



(19) RU⁽¹¹⁾ 2 155 614⁽¹³⁾ C2
(51) МПК7 A 61 N 1/36

РОССИЙСКОЕ АГЕНТСТВО
ПО ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

(21), (22) Заявка: 98112665/14, 26.06.1998
(24) Дата начала действия патента: 26.06.1998
(46) Дата публикации: 10.09.2000
(56) Ссылки: RU 2068277 C1, 27.10.1996. RU 2113249 C1, 20.06.1998.
(98) Адрес для переписки:
347900, ГСП-248, Ростовская обл., г. Таганрог, ул. Ленина 99, ТОО "ОКБ "Ритм"

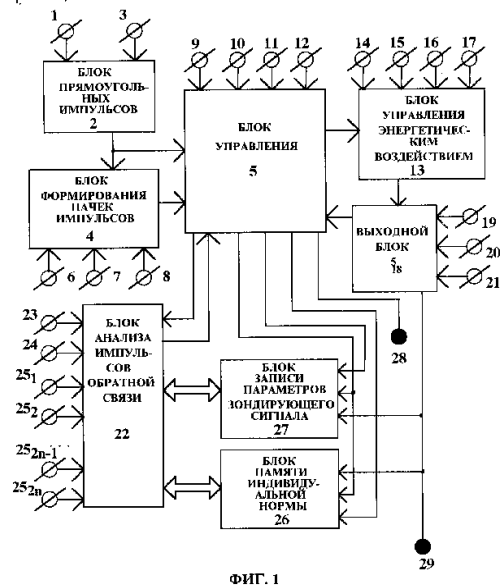
(71) Заявитель:
Надточий Александр Иванович
(72) Изобретатель: Горфинкель Ю.В.,
Гринберг Я.З., Надточий А.И., Ревенко А.Н., Унакафов М.А.
(73) Патентообладатель:
Надточий Александр Иванович

(54) АДАПТИВНЫЙ ЭЛЕКТРОСТИМУЛЯТОР

(57)

Изобретение относится к медицинской технике, в частности к электронным устройствам электростимуляции организма человека, и предназначено для воздействия на участки кожного покрова человека электрическими импульсами с целью оказания общерегулирующего влияния на физиологические системы организма и достижения анальгетического эффекта. Технический результат состоит в расширении функциональных возможностей адаптивного электростимулятора, который достигается за счет введения обратной связи по местной, физиологической реакции на основании анализа полувольт свободных колебаний стимулирующих импульсов, а также обеспечения индивидуального подбора врачом параметров стимулирующих импульсов, что обеспечивает улучшение терапевтического эффекта. Электростимулятор содержит блок прямоугольных импульсов, блок управления, блок управления энергетическим воздействием, выходной блок, пассивный и активный электроды, блок формирования

пачек импульсов, блок обратной связи, блок памяти индивидуальной нормы и блок записи параметров зондирующего сигнала. 9 з.п. ф-лы, 25 ил.



RU 2 155 614 C2

RU 2 155 614 C2



(19) **RU** ⁽¹¹⁾ **2 155 614** ⁽¹³⁾ **C2**
 (51) Int. Cl.⁷ **A 61 N 1/36**

RUSSIAN AGENCY
 FOR PATENTS AND TRADEMARKS

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

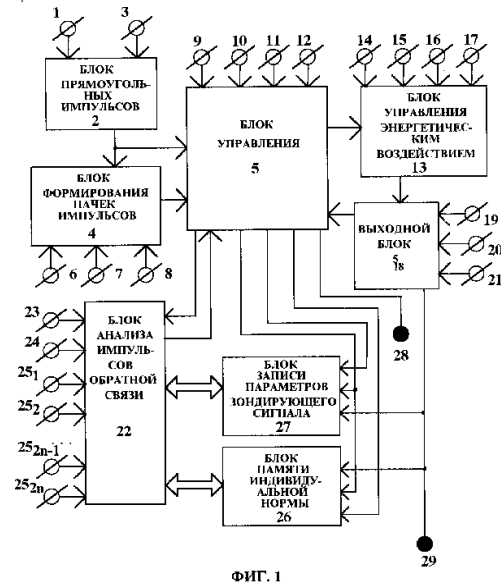
(21), (22) Application: 98112665/14, 26.06.1998
 (24) Effective date for property rights: 26.06.1998
 (46) Date of publication: 10.09.2000
 (98) Mail address:
 347900, GSP-248, Rostovskaja obl., g.
 Taganrog, ul. Lenina 99, TOO "OKB "Ritm"

(71) Applicant:
Nadtochij Aleksandr Ivanovich
 (72) Inventor: Gorfinkel' Ju.V.,
 Grinberg Ja.Z., Nadtochij A.I., Revenko
 A.N., Unakafov M.A.
 (73) Proprietor:
Nadtochij Aleksandr Ivanovich

(54) **ADAPTIVE ELECTROSTIMULATOR**

(57) Abstract:

FIELD: medical equipment, in particular, electronic devices for electrostimulation of human organism, applicable for action of electric pulses on areas of human dermatic integument with the aim of exerting a generally regulatory influence on human physiologic systems and attaining an analgetic effect. SUBSTANCE: the electrostimulator has a square-wave unit, control unit, energy action control unit, output unit, passive and active electrodes, pulse burst shaping unit, feedback unit, individual norm storage unit and a sounding signal parameter recording unit. EFFECT: expanded functional abilities attained due to introduction of local, physiologic feedback on the basis of analysis of half-waves of free oscillations of stimulating pulses, improved therapeutic effect. 10 cl, 25 dwg



RU 2 1 5 5 6 1 4 C 2

RU 2 1 5 5 6 1 4 C 2

Изобретение относится к области медицинской техники, в частности к электронным устройствам электростимуляции организма человека, и предназначено для воздействия на участки кожного покрова человека электрическими импульсами с целью оказания общерегулирующего влияния на физиологические системы организма и достижения анальгетического эффекта. Устройство может использоваться в лечебных, реабилитационных и диагностических целях.

Известен электростимулятор (см. авторское свидетельство СССР N 1817335, М. кл. 6 А 61 N 1/36, опубликованное в офиц. бюлл. "Изобретения" N 24 от 27.08.95), содержащий блок прямоугольных импульсов и выходной блок, содержащий модулятор, усилитель мощности, узел задания энергии, множитель, индикатор, дифференцирующий элемент, генератор периода, формирователь огибающей и два электрода, причем выход блока прямоугольных импульсов соединен в выходном блоке с первым входом модулятора, в выходном блоке второй вход модулятора соединен с выходом множителя, а выход соединен со входом усилителя мощности, первый выход которого соединен со входом индикатора, второй выход соединен с первым электродом, а третий выход соединен со вторым электродом и входом дифференцирующего элемента, выход которого соединен со входом генератора периода, выход которого соединен через формирователь огибающей с первым входом множителя, второй вход которого соединен с выходом узла задания энергии.

