



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

## (12) ОПИСАНИЕ ПОЛЕЗНОЙ МОДЕЛИ К ПАТЕНТУ

(52) СПК  
*A61F 2/72 (2019.08); A61B 5/0488 (2019.08)*

(21)(22) Заявка: 2019133306, 21.10.2019

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
21.10.2019

Дата регистрации:  
23.03.2020

Приоритет(ы):  
(22) Дата подачи заявки: 21.10.2019

(45) Опубликовано: 23.03.2020 Бюл. № 9

Адрес для переписки:  
308015, Белгородская обл., г. Белгород, ул.  
Победы, 85, НИУ "БелГУ", ОИС, Токтаревой  
Т.М.

(72) Автор(ы):  
Гладышева Анастасия Владимировна (RU),  
Гладышев Андрей Романович (RU)

(73) Патентообладатель(и):  
федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение высшего  
образования "Белгородский государственный  
национальный исследовательский  
университет" (НИУ "БелГУ") (RU)

(56) Список документов, цитированных в отчете  
о поиске: RU 2646747 С2, 06.03.2018. CN  
108814778 А, 16.11.2018. RU 147759 U1,  
20.11.2014. WO 2016053731 А1, 07.04.2016. RU  
2683859 С1, 02.04.2019. CN 100594858 С,  
24.03.2010.

(54) Анализатор мышечной активности

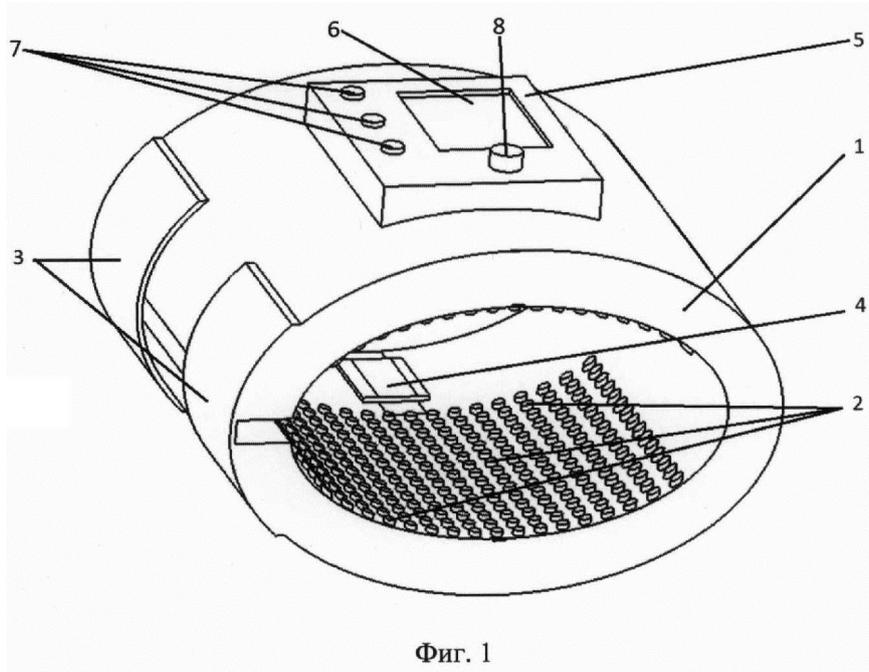
(57) Реферат:

Полезная модель относится к медицинской технике, а именно к анализаторам мышечной активности. Анализатор содержит гибкую манжету с застежкой, пьезокерамические пластины, электромиографические датчики, микроконтроллерный блок управления. Пластины образуют матрицу пьезодатчиков. Пластины и электромиографический датчик встроены с внутренней стороны манжеты. Блок управления закреплен на внешней стороне гибкой манжеты, выполнен с возможностью обработки и сохранения сигналов, полученных с указанных

датчиков, снабжен устройством приема-передачи информации полученной с матрицы пьезодатчиков и ЭМГ датчиков на микроконтроллер исполнительного механизма для формирования управляющих команд, источником питания, дисплеем. Обеспечивается расширение функциональных возможностей бионических протезов и экзоскелетов для людей с ограниченными возможностями, а также для управления различного рода манипуляторами. 2 з.п. ф-лы, 9 ил.

