V. MPK A 61V 5/11.; 10.12.2008
30. Patent RF №2102922. Tremometr. Vlasov YU.V., Dergachev P.B., Popova M.V., Lobunec V.S. i dr. A 61 V 5/11 1998.01.27.
31. A.S. SSSR №279883, 1970, Byull. 27 Sposob issledovaniya tremora. Val'teris S.EH., Kuchingis SH.P., Neshukajtis V.V., Rauba I.P.
32. Patent Belarus' (BY) № 15085 Sposob vyyavleniya tremora konechnosti u pacienta Ponomarev V.V., Bojko A.V., Vasilenok G.D., Kaplevskij K.N. A 61V 5/11; 2011.12.30.
33. Patent RF № 2483676. Ustrojstvo dlya kompleksnogo issledovaniya razlichnyh vidov tremora cheloveka / Gustov A.V., Timanin E.M., Eremin E.V. / Byull. №16. 10.06.2013
34. Patent RF Poleznaya model' № 79239 Sistema registracii pal'cevogo tremora. SHanin E.V., SHanina E.G., Prokopenko S.V. A 61 V 5/11; 27.12.2008
35. Timanin E.M., Eremin E.V., Gustov A.V., Ustimkina M.A. Ob informativnosti metodov komp'yuternoj mekhanonejromiografii // Tekhnologii zhivyh sistem. 2008. T.5, № 5-6. - S. 82-86.
36. Aleksandrova E.A., Ustimkina M.A., Gustov A.V., Timanin E.M., Eremin E.V., Makushina S.V., Parshina E.V. Akselerometriceskaya diagnostika

moshchnosti tremora pri bolezni Parkinsona v processe terapii // Medicinskij al'manah. 2011. № 1. - S.191-193.

37. System and method for detection and quantification of Parkinson's disease // Патент US 5772611, 30.06.1998

38. Patent US 5293879. System and method for detecting tremors such as those which result from parkinson's disease/ Vonk B.F.M., Johannes E.W. Van Someren //, A 61 B 5/00, 15.03.1994.

39. Patent Ukrainy na poleznuyu model' № 29277 "Sposib viznachennya tremoru" Mironenko T.V. Byul. №5 28.07.17; A 61V 5/11.

40. Patent Ukrainy na poleznuyu model' № 54212 "Pristrij dlya reestracii pletizmogrami, tremoru ta dihannya" Lobasyuk B.O., Bitens'kij V.S., Bodelan M.I. Byul. №20 25.10.10; A 61V 5/0205; 5/11.

41. Grimaldi G., Manto M. Neurological Tremor: Sensors, Signal Processing and Emerging Applications Sensors (Basel). 2010; 10(2): 1399–1422. Published online 2010 Feb 24. doi:10.3390/s100201399

42. Illarioshkin S.N., Ivanova-Smolenskaya I.A. Drozhatel'nye giperkinezy, - M.: Atmosfera, 2011. - 360 s.

43. Luinge HJ, Veltink PH. Measuring orientation of human body segments using miniature gyroscopes and accelerometers - Med Biol Eng Comput. 2005 Mar; 43(2): 273-82.

44. A.S. SSSR № 1391622 Trekhkoordinatnyj datchik tremometra. S.V.Taranov i S.P.Moskovko, kl. A 61 V 5/10, 30.04.88. Byul. № 16

45. Patent RF № 2195869. Sposob ocenki funkcional'nogo sostoyaniya central'noj nervnoj sistemy cheloveka i ustrojstvo dlya ego realizacii Manojlov V.V.; Romanov S.P. A61B5/16, A61B5/11 10.01.2003

46. Patent RF №: 2260374. Sposob vyavleniya lokalizacii patologicheskogo processa u cheloveka i zhivotnogo i ustrojstvo dlya ego realizacii. Fedorov V.A. 20.07. 2005 A61B 5/11.