Однако недостаток известного устройства состоит в том, что при проведении лечения путем чрезкожного воздействия отсутствует возможность выбора параметров стимулирующих импульсов и их варьирования в процессе терапии, что, в свою очередь, препятствует достижению необходимого терапевтического эффекта.

Признаками аналога, совпадающими с признаками заявляемого технического решения, являются блок прямоугольных импульсов и выходной блок.

Причины, препятствующие достижению требуемого технического результата, состоят в особенностях структурной реализации известного устройства, позволяющих регулировать только энергию импульсов, и не позволяющих регулировать форму выходного сигнала.

Известен электростимулятор (см. авторское свидетельство СССР N 2068277, М. кл. 6 А 61 N 1/36, опубликованное в офиц. бюлл. "Изобретения" N24 от 27.10.96), содержащий блок прямоугольных импульсов, выходной блок, блок задания параметров стимулирующих сигналов, блок измерения длительности и скорости изменения длительности первой полуволны вынужденных колебаний, однополупериодный выпрямитель, блок индикации и управления, активный и пассивный электроды, причем выход блока прямоугольных импульсов соединен с первым сигнальным входом выходного блока, второй сигнальный вход которого соединен с выходом блока задания параметров стимулирующих сигналов, управляющий вход которого соединен с

первым управляющим выходом блока индикации и управления, второй управляющий выход которого соединен с управляющим входом выходного блока, первый и второй сигнальные выходы которого соединены соответственно с активным электродом и первым сигнальным входом однополупериодного выпрямителя, пассивным электродом и вторым сигнальным входом однополупериодного выпрямителя, сигнальный выход которого соединен с первым сигнальным входом блока измерения длительности и скорости изменения длительности первой полуволны вынужденных колебаний, второй сигнальный вход которого соединен с третьим сигнальным выходом выходного блока, а выход соединен с сигнальным выходом блока индикации и управления.

Недостаток известного устройства состоит в том, что варьирование параметров стимулирующих импульсов в зависимости от реакции кожного покрова на их воздействие осуществляется только лишь по результатам измерения параметров первой полуволны. Практика показала, что существенное значение для терапии имеет анализ изменений не только первой полуволны стимулирующих импульсов, но и других полуволн (особенно второй). Кроме того, в данном устройстве врачу не предоставляется возможность управлять энергией стимулирующих импульсов, регулируя форму выходного сигнала, что не дает возможность достичь лучшего терапевтического эффекта.

Признаками аналога, совпадающими с признаками заявляемого технического решения, являются блок прямоугольных импульсов, выходной блок, блок индикации и управления, активный и пассивный электроды.

Причины, препятствующие достижению требуемого технического результата, состоят в особенностях структурной реализации известного устройства, не позволяющих осуществлять терапию с учетом анализа изменяющихся параметров стимулирующих сигналов, а также регулировать форму стимулирующих импульсов для достижения наилучшего терапевтического эффекта и снижения болевых ощущений.

Наиболее близким к предлагаемому адаптивному электростимулятору по совокупности функциональных и конструктивных признаков является адаптивный электростимулятор (см. решение ВНИИГПЭ от 1997 г. о выдаче патента РФ на изобретение "Электростимулятор" по заявке N) от г. на имя ТОО ОКБ "РИТМ" при Таганрогском государственном радиотехническом университете, МКИ5 А 61 N 1/36), содержащий блок прямоугольных импульсов, блок управления энергетическим воздействием, выходной блок, активный и пассивный электроды, причем блок прямоугольных импульсов содержит генератор прямоугольных импульсов и генератор пилообразного напряжения, блок управления энергетическим воздействием содержит генератор трапециевидных сигналов и узел задания энергии, а выходной блок содержит усилитель мощности, генератор пилообразного напряжения, индикатор и узел управления формой сигнала, первый установочный и первый

управляющий входы адаптивного электростимулятора соединены соответственно с установочным и управляющим входами блока прямоугольных импульсов, сигнальный выход блока прямоугольных импульсов соединен с сигнальным входом блока управления энергетическим воздействием, сигнальный выход которого соединен с сигнальным входом выходного блока, первый и второй сигнальные выходы которого соединены соответственно с активным и пассивным электродами, второй и третий управляющие входы адаптивного электростимулятора соединены соответственно с первым и вторым управляющими входами блока управления энергетическим воздействием, а второй установочный вход адаптивного электростимулятора соединены с установочным входом блока управления энергетическим воздействием, четвертый управляющий вход адаптивного электростимулятора соединен с управляющим входом выходного блока, а третий и четвертый установочные входы - соединены с первым и вторым установочными входами выходного блока соответственно, в блоке прямоугольных импульсов сигнальный вход генератора прямоугольных импульсов соединен с сигнальным выходом первого генератора пилообразного напряжения, управляющий и установочный входы которого соединены с управляющим и установочным входами блока, а выход соединен с сигнальным выходом блока прямоугольных импульсов, в блоке управления энергетическим воздействием первый управляющий вход соединен с первым управляющим входом генератора трапецеидальных сигналов и управляющим входом узла задания энергии, второй управляющий вход соединен со вторым управляющим входом генератора трапецеидальных сигналов, установочный вход блока управления энергетическим воздействием соединен с установочным входом узла задания энергии, сигнальный вход соединен с сигнальными входами узла задания энергии и генератора трапецеидальных сигналов, сигнальный выход генератора трапецеидальных сигналов соединен с сигнальным входом узла задания энергии, сигнальный выход которого соединен с сигнальным выходом блока управления энергетическим воздействием, в выходном блоке управляющий вход соединен с управляющим входом узла управления формой сигналов, а первый и второй установочные входы соединены с первым и вторым установочными входами узла управления формой сигналов, а сигнальный вход - соединен с сигнальным входом усилителя мощности, первый и второй сигнальные выходы которого соединены соответственно с первым и вторым сигнальными входами узла управления формой сигналов, а третий сигнальный выход - соединен с сигнальным входом индикатора, третий сигнальный вход узла управления формой сигналов соединен с сигнальным выходом второго генератора пилообразного напряжения, а первый и второй сигнальные выходы узла управления формой сигналов соединены соответственно с первым и вторым сигнальными выходами выходного

блока.

Однако в известном устройстве не производится автоматическая коррекция параметров стимулирующих импульсов при проведении терапии, что не позволяет осуществлять выбор оптимальных параметров стимулирующих импульсов с учетом индивидуальных особенностей пациента и контролировать дозу воздействия. Этот недостаток препятствует обеспечению должной вариативности сигнала воздействия. Данный недостаток может проявиться в виде появления воспалительных процессов, неприятных ощущений, неприятия самой методики лечения пациентом, а также вызвать прочие нежелательные побочные эффекты.