RU 196931 U1

RU 196931 U1



Фиг. 1

Полезная модель относится к медицинской технике в частности к устройствам для управления бионическими протезами или экзоскелетами.

Известны два неинвазивных и наиболее существенных видов сигналов пригодных для формирования управляющих команд для бионического протеза кисти руки:

5 - механическое воздействие, возникающее в результате сокращения мышечных волокон в зонах характерной мышечной активности. Существует два режима сокращения мышцы: изотоническое, когда изменяется длина волокна, а напряжение остается неизменным, и изометрическое, когда концы мышцы неподвижно закреплены, вследствие чего изменяется не длина, а напряжение.

10 - электромиография (далее ЭМГ) - регистрация биоэлектрического потенциала, которое передается от нервной системы к мышцам, отражаясь повышением амплитуды в так называемых двигательных точках – местах наибольшего скопления двигательных единиц. Если снимать биопотенциал в местах расположения двигательных точек, то мы можем получить исходные сигналы для управления протезом. Полоса частот  
15 полезного ЭМГ сигнала составляет от 20 Гц до 500 Гц при амплитуде от 20 мкВ до 2 мВ, при этом у мышц в состоянии покоя амплитуда составляет от 5 до 10 мкВ, у мышц в возбужденном состоянии от 10 до 1000 мкВ.

Известно устройство для измерения магнитного поля скелетных мышц при определении мышечной активности (патент РФ № 2646747 опубликован 24.01.2018).  
20 Изобретение относится к медицинской технике, а именно к магнитомиографической регистрации сигналов биоэлектрической активности человека. Устройство для измерения магнитного поля скелетных мышц при определении мышечной активности содержит два измерительных канала, каждый из которых включает высокочувствительный магниторезистивный датчик, при этом в каждом из измерительных каналов к  
25 высокочувствительному магниторезистивному датчику последовательно подключены фильтр верхних частот с частотой среза 10 Гц, малошумящий прецизионный усилитель и фильтр нижних частот с частотой среза 500 Гц, при этом фильтр нижних частот одного канала подключен к неинвертирующему входу дифференциального операционного усилителя, а фильтр нижних частот другого канала - к инвертирующему входу  
30 дифференциального операционного усилителя. Использование изобретения позволяет расширить арсенал средств для регистрации мышечной активности.

Недостатком устройства является недостаточная информативность сигнала о намерении пользователя осуществить желаемую двигательную функцию, вследствие использования физиологических сигналов только одной природы, пригодных для  
35 формирования управляющих команд исполнительными узлами искусственной конечности.

Известны способ и система управления интеллектуальной бионической конечностью (патент РФ № 2635632 опубликован 14.11.2017) Изобретение относится к области медицинской техники, а именно к протезированию, в частности к способам и системам  
40 для управления интеллектуальной бионической конечности. Способ управления интеллектуальной бионической конечностью содержит этапы, на которых: получают по меньшей мере один ЭМГ-сигнал пациента посредством миоэлектрического устройства считывания; осуществляют обработку по меньшей мере одного ЭМГ-сигнала пациента посредством неперекрывающейся сегментации ЭМГ-сигнала; для каждого сегмента,  
45 полученного на предыдущем шаге, формируют набор признаков ЭМГ-сигнала на основе амплитуды ЭМГ- сигнала для классификации жестов; передают набор признаков ЭМГ-сигнала каждого сегмента по каналу передачи данных в систему управления интеллектуальной бионической конечностью; определяют тип жеста на основании

набора признаков ЭМГ сигнала посредством использования искусственной нейронной сети; формируют управляющий сигнал на основании определенного типа жеста; передают сформированный управляющий сигнал на двигатели, приводящие в движение пальцы бионической конечности; получают обратную связь от системы управления интеллектуальной бионической конечностью посредством получения информации от внешних датчиков. Изобретение позволяет повысить точность позиционирования и принятия решения о захвате предмета.