47. Timoshenko D.A., Morozova E.V. Beskontaktnyj koordiograf //Fiziol. cheloveka. –1988. – t.14.- №6. – S.1035 – 1037.

48. Lisejchikov YU.I., Zaharevskij A.S. EHlektronnyj pribor dlya opredeleniya dvigatel'noj aktivnosti //Byull. ehksper. biolog. i med., 1978. - №5. – S. 633 – 634. stroboskopicheskij + prorezi
49. A.S. SSSR № 1215664. Datchik dlya registracii tremora, Manyshin G.G., Martynyuk V.I., Savchenko V.V., Radyuk G.N. Byull. №9 07.03.86.
50. Patent Respublika Belarus' (BY) № 11990, MPK A 61V 5/11; G 01N 9/00 2009.06.30. Ustrojstvo dlya opredeleniya parametrov tremora Lihachev S.A., Dik S.K., Vashchilin V.V., Terekh A.S.
51. Gazzani F. Comparative assessment of two algorithms for calibrating stereophotogrammetric systems - J Biomech. - 1993 Dec; 26 (12):1449-54.
52. Patent RF № 2613446. Sposob ocenki funkcional'nogo sostoyaniya central'noj nervnoj sistemy cheloveka i ustrojstvo dlya ego realizacii Saf'yannikov N.M., Kostrova O.B., Burenev P.N., Razin N.N., Aleksyan Z.A.
53. A.S. SSSR 1248093 MKI A 61 V 5/10 Lazernoe ustrojstvo dlya registracii parametrov dvizheniya cheloveka / L.V. Malikov, V.M.Grimblatov, YU.P. Rozenfel'd / Opubl. 22.07.83, Byull. №15.
54. Frolov S.V., Gorbunov A.V., Potlov A.YU. Registraciya i analiz tremora s pomoshch'yu detektora dvizheniya na osnove veb-kamery Biomedicina № 2, 2012, C. 80–83.
55. Method and device for evaluating and kinetic pattern // Патент GR WO 99/44502, A 61 B 5/11, 10.09.1999.
56. Dik S.K., Terekh A.S., Smirnov A.V., Konopel'ko V.K. Razrabotka sistemy videoregistracii tremora konechnostej cheloveka // Problemy fiziki, matematiki i tekhniki. - № 3 (16), 2003.
57. Lihachev S.A.Podhody k hirurgicheskomu lecheniyu dvigatel'nyh rasstrojstv pri bolezni parkinsona / S.A.Lihachev, R.R.Sidorovich, V.V.Alekseevic // Novosti hirurgii - № 4, 2010., t. 18. - S. 72-81.
58. Aly, N. M. A novel computer-based technique for the assessment of tremor in Parkinson's disease / N. M. Aly [et al.] // Age Ageing. 2007. Jul. № 36(4). P. 395–9.
59. Agostino R, Berardelli A, Formica A, Accornero N, Manfredi M. Sequential arm movements in patients with Parkinson's disease, Huntington's disease and dystonia. Brain 1992; 115: 1481–95.