Признаками аналога, совпадающими с признаками заявляемого технического решения, являются блок прямоугольных импульсов, блок управления энергетическим воздействием, выходной блок, активный и пассивный электроды.

Причины, препятствующие достижению требуемого технического результата, состоят в особенностях структурной реализации известного устройства, которые не обеспечивают автоматического контроля изменения параметров стимулирующих импульсов и не предоставляют врачу возможность оптимального подбора параметров стимулирующих импульсов и дозы воздействия, что, в результате, может повлечь за собой нежелательные побочные эффекты.

Задача, на решение которой направлено предлагаемое изобретение, заключается в повышении терапевтического эффекта при применении адаптивного электростимулятора за счет обеспечения наибольшей вариативности стимулирующих импульсов и предоставлении врачу дополнительных возможностей подбора оптимальных стимулирующих воздействий с учетом индивидуальных особенностей пациента.

Технический результат от применения предлагаемого изобретения заключается в расширении функциональных возможностей адаптивного электростимулятора за счет введения обратной связи по местной физиологической реакции на основании анализа полуволн вынужденных колебаний стимулирующих импульсов, а также обеспечения индивидуального подбора врачом параметров стимулирующих импульсов, что обеспечивает улучшение терапевтического эффекта.

Для достижения технического результата в адаптивный электростимулятор, содержащий блок прямоугольных импульсов, блок управления энергетическим воздействием, выходной блок, активный и пассивный электроды, причем первые управляющий и установочный входы электростимулятора соединены соответственно с управляющим и установочным входами блока прямоугольных импульсов, первый и второй управляющие входы блока управления энергетическим воздействием соединены соответственно с четвертым и пятым управляющими входами адаптивного электростимулятора, а первый установочный вход блока управления энергетическим воздействием соединен с седьмым установочным входом адаптивного электростимулятора, первый управляющий

вход выходного блока соединен с шестым управляющим входом адаптивного электростимулятора, а первый и второй установочные входы выходного блока соединены соответственно с девятым и десятым установочными входами адаптивного электростимулятора, второй сигнальный выход выходного блока соединен с активным электродом, дополнительно введены блок формирования пачек импульсов, блок управления, блок обратной связи, блок памяти индивидуальной нормы и блок записи параметров зондирующего сигнала, причем сигнальный выход блока прямоугольных импульсов соединен с сигнальным входом блока формирования пачек импульсов и с первым сигнальным входом блока управления, второй, третий и четвертый установочные входы электростимулятора соединены соответственно с первым, вторым и третьим установочными входами блока формирования пачек импульсов, сигнальный выход которого соединен со вторым сигнальным входом блока управления, второй и третий управляющие входы адаптивного электростимулятора соединены соответственно с первым и вторым управляющими входами блока управления, пятый и шестой установочные входы адаптивного электростимулятора соединены соответственно с первым и вторым установочными входами блока управления, первый сигнальный выход которого соединен с сигнальным входом блока управления энергетическим воздействием, восьмой установочный вход адаптивного электростимулятора соединен со вторым установочным входом блока управления энергетическим воздействием, сигнальный выход которого соединен с сигнальным входом выходного блока, первый сигнальный выход выходного блока соединен с третьим сигнальным входом блока управления, первый управляющий выход которого соединен с управляющим входом блока анализа импульсов обратной связи, первый и второй установочные входы которого соединены соответственно с одиннадцатым и двенадцатым установочными входами адаптивного электростимулятора, n входов группы установочных входов которого соединены с n входами группы установочных входов блока анализа импульсов обратной связи, сигнальный выход которого соединен с четвертым сигнальным входом блока управления, входы $(n+1)$ групп первых информационных входов блока анализа импульсов обратной связи соединены соответственно с выходами $(n+1)$ групп информационных выходов блока памяти индивидуальной нормы, входы $(n+1)$ групп вторых информационных входов блока анализа импульсов обратной связи соединены соответственно с выходами $(n+1)$ групп информационных выходов блока записи параметров зондирующего сигнала, тактовые входы блока памяти индивидуальной нормы и блока анализа импульсов обратной связи объединены и соединены с тактовым выходом блока управления, второй управляющий выход которого соединен с управляющим входом блока памяти индивидуальной нормы, третий управляющий выход - соединен с управляющим входом

5
10
15
20
25
30
35
40
45
50
55
60

блока записи параметров зондирующего сигнала, пассивный электрод адаптивного электростимулятора подключен ко второму сигнальному выходу блока управления, а активный электрод адаптивного электростимулятора соединен со вторым сигнальным выходом выходного блока и сигнальными входами блока памяти индивидуальной нормы и блока записи параметров зондирующего сигнала.

Блок формирования пачек импульсов содержит переменный резистор, конденсатор, одновибратор, первый и второй переключатель, триггер, первый, второй и третий резисторы, первый и второй диоды, первый и второй счетчики, дешифратор и индикатор, причем первый установочный вход определяет положение регулятора переменного резистора, второй и третий установочные входы определяют положение первого и второго переключателей, сигнальный вход соединен с единичным входом триггера, единичный выход которого соединен со входом запуска одновибратора, первый времязадающий вход которого соединен через параллельно соединенные переменный резистор и конденсатор со вторым времязадающим входом, первые клеммы первого и второго переключателей объединены и соединены с шиной питания, вторая клемма первого переключателя соединена через первый резистор с общей шиной, с анодом первого диода и с суммирующим входом первого счетчика, вторая клемма второго переключателя соединена через второй резистор с общей шиной, с анодом второго диода и с вычитающим входом первого счетчика, катоды первого и второго диодов объединены и соединены через третий резистор с общей шиной и с тактовым входом первого счетчика, разрядные выходы которого соединены соответственно с разрядными входами второго счетчика и разрядными входами дешифратора, разрядные выходы которого соединены с разрядными входами индикатора, выход блока формирования пачек импульсов соединен с выходом одновибратора и с вычитающим выходом второго счетчика, выход "нуля" которого соединен с нулевым входом триггера.

