

ОПИСАНИЕ ПОЛЕЗНОЙ МОДЕЛИ К ПАТЕНТУ

(12)

РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ
СОБСТВЕННОСТИ

(19) ВУ (11) 8685

(13) U

(46) 2012.10.30

(51) МПК

A 61N 1/18 (2006.01)

A 61N 1/365 (2006.01)

(54) УСТРОЙСТВО АДАПТИВНОГО ЭЛЕКТРОСТИМУЛЯТОРА

(21) Номер заявки: u 20120190

(22) 2012.02.23

(71) Заявитель: Учреждение образования "Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники" (ВУ)

(72) Авторы: Осипов Анатолий Николаевич; Давыдов Максим Викторович; Давыдова Надежда Сергеевна; Меженная Марина Михайловна (ВУ)

(73) Патентообладатель: Учреждение образования "Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники" (ВУ)

(57)

Устройство адаптивного электростимулятора, содержащее блок управления, первый выход которого соединен со входом блока формирования стимулирующего сигнала, выход которого соединен с первым входом блока стимулирующих электродов, выход которого последовательно соединен с первым входом блока датчиков параметров воздействия, далее с блоком аналоговых усилителей и с блоком сигнала обратной связи, выход которого соединен со входом блока управления, **отличающееся** тем, что дополнительно введена цепь тестового сигнала, включающая генератор тестового сигнала, вход которого соединен со вторым выходом блока управления, а выход - со входами двух преобразователей напряжения в ток, выход первого из которых соединен с блоком стимулирующих электродов, а выход второго - со вторым входом блока датчиков параметров воздействия.

(56)

1. Патент РФ 2211712, МПК А 61N 1/36, 2003.

2. Патент РФ 2289444, МПК А 61N 1/18 А 61N 1/32, G 06Q 50/00, 2006.

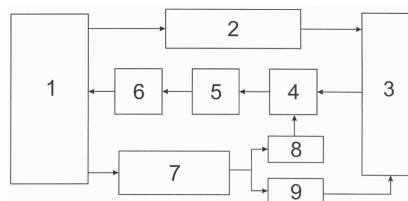
3. Патент РФ 2266762, МПК А 61N 1/36, 2005.

4. Патент РФ 2277428, МПК А 61N 1/36, 2006.

5. Давыдов М.В. Методы и технические средства электромиостимуляции на основе импедансных характеристик биотканей: Автореф. дис. ... канд. техн. наук, БНТУ. - Минск, 2009. - 20 с.

6. Патент РФ 2120179, МПК Н 03В 29/00, G 06F 7/58, 1998.

7. Патент РФ 2287892, МПК Н 03F 3/45, 2006.



Фиг. 1

Полезная модель относится к области медицинской техники, в частности к электронным устройствам электростимуляции организма человека, предназначена для терапевтического неинвазивного воздействия на мышечные ткани человека импульсными токами и может быть использована для программирования различных режимов электростимуляции при восстановлении двигательных функций пациента.

Известен электростимулятор [1], содержащий активный и пассивный электроды, блок анализа сигналов обратной связи, выходной блок, блоки питания и управления, блок контроля питания, блок ключей управления, блоки световой и звуковой индикации, блок индикации выходного сигнала и блок сопряжения с ЭВМ.

Известное устройство имеет ряд недостатков: во-первых, конструктивная сложность реализации устройства, а во-вторых, выбор эффективных параметров стимулирующего сигнала осуществляется с помощью блока имитации кожного импеданса, а не на основе анализа изменения реальных характеристик биоткани в процессе воздействия.

Известно устройство для электротерапии [2], содержащее генератор шумового тока, катетер, последовательно соединенные персональный компьютер, снабженный диалоговым программным обеспечением планирования эксперимента, блок управления и блок фильтров.

Недостаток известного устройства состоит в особенностях структурной реализации прибора, не позволяющих осуществлять терапию с учетом анализа изменяющейся реакции организма на внешнее воздействие непосредственно в цикле физиотерапевтической процедуры, а также регулировать форму стимулирующих импульсов для достижения наилучшего терапевтического эффекта и снижения болевых ощущений.

Известен способ динамической электростимуляции биологического объекта и устройство для его осуществления [3], по которому достаточность воздействия определяют скоростью изменения импеданса и интервалом времени для установления длительности серии стимулирующих импульсов. В способе генерируют импульсы с заданной частотой, модулируют импульсы по длительности, усиливают импульсы и подают через электроды на поверхность кожи биологического объекта. Во время стимуляции определяют скорость изменения емкостной составляющей импеданса подэлектродного участка кожи. При достижении значения скорости изменения импеданса, близкого к нулю, выдерживают временной интервал стимуляции в течение 3-5 минут, после чего стимуляцию прекращают. Устройство, реализующее данный способ, содержит генератор, подключенный к модулятору импульсов по длительности, задатчик энергии стимулов, подключенный ко второму входу модулятора, усилитель мощности импульсов, подключенный к выходу модулятора импульсов по длительности, индикатор, подключенный к первому выходу усилителя мощности, и электроды, соединенные со вторым выходом усилителя мощности импульсов и входом дифференцирующего элемента. Устройство дополнительно в цепи обратной связи содержит формирователь импульсов по длительности, элемент памяти, таймер, сумматор.