Недостатком устройства является недостаточная информативность сигнала о намерении пользователя осуществить желаемую двигательную функцию, вследствие использования физиологических сигналов только одной природы, пригодных для формирования управляющих команд исполнительными узлами искусственной конечности.

Известен выбранный за прототип анализатор мышечной активности (статья Andrey N. Afonin, Andrey Yu. Aleynikov 1, Marina Yu. Nazarova 1, Andrey R. Gladishev, Anastasiya V. Gladisheva, 2018. Bionic hand prosthesis with an improved muscle activity analyzer. Journal of Biointerface Research in Applied Chemistry 8 (5), с. 3514-3517, опубликован 15.10.2018) Основой устройства является широкий гибкий браслет, с внутренней стороны которого встроены круглые пьезокерамические пластины в зонах характерной механической активности, степень плотного контакта к поверхности руки которых осуществляется посредством двух ремней. Каждый из 4-х пьезоэлементов расположен в зонах характерной механической активности, возникающей в результате сгибания-разгибания соответствующих пальцев кисти руки: указательный палец, средний палец, безымянный и мизинец, большой палец. Браслет устанавливается на поверхность руки или может быть интегрирован в культеприемную гильзу. После закрепления гильзы или браслета на культю пациента, регистрируемый сигнал (напряжение, возникающее после механической деформации пьезопластины) при сокращении соответствующих мышц поступает на АЦП микроконтроллера, обрабатывается и передается на второй микроконтроллер посредством беспроводного передатчика, который приводит в движение соответствующие (каждому отдельному пальцу) исполнительные механизмы искусственной конечности.

Недостатком устройства является недостаточная информативность сигнала о намерении пользователя осуществить желаемую двигательную функцию, вследствие использования физиологических сигналов только одной природы, пригодных для формирования управляющих команд исполнительными узлами искусственной конечности.

Используя механическую и электрическую природу сигналов от мышечных сокращений можно выделить информацию не только о сокращениях крупных мышц, но также выделить отдельные группы, отвечающие за движения, например, пальцев кисти руки, тем самым ближе подойти к решению задачи управления каждым пальцем искусственной конечности в отдельности за счет увеличения информативности сигнала. Использование сигналов различной природы позволит получить более достоверную информацию о намерении субъекта осуществить желаемую двигательную функцию.

Задачей предполагаемого технического решения является расширение функциональных возможностей бионических протезов или экзоскелетов для людей с ограниченными возможностями, а также для управления различного рода манипуляторами.

Технический результат – реализация поставленной задачи за счет использования комбинации датчиков, регистрирующих физиологические сигналы различной природы

с мышц. Используя сигналы разной природы, в данном случае механическую и электрическую активность можно увеличить информативность сигнала, в следствие чего приблизиться к управлению элементами искусственной конечности естественным для человека способом.

5 Для решения поставленной задачи предложен анализатор мышечной активности, содержащий широкую гибкую основу с застежкой, микроконтроллер, выполненный с возможностью обработки и передачи регистрируемых сигналов на устройства активации исполнительных механизмов, пьезокерамические пластины встроенные с внутренней стороны основы, который содержит следующие новые признаки:

10 - основа анализатора мышечной активности выполнена в виде манжеты, форма которой анатомически повторяет часть тела, с которой регистрируется мышечная активность- пьезокерамические пластины, регистрирующие механическую активность мышц, в количестве не менее четырех, распределены по внутренней части гибкой манжеты и образуют матрицу пьезодатчиков, количество пьезокерамических пластин  
15 определяется индивидуально в зависимости от поставленных задач. Чем выше количество пьезокерамических пластин, тем шире спектр задач, для решения которых за счет увеличения каналов информации могут использоваться регистрируемые сигналы;

- не менее одного ЭМГ датчика, регистрирующего электрическую активность мышц, также закрепленного с внутренней стороны гибкой манжеты;

20 - микроконтроллерный блок управления выполненный с возможностью обработки и сохранения сигналов, полученных с указанных датчиков, снабжен устройством приема-передачи информации полученной с матрицы пьезодатчиков и ЭМГ датчиков на микроконтроллер, расположенный на исполнительном механизме, для формирования управляющих команд;

25 - указанный микроконтроллерный блок управления снабжен устройством приема-передачи информации, полученной с матрицы пьезодатчиков и ЭМГ датчиков для формирования управляющих команд на исполнительные механизмы бионических протезов, экзоскелетов, манипуляторов и т.п.