Блок управления содержит узел управления сигналами, узел контроля отрыва, узел задания времени терапии и генератор опорных сигналов, причем первый сигнальный вход соединен с первым сигнальным входом узла управления сигналами, второй сигнальный вход которого соединен со вторым сигнальным входом блока управления, первый и второй управляющие входы которого соединены с первым и вторым управляющими входами узла управления сигналами, первый и второй установочные входы блока управления соединены соответственно с первым и вторым установочными входами узла задания времени терапии, третий сигнальный вход блока управления соединен с сигнальным входом узла контроля отрыва, четвертый сигнальный вход блока управления соединен с третьим сигнальным входом узла управления сигналами, первый сигнальный выход которого соединен с первым сигнальным выходом блока управления, первый управляющий выход узла управления

сигналами соединен с первым управляющим выходом блока управления, второй управляющий выход - соединен со вторым управляющим выходом блока управления, третий управляющий выход - соединен с третьим управляющим выходом блока управления, четвертый управляющий выход - соединен с первым управляющим входом узла задания времени терапии, управляющий выход которого соединен с третьим управляющим входом узла управления сигналами, четвертый управляющий вход которого соединен с управляющим выходом узла контроля отрыва, сигнальный выход которого соединен со вторым сигнальным выходом блока управления, тактовый выход которого соединен с первым тактовым выходом генератора опорных сигналов, второй тактовый выход которого соединен с тактовым входом узла задания времени терапии.

Блок анализа импульсов обратной связи содержит узел памяти пересечений, n узлов памяти различий i -х ($i=1,2,\dots,n$) полувольт и узел анализа различий, причем управляющий вход блока анализа импульсов обратной связи соединен с управляющими входами узла памяти пересечений, каждого i -го узла памяти различий i -ой полувольтны из группы n узлов и с управляющим входом узла анализа различий, сигнальный выход которого соединен с сигнальным выходом блока анализа импульсов обратной связи, первый и второй установочные входы блока анализа импульсов обратной связи соединены с первым и вторым установочными входами узла памяти пересечений, $(2i-1)$ -й $2i$ -й установочные входы блока анализа импульсов обратной связи из группы $2n$ установочных входов соединены соответственно с первым и вторым установочными входами i -го узла памяти различий i -ой полувольтны, входы из $n+1$ групп первых информационных входов узла анализа различий соединены соответственно с выходами групп информационных выходов узла памяти пересечений и узлов памяти различий i -ых полувольт ($i=1, 2, \dots, n$), выходы из n групп информационных выходов узла анализа различий соединены соответственно с входами групп информационных входов узлов памяти различий i -ых полувольт ($i=1,2,\dots,n$), каждые k входов из $(n+1)$ групп вторых информационных входов узла анализа различий соединены соответственно с каждыми k входами группы первых информационных входов ($i=1,2,\dots,n+1$) блока анализа импульсов обратной связи, каждые k входов из $(n+1)$ групп третьих информационных входов узла анализа различий соединены соответственно с каждыми k входами группы вторых информационных входов ($i=1,2,\dots,n+1$) блока анализа импульсов обратной связи.

Блок памяти индивидуальной нормы и идентичный ему по реализации блок записи параметров зондирующего сигнала содержат каждый первый и второй диоды, первый и второй пороговые элементы, элемент задержки времени, элемент ИЛИ, первый и второй элементы И, дешифратор, $(n+1)$ счетчиков, причем сигнальный вход соединен с анодом первого и катодом второго диодов, катод первого диода соединен со входом

первого порогового элемента, анод второго диода соединен со входом второго порогового элемента, выходы первого и второго пороговых элементов соединены с первым и вторым входами элемента ИЛИ, выход которого соединен с первым входом первого элемента И, второй вход которого соединен с выходом элемента задержки времени, вход которого соединен с управляющим входом блока памяти индивидуальной нормы и со входами сброса в нулевое состояние $(n+1)$ счетчиков и дешифратора, тактовый вход блока памяти индивидуальной нормы соединен с прямым входом второго элемента И, инверсный вход которого соединен с выходом первого элемента ИЛИ, входом записи и счетным входом первого счетчика из $(n+1)$ счетчиков, k разрядных выходов первого счетчика соединены с k разрядными входами дешифратора и с соответствующими k выходами первой группы информационных выходов блока памяти индивидуальной нормы, i -е разрядные выходы дешифратора ($i=1,2,\dots,n$) соединены со входами управления $(i+1)$ -х счетчиков, счетные входы $(n+1)$ счетчиков объединены и соединены с выходом второго элемента И, k разрядных выходов i -х ($i=2,3,\dots,n$) счетчиков соединены с k выходами i -х групп информационных выходов блока памяти индивидуальной нормы.

Узел управления сигналами блока управления содержит ключ, переключатель, первый, второй, третий, четвертый, пятый и шестой резисторы, первый, второй и третий конденсаторы, первый, второй и третий элементы ИЛИ, первый, второй, третий, четвертый и пятый элементы И, первый, второй и третий триггеры, элемент задержки времени, первый, второй и третий одновибраторы, причем первый управляющий вход узла управления сигналами определяет положение ключа, а второй управляющий вход определяет положение переключателя, первая клемма которого соединена с шиной питания, а вторая соединена через первый резистор с общей шиной и со входом запуска первого одновибратора, первый времязадающий вход которого соединен через параллельно соединенные второй резистор и конденсатор со вторым времязадающим входом, выход которого соединен со вторым управляющим выходом узла управления сигналами, с первым входом первого элемента И, первым входом первого элемента ИЛИ и с первым инверсным входом второго элемента И, общая клемма ключа соединена с общей шиной, нормально замкнутая клемма ключа соединена через третий резистор с шиной питания и единичным входом первого триггера, нормально разомкнутая клемма ключа соединена через четвертый резистор с шиной питания и нулевым входом первого триггера, единичный выход которого соединен с первым входом третьего элемента И, а нулевой выход - с первым входом четвертого элемента И, первый сигнальный вход узла управления сигналами соединен со вторым входом первого элемента И, вторым входом третьего элемента И, первым входом пятого элемента И, второй сигнальный вход узла управления сигналами соединен со вторым входом четвертого элемента И, четвертый сигнальный вход узла управления сигналами

соединен с инверсным входом второго элемента ИЛИ, прямой вход которого соединен с четвертым управляющим входом узла управления сигналами, а выход - соединен с инверсными входами первого, третьего, четвертого и пятого элементов И, выходы первого, третьего, четвертого и пятого элементов И соединены соответственно с первым, вторым, третьим и четвертым входами третьего элемента ИЛИ, выход которого соединен с первым сигнальным выходом узла управления сигналами, четвертый управляющий вход узла управления сигналами соединен с нулевым входом второго триггера, с нулевым динамическим входом третьего триггера и с прямым входом второго элемента И, выход которого соединен с единичным входом второго триггера, единичный выход которого соединен с третьим входом четвертого элемента И, а нулевой выход соединен с входом запуска второго одновибратора, первый времязадающий вход которого соединен через параллельно соединенные пятый резистор и второй конденсатор со вторым времязадающим входом, выход второго одновибратора соединен с третьим управляющим выходом узла управления сигналами, со входом элемента задержки и со вторым входом первого элемента ИЛИ, выход которого соединен с динамическим единичным входом третьего триггера, единичный выход которого соединен с четвертым управляющим выходом узла управления сигналами, выход элемента задержки соединен со входом запуска третьего одновибратора, первый времязадающий вход которого соединен через параллельно соединенные шестой резистор и третий конденсатор со вторым времязадающим входом, выход третьего одновибратора соединен с первым управляющим выходом узла управления сигналами.