Недостатками известного способа и устройства являются: во-первых, использование в связи с конструктивным исполнением только прямоугольных стимулирующих сигналов, что существенно сужает область применения электростимулятора; во-вторых, отсутствие контроля уровня стимулирующего сигнала в цепи "электрод - биологический объект - электрод" для защиты пациента в случае превышения заданного уровня сигнала стимуляции; в-третьих, выбор косвенного критерия оценки эффективности стимулирующего воздействия, основанного на взаимосвязи ритмической деятельности сердца и скорости изменения емкостной составляющей импеданса стимулируемой ткани.

Наиболее близким к предлагаемой полезной модели является электростимулятор [4], содержащий блок управления, блок формирования стимулирующего сигнала, блок стимулирующих электродов, блок датчиков параметров воздействия, блок аналоговых усилителей и блок сигнала обратной связи.

Недостатком известного прибора является его узкая специализация (восстановление сенсорных систем организма) и соответственно ограниченный набор параметров возможных воздействий. Несмотря на наличие биотехнической обратной связи, в представленном изделии не разработаны алгоритмы обработки и анализа сигналов обратной связи, не представлен алгоритм выбора эффективного стимулирующего воздействия в зависимости от реакции стимулируемой ткани.

Технической задачей, на решение которой направлена предлагаемая полезная модель, является повышение терапевтического эффекта от применения устройства электростимуляции за счет индивидуального подбора параметров стимулирующих импульсов на основе анализа импедансных характеристик стимулируемой ткани.

Технический результат в предлагаемой полезной модели достигается тем, что в устройство адаптивного электростимулятора, содержащее блок управления, первый выход которого соединен со входом блока формирования стимулирующего сигнала, выход которого соединен с первым входом блока стимулирующих электродов, выход которого последовательно соединен с первым входом блока датчиков параметров воздействия, далее с блоком аналоговых усилителей и с блоком сигнала обратной связи, выход которого соединен со входом блока управления, дополнительно введена цепь тестового сигнала, включающая генератор тестового сигнала, вход которого соединен со вторым выходом блока управления, а выход - со входами двух преобразователей напряжения в ток, выход первого из которых соединен с блоком стимулирующих электродов, а выход второго - со вторым входом блока датчиков параметров воздействия.

Сущность заявляемой полезной модели заключается в возможности автоматического управления параметрами электромиостимуляции в процессе терапевтического воздействия на основе анализа фазо-частотной характеристики (ФЧХ) стимулируемой ткани [5], которая рассчитывается в режиме подачи на электроды тестового стимулирующего сигнала. То есть осуществляется согласование параметров биообъекта и технических компонентов системы, что обеспечивает выработку оптимального лечебного воздействия. Особенностью устройства также является контроль сопротивления электрод-кожа по амплитудно-частотной характеристике (АЧХ) биоткани для обнаружения плохого контакта электродов с кожей либо короткого замыкания между электродами.

Предложенное устройство поясняется нижеследующим описанием и чертежами, где: на фиг. 1 приведена структурная схема устройства адаптивного электростимулятора, на фиг. 2 - алгоритм функционирования устройства, поясняющий способ выбора и поддержания эффективного стимулирующего воздействия.

Устройство адаптивного электростимулятора (фиг. 1) содержит блок 1 управления, первый выход которого соединен со входом блока 2 формирования стимулирующего сигнала, выход которого соединен с первым входом блока 3 стимулирующих электродов, выход которого последовательно соединен с первым входом блока 4 датчиков параметров воздействия, далее с блоком 5 аналоговых усилителей и с блоком 6 сигнала обратной связи, выход которого соединен со входом блока управления, второй выход которого соединен со входом 7 генератора тестового сигнала, выход которого соединяется со входами двух преобразователей 8 и 9 напряжения в ток, выход первого из которых (8) соединен со вторым входом блока датчиков параметров воздействия, а выход второго (9) - с блоком стимулирующих электродов. При этом генератор тестового сигнала представляет собой генератор белого шума [6], а преобразователь напряжения в ток выполнен по известной схеме [7].

Устройство работает следующим образом.

Управление схемой адаптивного электростимулятора осуществляет блок 1 управления. В начальный момент времени он запускает генератор 7 тестового сигнала. Сигнал с генератора поступает на преобразователь 9 напряжения в ток и далее на блок 3 стимулирующих электродов. Падение напряжения на электродах через блок 4 датчиков парамет-