30 Совокупность указанных признаков не известна из уровня техники, следовательно заявленная полезная модель соответствует условию новизны. Соответствие условию промышленной применимости обеспечивает возможность реализации устройства для решения задач управления бионическими протезами или экзоскелетами, учитывая индивидуальные особенности пользователя. Наличие двух видов датчиков, регистрирующих сигналы различной природы, пригодных для формирования  
35 управляющих команд исполнительными узлами бионических протезов, манипуляторов, экзоскелетов, позволят повысить информативность полезных сигналов, пригодных для формирования управляющих команд, что позволит расширить круг использования.

Предлагаемое устройство иллюстрируется чертежами, приведенными на фигурах:

фигура 1 – общий вид;

40 фигура 2 – вид сзади;

фигура 3 – график, на котором отображена двигательная активность мышц, соответствующих сгибанию-разгибанию всех пальцев кисти руки, полученная с помощью матрицы пьезодатчиков;

45 фигура 4 – график, на котором отображена двигательная активность мышц, соответствующих сгибанию-разгибанию указательного пальца, полученная с помощью матрицы пьезодатчиков;

фигура 5 – график, на котором отображена двигательная активность мышц, соответствующих сгибанию-разгибанию среднего пальца, полученная с помощью

матрицы пьезодатчиков;

фигура 6 – график, на котором отображена двигательная активность мышц, соответствующих сгибанию-разгибанию безымянного и мезинца, полученная с помощью матрицы пьезодатчиков;

5 фигура 7 – график, на котором отображена двигательная активность мышц, соответствующих сгибанию-разгибанию большого пальца, полученная с помощью матрицы пьезодатчиков

фигура 8 – график, на котором отображено сгибание-разгибание всех пальцев кисти руки, полученная с помощью ЭМГ датчика, расположенного на внутренней стороне

10 руки  
фигура 9 – график, на котором отображено сгибание-разгибание всех пальцев кисти руки, полученная с помощью ЭМГ датчика, расположенного на внешней стороне руки.

На фигуре 1 представлен анализатор мышечной активности, основой которого является гибкая манжета 1, с внутренней стороны которой встроены пьезокерамические

15 пластины 2, образующие матрицу пьезодатчиков, регистрирующих механическую активность мышц. Степень плотного контакта к поверхности кожи которых осуществляется посредством застёжки 3. Кроме того с внутренней стороны манжеты 1 расположены два ЭМГ датчика 4, регистрирующих электрическую активность мышц. Микроконтроллерный блок управления 5 для сбора, обработки, хранения и передачи

20 информации, полученной с пьезокерамических пластин 2, образующих матрицу пьезодатчиков, и ЭМГ датчиков 4, закреплён на внешней стороне гибкой манжеты 1 и включает дисплей 6 и клавиатуру 7 с энкодером 8 встроены в блок управления 5, который работает от источника питания (на фигуре не показан). Микроконтроллерный блок управления 5 может быть расположен автономно.

25 Описание работы устройства для управления бионическим протезом кисти руки.  
Культи помещают в гибкую манжету 1 и закрепляют при помощи застёжек 3 таким образом, чтобы обеспечить плотный контакт поверхности кожи культи пользователя с поверхностью датчиков 2 и 4. Затем включают питание блока управления 5. При помощи энкодера 8 задают режимы работы устройства: «настройка» или «работа».