Узел задания времени терапии блока управления содержит первый и второй переключатели, первый, второй и третий резисторы, первый и второй диоды, элемент ИЛИ, первый и второй элементы И, триггер, дешифратор, индикатор, первый и второй счетчики, причем первый и второй установочные входы узла задания времени терапии определяют положение первого и второго переключателей, первые клеммы первого и второго переключателей объединены и соединены с шиной питания, вторая клемма первого переключателя соединена через первый резистор с общей шиной, с анодом первого диода и с суммирующим входом первого счетчика, вторая клемма второго переключателя соединена через второй резистор с общей шиной, с анодом второго диода и с вычитающим входом первого счетчика, катоды первого и второго диодов объединены и соединены через третий резистор с общей шиной и с тактовым входом первого счетчика, разрядные выходы которого соединены соответственно с разрядными входами второго счетчика и разрядными входами дешифратора, разрядные выходы которого соединены с разрядными входами индикатора, прямые разрядные выходы второго счетчика соединены со входами элемента ИЛИ, а инверсные разрядные

выходы - соединены с входами первого элемента И, выходы элемента ИЛИ и первого элемента И соединены соответственно с единичным и нулевым входами триггера, нулевой выход которого соединен с управляющим выходом узла задания времени терапии, управляющий вход которого соединен с первым входом второго элемента И и с управляющим входом второго счетчика, вычитающий выход которого соединен с выходом второго элемента И, второй вход которого соединен с тактовым входом узла задания времени терапии.

Узел анализа различий блока анализа импульсов обратной связи содержит элемент И, (n+1) первых сумматоров, (n+1) схем сравнения двоичных кодов, k вторых сумматоров и дешифраторов, причем управляющий вход узла анализа различий соединен с первым входом элемента И, с управляющими входами каждого из (n+1) первых сумматоров и каждой из (n+1) схем сравнения двоичных кодов, k входов первой группы из (n+1) групп первых информационных входов узла анализа различий соединены соответственно с первой группой информационных входов первой из (n+1) схемы сравнения двоичных кодов, k входов i-х групп первых информационных входов (i=1,2,...,n) узла анализа различий соединены соответственно с первыми k входами из групп информационных входов (i+1)-й схемы сравнения двоичных кодов и k входами первых групп информационных входов вторых i-х сумматоров, вторые группы информационных входов первой из (n+1) схемы сравнения двоичных кодов соединены соответственно с группой информационных выходов первого сумматора из (n+1) группы первых сумматоров, а выход - соединен со вторым входом элемента И, выход которого соединен с сигнальным выходом узла анализа различий, вторые группы информационных входов i-ых (i=2,3,...,n) схем сравнения двоичных кодов соединены соответственно с группой информационных выходов соответствующих i-х сумматоров из (n+1) группы первых сумматоров, входами вторых групп информационных входов (i-1)-х сумматоров из группы n вторых сумматоров и группами информационных входов соответствующих дешифраторов (i-1)-х, выходы которых соединены соответственно с остальными входами элемента, выходы групп информационных выходов i-х сумматоров из группы n вторых сумматоров соединены соответственно с выходами групп информационных выходов узла анализа различий, k входов (i= 1, 2, ...,n+1) i-ых групп вторых информационных входов узла анализа различий соединены соответственно с k входами группы первых информационных входов i-х сумматоров из (n+1) группы первых сумматоров, k входов i-ых (i= 1,2,...,n+1) групп третьих информационных входов узла анализа различий соединены соответственно с k входами группы вторых информационных входов первых сумматоров.

Узел памяти пересечений блока анализа импульсов обратной связи содержит первый и второй переключатели, первый, второй и третий резисторы, первый и второй диоды, счетчик, дешифратор и индикатор, причем первый и второй установочные входы узла памяти пересечений определяют положение

первого и второго переключателей, первые клеммы первого и второго переключателей объединены и соединены с шиной питания, вторая клемма первого переключателя соединена через первый резистор с общей шиной, с анодом первого диода и с суммирующим входом счетчика, вторая клемма второго переключателя соединена через второй резистор с общей шиной, с анодом второго диода и с вычитающим входом счетчика, катоды первого и второго диодов объединены и соединены через третий резистор с общей шиной и с тактовым входом счетчика, к разрядных выходов которого соединены соответственно с k выходами группы информационных выходов узла памяти пересечений и с k разрядными входами дешифратора, разрядные выходы которого соединены с разрядными входами индикатора, управляющий вход узла памяти пересечений соединен со входом разрешения считывания счетчика.

Узел памяти различий i-ой полуволны блока анализа импульсов обратной связи содержит первый и второй переключатели, первый, второй и третий резисторы, первый и второй диоды, счетчик, дешифратор, индикатор и группу из k элементов И, причем первый и второй установочные входы узла памяти различий i-ой полуволны определяют положение первого и второго переключателей, первые клеммы первого и второго переключателей объединены и соединены с шиной питания, вторая клемма первого переключателя соединена через первый резистор с общей шиной, с анодом первого диода и с суммирующим входом счетчика, вторая клемма второго переключателя соединена через второй резистор с общей шиной, с анодом второго диода и с вычитающим входом счетчика, катоды первого и второго диодов объединены и соединены через третий резистор с общей шиной и с тактовым входом счетчика, к разрядных выходов которого соединены соответственно с k выходами группы информационных выходов узла памяти различий i-ой полуволны и с k разрядными входами дешифратора, разрядные выходы которого соединены с разрядными входами индикатора, управляющий вход узла памяти различий i-ой полуволны соединен с первыми входами элементов И группы из k элементов И, выходы которых соединены соответственно с разрядными входами счетчика, а вторые входы с соответствующими k входами группы информационных входов узла памяти различий i-ой полуволны.

Наличие причинно-следственной связи между техническим результатом и признаками заявляемого изобретения доказываются следующими логическими посылками.

Применение терапевтического воздействия при лечении функциональных расстройств сигналов электрического происхождения показывает эффективные результаты. Эффективность разработанных методов доказана в физиотерапии (электролечении). Порог "чувствительности" нервных волокон в зависимости от силы и длительности воздействия определяется кривой неврологии (см. книгу Бреже М. Электрическая активность нервной системы. Изд-во Мир, 1979, стр. 30). Практикой

подтверждено, что при наличии патологий эта кривая сдвигается (см. фиг. 25).