BY 8685 U 2012.10.30

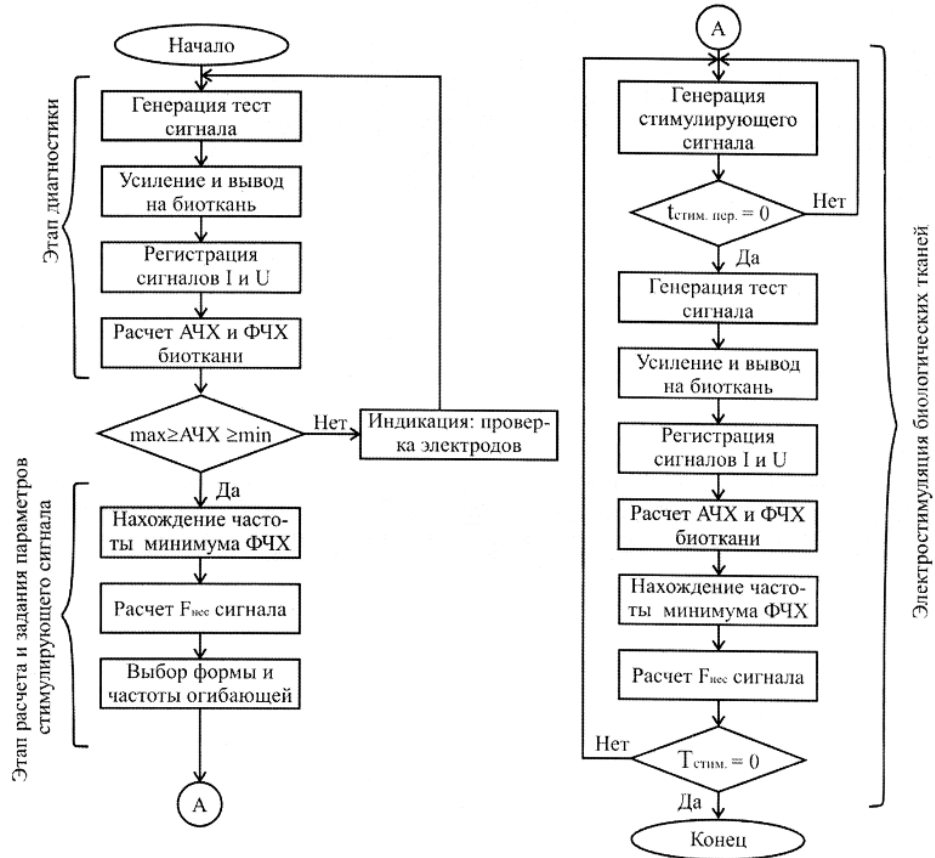
ров воздействия, далее через блок 5 аналоговых усилителей и через блок 6 сигнала обратной связи подается на блок управления. Особенностью данной схемы является второй преобразователь 8 напряжения в ток, который служит для регистрации тока тестового сигнала. Введение дополнительного преобразователя позволяет исключить датчик тока из цепи электростимуляции и повысить точность измерения воздействующего на биоткань напряжения. С преобразователя 8 сигнал поступает на блок датчиков параметров воздействия, затем на блок аналоговых усилителей, блок сигнала обратной связи и далее подается на блок управления. Блок управления осуществляет цифровую обработку полученных сигналов, вычисляет и задает параметры стимулирующего сигнала. После этого начинается электростимуляция. Блок 2 формирования стимулирующего сигнала генерирует импульсы тока, которые после последующего усиления подаются на электроды. После каждой минуты электростимуляции блок управления на короткое время запрещает генерацию стимулирующего сигнала и проводит диагностику биоткани в соответствии с представленным ниже алгоритмом работы.

Алгоритм функционирования устройства, поясняющий способ выбора и поддержания эффективного стимулирующего воздействия, представлен на фиг. 2. Процедура электростимуляции проходит в три этапа: 1) этап диагностики, 2) этап расчета и задания параметров стимулирующего сигнала, 3) электростимуляция биологических тканей.

Диагностика заключается в измерении фазо-частотной и амплитудно-частотной характеристик биоткани и начинается с генерации тестового сигнала и подачи его на стимулирующие электроды. Тестовый сигнал позволяет рассчитать АЧХ и ФЧХ биоткани в диапазоне звуковых частот. Значение амплитуды тестового сигнала выбирается из положения обеспечения подпорогового режима электростимуляции. Ток и напряжение, возникшие на биоткани, регистрируются с помощью цепи обратной связи. Затем рассчитывается АЧХ и ФЧХ биоткани. Производится проверка значений АЧХ, которые должны находиться в заданном диапазоне. Выход за границы диапазона говорит либо о плохом контакте электродов с кожей, либо о коротком замыкании между электродами. На этом этапе диагностики завершается.

На этапе расчета и задания параметров терапевтической процедуры находится частота минимума фазо-частотной характеристики биоткани, далее производится расчет оптимальной несущей частоты стимулирующего сигнала по минимуму фазо-частотной характеристики биоткани [5], а также выбор формы и частоты огибающей стимулирующего сигнала [5].

Процедура электростимуляции состоит из двух этапов, которые меняются циклично: этап стимуляции и этап диагностики. На этапе стимуляции осуществляется подача импульсов тока на биоткань. Этап диагностики рассмотрен выше и включает в себя расчет и анализ АЧХ и ФЧХ биоткани, контроль контакта электрод-кожа и подстройку параметров сигнала стимуляции.



Фиг. 2