30 Вся информация по настройкам и выбору параметров работы отображается на дисплее 6. Кратковременным нажатием энкодера 8 пациент активирует режим «настройка» и начинает выполнять последовательно друг за другом набор однотипных движений (далее паттерны), например, изометрическое сокращение мышц, соответствующих сгибанию-разгибанию каждого пальца и всей кисти руки в течении времени,

35 необходимого для настройки и сохранения в памяти блока управления 5 выполняемого паттерна. При этом время для настройки определяется индивидуально с возможностью изменения длительности выполнения однотипных движений при повторной настройке. При активации режима «настройка» начинается регистрация сигналов со всех датчиков в памяти блока управления 5, а именно, регистрируемые механические сигналы,

40 возникающие в результате сокращения мышц, с пьезокерамических пластин 2, образующих матрицу пьезодатчиков, и электрические сигналы с ЭМГ датчиков 4, которые поступают в блок управления 5, где обрабатываются в режиме реального времени. В результате в памяти блока 5 сохраняется массив данных, содержащий все выполненные паттерны изометрических сокращений мышц, соответствующих сгибанию-

45 разгибанию каждого пальца и всей кисти руки. Выявление всех возможных паттернов движений будет зависеть от степени ампутации, а также от степени атрофии групп мышц культи пользователя. В режиме «работа» блок управления 5 использует обработанный и сохраненный поток зарегистрированных сигналов для формирования управляющих

команд на микроконтроллер исполнительного механизма бионического протеза руки. Управляющие команды на исполнительные механизмы могут быть переданы как посредством беспроводного передатчика, так и по проводам. При этом анализатор мышечной активности в блоке управления 5 производит сравнение сохраненных сигналов для каждого отдельного паттерна с сигналами, формирующимися пользователем в режиме реального времени, и в случае совпадения сигналов анализатор активирует соответствующие исполнительные механизмы бионического протеза руки. Таким образом сохраненную в блоке 5 информацию можно использовать в качестве управляющих команд для управления исполнительными механизмами бионического протеза.

В качестве материала для манжеты анализатора мышечной активности, а также покрытия его датчиков необходимо использовать по возможности инертные нетоксичные достаточно гибкие материалы, например: силикон, синтетические полимеры акрилаты, материалы на основе композита из углерода и карбида кремния, матрицы из целлюлозы и ее производных.

Для создания внутренней формы манжеты под необходимый рельеф поверхности культи могут использоваться два метода:

- 3D сканирование культи;
- выполнение слепка культи из заранее подготовленного материала для изготовления культеприемных гильз.

Предпочтительнее использовать метод 3D сканирования, так как в дальнейшем можно получить готовую 3D модель культи, обработать ее и подготовить к печати на принтере манжету с внутренней поверхностью соответствующей поверхности 3D модели культи. Печать может быть выполнена на 3D принтере, например, из эластичных полимеров.

Гибкую манжету 1 можно как устанавливать в культеприёмную гильзу протеза, так и совмещать с ней.

Пример работы заявленного устройства для управления бионическим протезом руки, содержащим шестнадцать пьезокерамических пластин и два ЭМГ-датчика, микроконтроллер LPC2368FBD с усовершенствованной архитектурой ARM версии S.

Пользователь А помещает культю в манжету 1, плотно фиксируя её при помощи застёжки 3 для обеспечения плотного контакта пьезокерамических пластин 2, образующих матрицу пьезодатчиков, и ЭМГ датчиков 4 с поверхностью кожи культи. Пользователь активирует питание устройства. При помощи энкодера 8 задает режим «настройка». Затем пользователь начинает выполнять однотипное движение - изометрическое сокращение мышц соответствующих сгибанию-разгибанию пальцев по отдельности и кисти руки в целом, в течении 10 секунд для каждого паттерна. Вся информация по настройкам и выбору параметров работы отображается на дисплее 6. Графики сигналов с шестнадцати пьезодатчиков 2, в зависимости от выполняемого паттерна движений представлены на фигурах 3-7. Графики сигналов с ЭМГ датчиков 4, в зависимости от выполнения паттерна, соответствующих изометрическому сокращению мышц при сгибании-разгибании всех пальцев кисти руки, представлены на фигурах 8 и 9.