Очень важной задачей при проведении терапии является задача выбора параметров стимулирующих импульсов, индивидуального для каждого пациента. Действительно, из анализа вида кривой "сила - длительность" (см. фиг. 25) следует, что если проводить терапию стимулирующими импульсами с параметрами меньше пороговых значений (см. импульс "С" на фиг. 25), то не будет никакой положительной реакции организма, даже если сила стимула велика. Если же воздействовать стимулирующими импульсами, превышающими пороговые значения, то независимо от их энергии (см. импульс "А" и "Б" на фиг. 25) отклик организма будет одинаков, что объясняется внутренним метаболизмом клеток. Однако следует помнить, что импульс со значительной энергией может нанести вред, вызвать болевые ощущения и нежелательные реакции организма в целом.

Все это говорит о необходимости тщательного выбора как параметров стимулирующих импульсов, так и дозы воздействия.

Известен эффект Э.Дюбуа - Реймона, называемый еще эффектом аккомодации. Согласно данному эффекту реакция возбудимых тканей определяется не только силой воздействия, но и скоростью его изменения. Это также подтверждает, что параметры электрического воздействия, фактически определяемые формой стимулирующих импульсов и их энергией, будут влиять на терапевтический эффект от стимуляции.

Следует сделать и такой вывод, что длительные по времени воздействия могут вызвать воспалительные процессы, а недостаточные по времени - не дадут эффекта. Наиболее эффективным с точки зрения терапевтического воздействия будет такое воздействие, которое осуществляется с учетом анализа обратной связи по воздействию (автоматически) за счет подбора предельно коротких импульсов и, в то же время, обладающих нужной энергией, способной вызвать отклик клетки.

Отсюда следует важность адаптивного выбора формы сигнала и длительности его воздействия с учетом результатов анализа обратной связи, позволяющей анализировать динамику стимулирующих импульсов с учетом индивидуальных особенностей организма.

Заметим, что для реализации учета многообразия индивидуальных особенностей пациентов существует единственно возможный путь - индивидуальный подбор параметров стимулирующих импульсов на основе анализа результатов обратной связи по воздействию при одновременном наблюдении врачом за пациентом с целью выявления реакции организма (покраснение либо побеление кожного покрова, анальгетический эффект, болевые ощущения и т.д.). Критерии подбора могут быть только физиологического характера при наблюдении за больным.

Врачу следует предоставить также возможность эмпирического подбора параметров стимулирующих импульсов, возможность самого широкого варьирования параметров стимулирующих импульсов.

Можно изменять следующие параметры стимулирующих импульсов:

- частоту следования одиночных стимулирующих импульсов и частоту следования "пачек" импульсов;
- число стимулирующих импульсов в "пачке" импульсов, следующих друг за другом через определенное время;
- амплитуду стимулирующих импульсов;
- энергию стимулирующих импульсов.

Данные виды варьирования параметров стимулирующих импульсов позволят эмпирическим путем найти такие их значения, которые окажут наилучший терапевтический эффект при лечении больного.

Врачу следует предоставить возможность следить за процессом терапии. Для этого должен быть подан начальный зондирующий сигнал и зафиксированы его параметры. Зондирующий сигнал - это стимулирующий импульс с неизменными параметрами. После определения времени проведения терапии должен быть подан следующий зондирующий сигнал, параметры реакции на который сравниваются с первым, а по результатам сравнения принимается решение о проведении дальнейшей терапии. Это реализуется в адаптивном электростимуляторе обратную связь, позволяющую анализировать динамику вынужденных колебаний стимулирующих импульсов с учетом индивидуальных особенностей организма, и принимать решения на основе результатов анализа данной динамики.

Учитывая вышесказанное, можно сделать вывод, что предлагаемое техническое решение предоставляет врачу возможность поиска тех параметров воздействия и методик лечения, при которых терапевтический эффект будет наилучшим. Применение зондирующих сигналов и анализ их параметров предоставляет также возможность проведения диагностики.

Все вышеперечисленное достигается за счет реализации в предлагаемом техническом решении адаптивного электростимулятора дополнительных функциональных возможностей, позволяющих ввести обратную связь по результатам терапии и в широких пределах варьировать параметры сигналов выходного каскада адаптивного электростимулятора.

Сущность предлагаемого варианта реализации изобретения поясняется чертежами. На фиг. 1 приведена структурная схема адаптивного электростимулятора. На фиг. 2 приведена структурная схема блока формирования прямоугольных импульсов 2, функциональная схема генератора пилообразного напряжения 30 блока формирования тактовых импульсов 2 и функциональная схема генератора прямоугольных импульсов 31 блока формирования прямоугольных импульсов 2. На фиг. 3 приведена функциональная схема блока формирования пачек импульсов 4. На фиг. 4 приведена структурная схема блока управления 5. На фиг. 5 приведена функциональная схема узла управления сигналами 65 блока управления 5. На фиг. 6 приведена функциональная схема узла задания времени терапии 66 блока управления 5. На фиг. 7 приведена функциональная схема узла контроля отрыва 68 блока управления 5. На фиг. 8 приведена

функциональная схема генератора опорных сигналов 76 блока управления 5. На фиг. 9 приведена структурная схема блока управления энергетическим воздействием 13, функциональная схема генератора трапецеидальных сигналов 128 блока управления энергетическим воздействием 13 и функциональная схема узла задания энергии 129 блока управления энергетическим воздействием 13. На фиг. 10 приведена структурная схема выходного блока 18, функциональная схема усилителя мощности 147 выходного блока 18, функциональная схема узла управления формой сигналов 148 выходного блока 18, индикатора 150 выходного блока 18 и генератора пилообразного напряжения 151 выходного блока 18. На фиг. 11 приведена структурная схема блока анализа импульсов обратной связи 22. На фиг. 12 приведена функциональная схема узла памяти пересечений 172 блока анализа импульсов обратной связи 22. На фиг. 13 приведена функциональная схема i-го узла памяти различий i-ой полуволны 173; блока анализа импульсов обратной связи 22. На фиг. 14 приведена функциональная схема узла анализа различий 174 блока анализа импульсов обратной связи 22. На фиг. 15 приведена функциональная схема блока памяти индивидуальной нормы 26. На фиг. 16 приведена функциональная схема блока записи параметров зондирующего сигнала 27. На фиг. 17 приведены временные диаграммы, поясняющие изменение сигналов в блоке прямоугольных импульсов 2. На фиг. 18 приведены временные диаграммы, поясняющие изменение сигналов в блоке формирования пачек импульсов 4. На фиг. 19 приведены временные диаграммы, поясняющие изменение сигналов на входе 95 и выходах узла управления сигналами 65 блока управления 5. На фиг. 20 приведены временные диаграммы, поясняющие изменения сигналов в блоке управления энергетическим воздействием 13. На фиг. 21 приведены временные диаграммы, поясняющие изменения сигналов на выходе 131, в зависимости от сигнала на входе 70 узла задания энергии 129 блока управления энергетическим воздействием 13. На фиг. 22 приведены временные диаграммы, поясняющие изменения сигналов на электродах 28 и 29. На фиг. 23 приведены временные диаграммы, поясняющие изменения сигналов на выходах узла управления формой сигналов 148 выходного блока 18 при изменении сопротивления резистора 158. На фиг. 24 приведены временные диаграммы, поясняющие изменения сигналов на выходах узла управления формой сигналов 148 выходного блока 18 при изменении емкости конденсатора 159. На фиг. 25 приведен график, отображающий пороговые значения стимулирующих импульсов.