60. Halliday DM, Rosenberg JR, Amjad AM, Breeze P, Conway BA, Farmer SF. A framework for the analysis of mixed time series/point process data—theory and application to the study of physiological tremor, single motor unit discharges and electromyograms. *Prog Biophys Mol Biol* 1995; 64: 237–78.
61. A.S. SSSR 1052218. MKI A 61 V 5/10. Datchik tremometra / O.YU. Netudyhatka, A.M. Vojtenko, L.M. SHafran, V.G. Kravec / Opubl. 07.11.83, Byull. №41.
62. A.S. SSSR 1181631. MKI A 61 V 5/16. Datchik tremometra / O.YU. Netudyhatka, A.P. Stoyanov, V.G. Kravec / Opubl. 30.09.85, Byull. №36.
63. SHterengerc A.E., Galina I.V. Lechenie i reabilitaciya detej s cerebral'nym paralichem na bal'neogryazevom kurorte. K.: Zdorov`ya., 1977. – 156.
64. A.S. SSSR 1017292. MKI A 61 V 5/16. Tremograf-trenazher / V.L. Najdin, YU.P. Portnov-Sokolov, V.I. Torin. / Opubl. 15.05.83, Byull. №18.
65. Efimov A.P. Metod tremorogoniografii i ego klinicheskaya informativnost' // *Ortoped., travmat i protezir.*, 1986. - №8. – S. 60 – 62.
66. A.S. SSSR 1171008. MKI A 61 V 5/10. Sposob ocenki funkcional'nogo sostoyaniya sustavov / A.P. Efimov / Opubl. 07.08.85, Byull. №29.
67. Artaryan A.A., Gurfinkel' V.S. Tremografiya v diagnostike opuholej mozzhechka // *Vopr. nejro-hirurgii*, 1971, -№4.- S.50-53.
68. A.S. SSSR 1223886 MKI A 61 V 5/10. Tremometr / V.P. Bebyh / Opubl. 15.04.86, Byull. №14.
69. Pivovarov M.A. Dinamika sensomotornoj reakcii i tremora v processe povtornyh izmerenij. // *Voenno-med. zhurn.*, 1972. - №10. – S. 63 - 67.
70. Lebedeva N.N., Avokyan G.N., Sidorova O.P. // *ZHurn. nevropat. i psih. im. S.S. Korsakova*, 1988, t.88, - vyp. 3. – s.19 – 22.
71. A.S. SSSR 1039480, MKI A 61 V 5/10. Ustrojstvo dlya issledovaniya tochnosti dvizheniya / E.P. Guk, S.A. Polievskij, YU.V. Suslov / Opubl. 07.09.83, Byull. №33.
72. Andreeva E.A., Kandel' E.H.I., Ivanova-Smolenskaya I.A. // *ZHurn. nevropat. i psih. im. S.S. Korsakova*, 1986, №7. – S. 966-969.

73. Al'perovich P.M. Izbrannye trudy. Kishinev., 1989.- S. 91-95.
74. Agarkov V.I. Gigiena i sanitariya – 1981. - №9. – S. 50 – 51.
75. A.S. 1465024 SSSR. MKI A 61 V 5/16. Modul'nyj tremometr / YU.N. Verhalo / Opubl. 1989, Byull. №4
76. A.S. 130153 SSSR. MKI A 61 V 5/10, 5/16 Fonotremometr / YU.N. Verhalo / Opubl. 12.01.80, Byull. №3.
77. Karpenko G.N., Berlin G.S., Barsukov I.I. Primenenie mekhanotronnoj tekhniki v mediko-biologicheskix issledovaniyah. Saratov. Izd. Sarat. un-ta., 1991. – 240 s.
78. Erenkov V.A. Ob"ektivnaya metodika issledovaniy koordinacii // ZHurn. nevropat. i psih. im. S.S. Korsakova. – 1966. t 66., - vyp. 1.- S. 51 – 54.
79. Son A.S. Mekhanizmy tremorogeneza i prostranstvennoj orientacii s pozicij nejrovegetologii / A.S.Son, A.N.Stoyanov // Aktual'nye problemy transportnoj mediciny. - 2008. - № 2 (12). - S. 135-141.
80. Pivovarov M.A. Dinamika sensomotornoj reakcii i tremora v processe povtornyh izmerenij. //Voenno-med. zhurn., 1972. - №10. – S. 63 - 67.
81. A.S. 1111733 SSSR MKI A 61 V 5/10. Ustrojstvo dlya issledovaniya tremora / I.A. Barkan / Opubl. 1984, Byull. №3
82. Nahaeva V.D., Eliseeva A.P., Hlebutina T.A. Tremor ruk u lyudej fizicheskogo i umstvennogo truda / Zdravoohran. Kazahstana, 1986. №6 - S. 22 – 24.
83. Kravec V.G., Netudyhatka G.V., Duginov V.L. // Voenno-med. zhurn., 1989. №6. – s. 49 – 51
84. Lebedeva N.N., Avokyan G.N., Sidorova O.P. //ZHurn. nevropat. i psih. im. S.S. Korsakova, 1988, t.88, - vyp. 3. – s.19 – 22.
85. A.S. SSSR 921517. MKI A 61 V 5/10 Tremometr /A.YU. CHizhov, N.I. Kudryashova / Opubl. 23.04.82, Byull. №15
86. A.S.SSSR 1407482 Tremometr EH.M.Fromberg, V.S.YAmpol'skij, V.YA.Krivchik i K.A.Sabitov 1988 Byull. №25. A 61 V 5/16.