Как видно на фигурах 3-7, величины регистрируемых сигналов от матрицы пьезодатчиков 2 лежат в интервале от -0.015 вольт до 0.058 вольт. Максимумы наблюдаются в зонах характерной механической активности мышц. Как видно на фигурах 8-9, величины регистрируемых сигналов от ЭМГ датчиков 4 лежат в интервале от 0.7 мкВ до 800 мкВ. В памяти микроконтроллерного блока управления 5 сохраняется

массив данных, содержащий все произведенные паттерны движений. Для управления бионическим протезом кисти руки пользователь при помощи энкодера 8 задает режим «работа», после чего блок управления 5 использует обработанный и сохраненный поток зарегистрированных сигналов для формирования управляющих команд на исполнительные механизмы бионического протеза руки. При этом в блоке управления 5 анализатора мышечной активности происходит сравнение сохраненных сигналов для каждого отдельного паттерна с сигналами, формирующимися в режиме реального времени, и в случае совпадения сигналов анализатор активирует соответствующие исполнительные механизмы бионического протеза руки.

Приведенный пример выполнения устройства для культи руки не ограничивает возможности его использования для других частей тела. Например, для культи ноги, а также в составе экзоскелетов, например, в области шеи, поясницы или грудного отдела. В каждом конкретном случае матрица пьезодатчиков будет содержать количество пьезокерамических пластин, соответствующих поставленной задаче.

Таким образом, поставленная задача решена. За счет использования комбинации датчиков, регистрирующих физиологические сигналы различной природы с мышц, устройство позволит увеличить информативность сигнала, т.е. расширить функциональные возможности бионических протезов или экзоскелетов для людей с ограниченными возможностями. Кроме того, возможно использование заявленного устройства для управления манипуляторами различных видов, в том числе в системах с агрессивной средой.

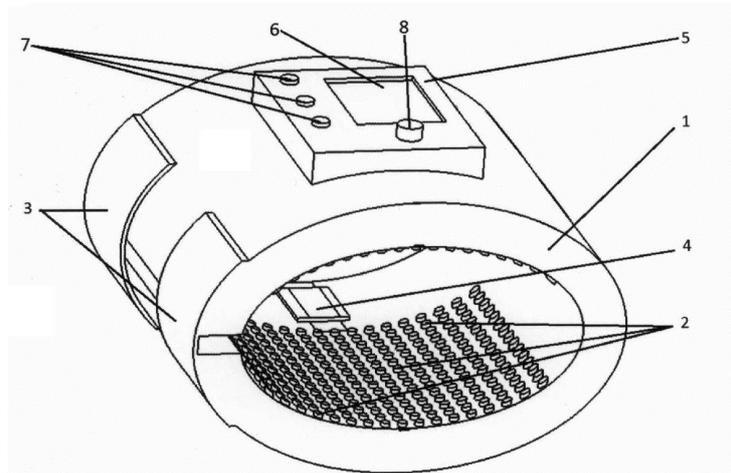
#### (57) Формула полезной модели

1. Анализатор мышечной активности, характеризующийся тем, что содержит гибкую манжету с застежкой, не менее четырех пьезокерамических пластин, образующих матрицу пьезодатчиков, а также не менее одного электромиографического датчика, встроенных с внутренней стороны манжеты, микроконтроллерный блок управления, закрепленный на внешней стороне гибкой манжеты, выполненный с возможностью обработки и сохранения сигналов, полученных с указанных датчиков, снабженный устройством приема-передачи информации, полученной с матрицы пьезодатчиков и ЭМГ датчиков на микроконтроллер исполнительного механизма для формирования управляющих команд, источником питания, дисплеем.

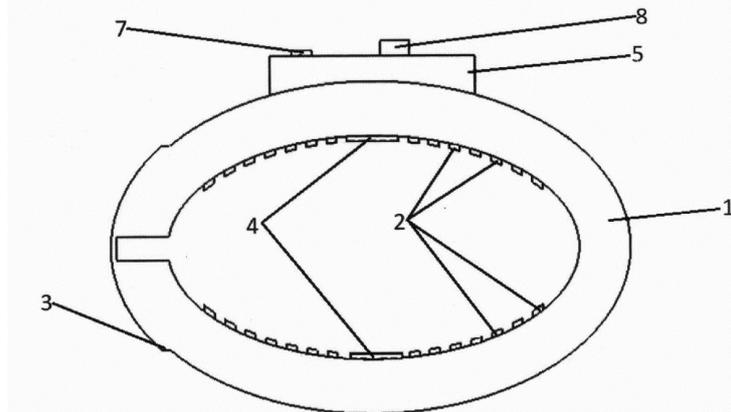
2. Анализатор мышечной активности по п. 1, отличающийся тем, что количество пьезокерамических пластин, регистрирующих механическую активность мышц, и образующих матрицу пьезодатчиков, определяется индивидуально.