Структурная схема адаптивного электростимулятора (см. фиг. 1) содержит: 1 - первый управляющий вход; 2 - блок прямоугольных импульсов; 3 - первый установочный вход; 4 - блок формирования пачек импульсов; 5 - блок управления; 6, 7, 8 - второй, третий и четвертый установочные входы соответственно; 9, 10 - второй и третий управляющие входы соответственно;

11, 12 - пятый и шестой установочные входы соответственно; 13 - блок управления энергетическим воздействием; 14, 15 - четвертый и пятый управляющие входы; 16, 17 - седьмой и восьмой установочные входы соответственно; 18 - выходной блок; 19 - шестой управляющий вход; 20, 21 - девятый и десятый установочные входы соответственно; 22 - блок анализа импульсов обратной связи; 23, 24 - одиннадцатый и двенадцатый установочные входы соответственно; 25₁ - 25_{2n} - входы группы установочных входов; 26 - блок памяти индивидуальной нормы; 27 - блок записи параметров зондирующего сигнала; 28, 29 - пассивный и активный электроды соответственно.

Структурная схема блока прямоугольных импульсов (см. фиг.2) содержит: 1 - управляющий вход; 3 - установочный вход; 30 - генератор пилообразного напряжения; 31 - генератор прямоугольных импульсов; 32 - сигнальный выход блока прямоугольных импульсов 2.

Функциональная схема генератора пилообразного напряжения 30 (см. фиг. 2) блока прямоугольных импульсов 2 содержит: 33 - сигнальный выход; 34 - транзистор; 35 - первый резистор; 36₁ - первый элемент НЕ; 36₂ - второй элемент НЕ; 37 - второй резистор; 38 - первый конденсатор; 39 - третий резистор; 40 - второй конденсатор.

Функциональная схема генератора прямоугольных импульсов 31 (см. фиг. 2) блока прямоугольных импульсов 2 содержит: 1 - управляющий вход; 3 - установочный вход; 32 - сигнальный выход; 33 - сигнальный вход; 41 - переменный резистор; 42 - ключ; 43 - оптрон; 44 - шину питания; 45 - первый элемент НЕ; 46 - второй элемент НЕ; 47 - резистор; 48 - конденсатор.

Функциональная схема блока формирования пачек импульсов 4 (см. фиг.3) содержит: 6 - первый установочный вход; 7 - второй установочный вход; 8 - третий установочный вход; 32 - сигнальный вход; 49 - переменный резистор; 50 - первый переключатель; 51 - второй переключатель; 52 - триггер; 53 - одновибратор; 54 - конденсатор; 55 - первый резистор; 56 - первый диод; 57 - первый счетчик; 58 - второй резистор; 59 - второй диод; 60 - третий резистор; 62 - дешифратор; 63 - индикатор; 64 - сигнальный выход блока формирования пачек импульсов 4.

Структурная схема блока управления 5 (см. фиг.4) содержит: 9 - первый управляющий вход; 10 - второй управляющий вход; 11 - первый установочный вход; 12 - второй установочный вход; 32 - первый сигнальный вход; 64 - второй сигнальный вход; 65 - узел управления сигналами; 66 - узел задания времени терапии; 67 - третий сигнальный вход блока управления 5; 68 - узел контроля отрыва; 69 - четвертый сигнальный вход блока управления 5; 70 - первый сигнальный выход блока управления 5; 71 - первый управляющий выход блока управления 5; 72 - второй управляющий выход блока управления 5; 73 - третий управляющий выход блока управления 5; 74 - второй сигнальный выход блока управления 5; 75 - тактовый выход блока управления 5; 76 - генератор опорной частоты.

Функциональная схема узла управления сигналами 65 (см. фиг.5) блока управления 5

содержит: 9 - первый управляющий вход; 10 - второй управляющий вход; 32 - первый сигнальный вход; 44 - шину питания; 64 - второй сигнальный вход; 69 - четвертый сигнальный вход; 70 - первый сигнальный выход; 71 - первый управляющий выход; 72 - второй управляющий выход узла управления сигналами 65; 73 - третий управляющий выход узла управления сигналами 65; 77 - ключ; 78 - переключатель; 79 - первый резистор; 80 - первый одновибратор; 81 - второй резистор; 82 - первый конденсатор; 83 - первый элемент И; 84 - первый элемент ИЛИ; 85 - второй элемент И; 86 - третий резистор; 87 - первый триггер; 88 - четвертый резистор; 89 - третий элемент И; 90 - четвертый элемент И; 91 - пятый элемент И; 92 - второй элемент ИЛИ; 93 - четвертый управляющий вход узла управления сигналами 65; 94 - третий элемент ИЛИ; 95 - четвертый управляющий вход узла управления сигналами 65; 96 - второй триггер; 97 - третий триггер; 98 - второй одновибратор; 99 - пятый резистор; 100 - второй конденсатор; 101 - элемент задержки; 102 - четвертый управляющий выход узла управления сигналами 65; 103 - третий одновибратор; 104 - шестой резистор; 105 - третий конденсатор.

Функциональная схема узла задания времени терапии 66 (см. фиг. 6) блока управления 5 содержит: 11 - первый установочный вход; 12 - второй установочный вход; 44 - шину питания; 95 - управляющий выход узла задания времени терапии 66; 102 - управляющий вход; 106 - первый переключатель; 107 - второй переключатель; 108 - первый резистор; 109 - первый диод; 110 - первый счетчик; 111 - второй резистор; 112 - второй диод; 113 - третий резистор; 114 - второй счетчик; 115 - дешифратор; 116 - индикатор; 117 - элемент ИЛИ; 118 - первый элемент И; 119 - триггер; 120 - второй элемент И; 121 - тактовый вход узла задания времени терапии 66.