87. Patent US 5265619, Process and device for measuring vibrations, in particular nervous trembling in living organism/ Comby B., Burger G.C. A 61B 5/103;30.11.1993/

88. Patent US 5772611 System and method for detection and quantification of Parkinson's disease Hocherman S. // 30.06.1998.

89. Patent GR WO 99/44502 Method and device for evaluating and kinetic pattern Метод и устройство для оценки паттернов движения. А 61 В 5/11, 10.09.1999.

90. Patent RF № 2076632. Ustrojstvo dlya ocenki funkcional'nogo sostoyaniya central'noj nervnoj sistemy Romanov S.P. Byul. 10;10.04.97.

91. Lihachev S.A. Kliniches4kaya diagnostika bolezni Parkinsona: sovremennoe sostoyanie problemy / S.A.Lihachev, V.V.Vashchilin // Klinicheskaya nevrologiya. - № 3, 2010. - S. 37-42.

92. Patent RF na poleznuyu model' № 24920. Differencial'nyj datchik dlya registracii vysokoamplitudnogo tremora. Braginskij M.YA. Majstrenko E.V. Es'kov V.M.: 7 A61B5/00 15.03.2003.

93. Efimova A.P. Metod tremorogoniografii i ego klinicheskaya informativnost' / A.P.Efimova // ZHurnal ortopedii, travmatologii i protezirovaniya. - № 8., 1986. - S. 60-62.

94. Patent RF № 2414853 Ustrojstvo dlya izmereniya sustavnogo tremora. Bilenko A.G., Biryukova E.V., Ivanova G.P. Opubl.: 27.03.2011 A61B5/11 A61B5/103.

95. Frolov S.V. Registraciya i analiz tremora s pomoshch'yu detektora dvizheniya na osnove veb-kamery /S.V. Frolov, A.V. Gorbunov, A.YU. Potlov // Biomedicina № 2, 2012, С. 80–83.

## СОДЕРЖАНИЕ

Регистрация тремора. исторические аспекты.....	
Объективные тесты клинической оценки тремора.....	
Современная регистрация дрожательных гиперкинезов. Физические принципы лежащие в ее основе. Классификация датчиков.....	
Устройства, способы и методики регистрации гиперкинезов.....	
Список литературы.....	
Reference.....	
Список сокращений.....	

## СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

БП	- болезнь Паркинсона
ПТ	- постуральный тремор
Т	- тремор
ТП	- тремор покоя
ТР	- треморограф
ЭМГ	- электромиография
ЭНМГ	- электроннойромиография
ЭЭГ	- электроэнцефалография
МРТ	- магнитно-резонансная томография
LVDT	- дифференциальный трансформатор измерения линейных перемещений

Для заметок \_\_\_\_\_

Для заметок \_\_\_\_\_



Олександр Миколайович Стоянов  
професор, доктор медичних наук



Скоробреха Вячеслав Захарович  
доцент, кандидат медичних наук

**КЛІНІКО-ІНСТРУМЕНТАЛЬНА ДІАГНОСТИКА  
ДРИЖАЛЬНИХ ГІПЕРКІНЕЗІВ**

**Монографія**