3. Анализатор мышечной активности по п. 1, отличающийся тем, что манжета анализатора мышечной активности анатомически повторяет часть тела, с которой регистрируется мышечная активность.

1

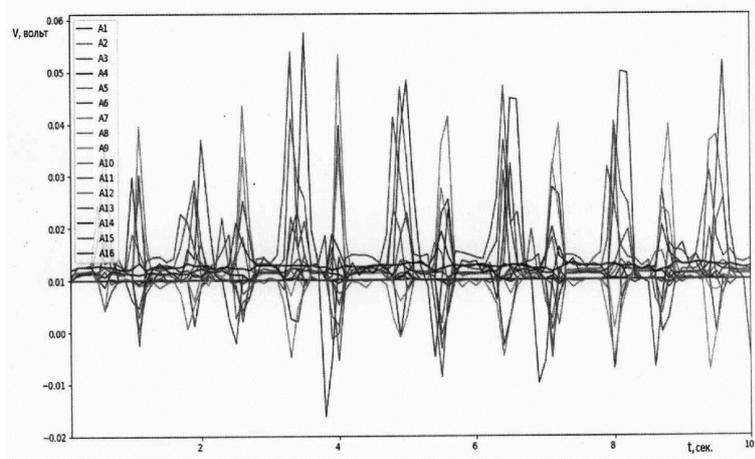


Фиг. 1

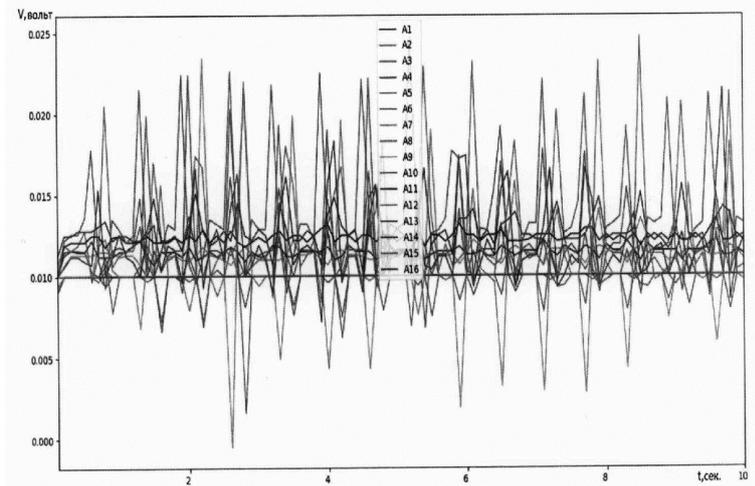


Фиг. 2

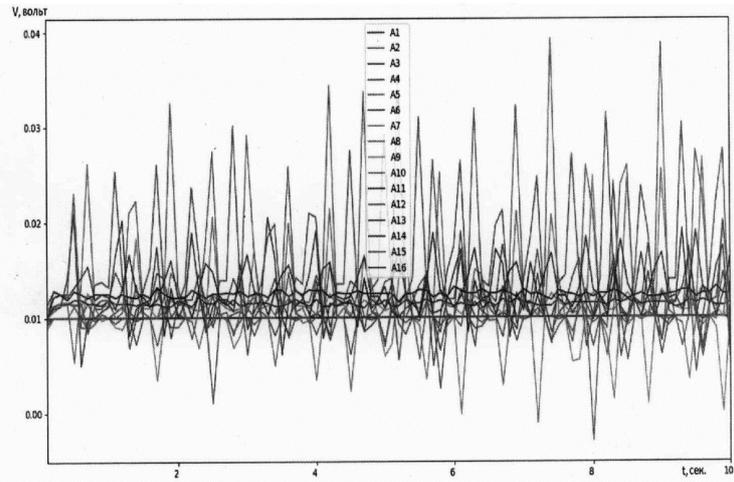
2



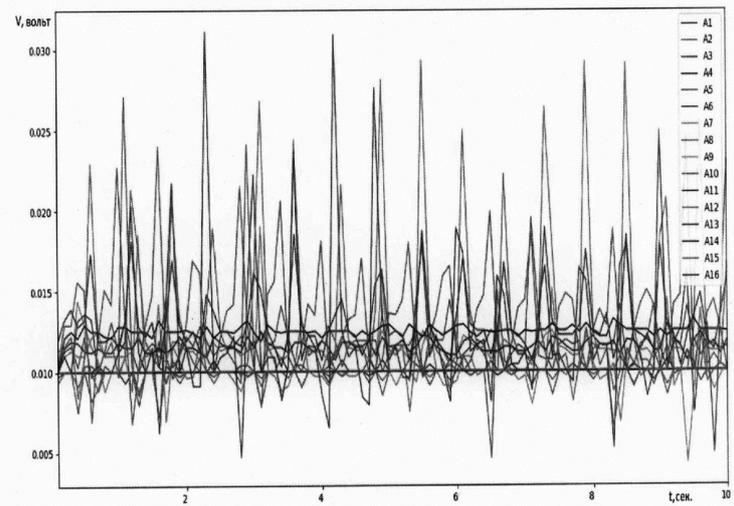
Фиг. 3



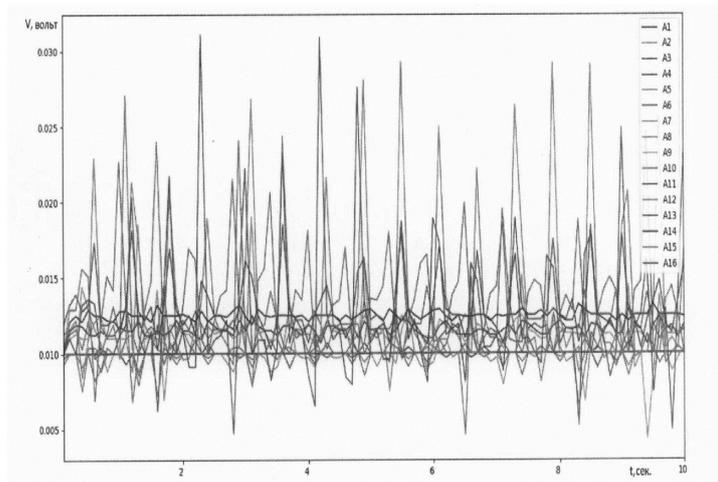
Фиг. 4



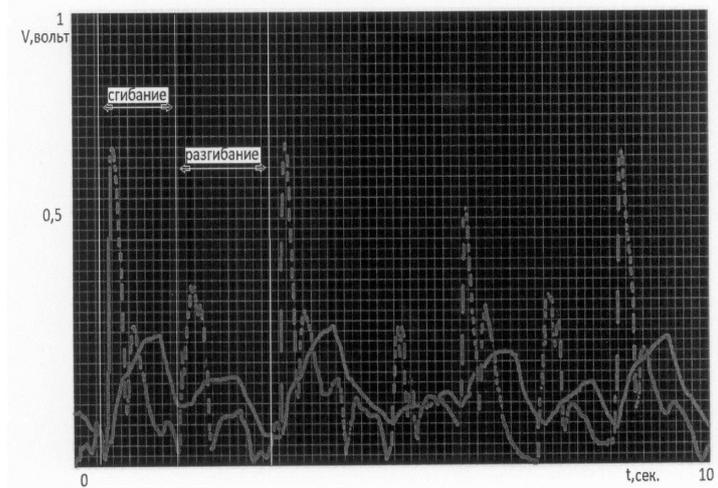
Фиг. 5



Фиг. 6



Фиг. 7



Фиг. 8