Функциональная схема узла контроля отрыва 68 (см. фиг. 7) блока управления 5 содержит: 67 - сигнальный вход; 74 - сигнальный выход; 93 - управляющий выход; 122 - резистор; 123 - пороговый элемент.

Функциональная схема генератора опорных сигналов 76 (см. фиг. 8) блока управления 5 содержит: 75 - первый тактовый выход; 121 - второй тактовый выход; 123 - делитель частоты; 124 - элемент НЕ; 125 - конденсатор; 126 - второй элемент НЕ; 127 - резистор.

Структурная схема блока управления энергетическим воздействием 13 (см. фиг. 9) содержит: 14 - первый управляющий вход; 15 - второй управляющий вход; 16 - первый установочный вход; 17 - второй установочный вход; 44 - шину питания; 70 - сигнальный вход блока управления энергетическим воздействием 13; 128 - генератор трапецеидальных сигналов; 129 - узел задания энергии; 130 - сигнальный выход генератора трапецеидальных сигналов 128 и сигнальный вход узла задания энергии 129; 131 - сигнальный выход блока управления энергетическим воздействием 13.

Функциональная схема генератора трапецеидальных сигналов 128 блока управления энергетическим воздействием 13 (см. фиг. 9) содержит: 14 - управляющий

вход; 16 - установочный вход; 70 - сигнальный вход генератора трапецеидальных сигналов 128; 130 - сигнальный выход генератора трапецеидальных сигналов 128; 132 - первый ключ; 133 - переключатель; 134 - двоичный счетчик; 135 - дешифратор; 136 - триггер; 137 - первый резистор; 138 - второй резистор; 139 - транзистор; 140 - конденсатор; 141 - третий резистор.

Функциональная схема узла задания энергии 129 блока управления энергетическим воздействием 13 (см. фиг. 9) содержит: 15 - управляющий вход; 17 - установочный вход; 44 - шина питания; 70 - сигнальный вход узла задания энергии 129; 130 - сигнальный вход узла задания энергии 129; 131 - сигнальный выход узла задания энергии 129; 142 - ключ; 143 - переменный резистор; 144 - оптрон; 145 - одновибратор; 146 - конденсатор.

Структурная схема выходного блока 18 (см. фиг. 10) содержит: 19 - управляющий вход выходного блока 18; 20 - первый установочный вход выходного блока 18; 21 - второй установочный вход выходного блока 18; 67 - первый сигнальный выход выходного блока 18 и первый сигнальный вход-выход узла управления формой сигналов 148; 131 - сигнальный вход выходного блока 18 и сигнальный вход усилителя мощности 147; 147 - усилитель мощности; 148 - узел управления формой сигналов; 149 - второй сигнальный выход выходного блока 18, второй сигнальный выход усилителя мощности 147 и второй сигнальный вход-выход узла управления формой сигналов 148; 150 - индикатор; 151 - генератор пилообразного напряжения.

Функциональная схема усилителя мощности 147 (см. фиг. 10) выходного блока 18 содержит: 44 - шину питания; 67 - первый сигнальный выход усилителя мощности 147; 131 - сигнальный вход; 149 - второй сигнальный выход усилителя мощности 147; 152 - элемент НЕ; 153 - резистор; 154 - транзистор; 155 - импульсный трансформатор; 156 - диод; 157 - третий сигнальный выход усилителя мощности 147.

Функциональная схема узла управления формой сигналов 148 (см. фиг. 10) выходного блока 18 содержит: 19 - управляющий вход; 20 - первый установочный вход; 21 - второй установочный вход; 44 - шину питания; 67 - первый сигнальный вход-выход узла управления формой сигналов 148; 158 - переменный резистор; 159 - переменный конденсатор; 160 - ключ; 161 - оптрон; 162 - сигнальный вход узла управления формой сигнала 148.

Функциональная схема индикатора 150 (см. фиг. 10) выходного блока 18 содержит 157 - сигнальный вход; 163 - светодиод.

Функциональная схема генератора пилообразного напряжения 151 (см. фиг. 10) выходного блока 18 содержит: 162 - сигнальный выход; 164 - транзистор; 165 - первый резистор; 166 - первый элемент НЕ; 167 - второй элемент НЕ; 168 - второй резистор; 169 - первый конденсатор; 170 - третий резистор; 171 - второй конденсатор.

Структурная схема блока анализа импульсов обратной связи 22 (см. фиг. 11) содержит: 23 - первый установочный вход блока анализа импульсов обратной связи 22;

24 - второй установочный вход блока анализа импульсов обратной связи 22; $25_1 - 25_n$ - группу установочных входов блока анализа импульсов обратной связи 22; 69 - сигнальный выход блока анализа импульсов обратной связи 22; 71 - управляющий вход; 172 - узел памяти пересечений; $173_1 - 173_n$ - n узлов памяти различий i -ой полуволны ($i=1,2,\dots,n$); 174 - узел анализа различий; $175_i^1 - 175_i^k$ ($i=1,2,\dots,n+1$) - $(n+1)$ групп первых информационных входов блока анализа импульсов обратной связи 22; $176_i^1 - 176_i^k$ ($i=1,2,\dots, n+1$) - $(n+1)$ групп вторых информационных входов блока анализа импульсов обратной связи 22.

Функциональная схема узла памяти пересечений 172 (см. фиг. 12) блока анализа импульсов обратной связи 22 содержит: 23 - первый установочный вход; 24 - второй установочный вход; 44 - шину питания; 177 - первый переключатель; 178 - второй переключатель; 179 - первый резистор; 180 - первый диод; 181 - счетчик; 182 - второй резистор; 183 - второй диод; 184 - третий резистор; $185_1 - 185_k$ - k выходов группы информационных выходов узла памяти пересечений 172; 186 - дешифратор; 187 индикатор.

Функциональная схема узла памяти различий i -ой полуволны 173; (см. фиг. 13) блока анализа импульсов обратной связи 22 содержит: 25_{2i-1} - первый установочный вход; 25_{2i} - второй установочный вход; 44 - шину питания; 71 - управляющий вход узла памяти различий i -ой полуволны 173; 188_i - первый переключатель; 188_i - второй переключатель; 189 - первый резистор; 190_1 - первый диод; 191 - счетчик; 192 - второй резистор; 190_2 - второй диод; 193 - третий резистор; $194_1 - 194_k$ - k выходов группы информационных выходов узла памяти различий i -ой полуволны 173; 195 - дешифратор; 196 - индикатор; 197_1-197_k - k элементов И; $198_1 - 198_k$ - группу информационных входов узла памяти различий i -ой полуволны 173;.

Функциональная схема узла анализа различий 174 (см. фиг. 14) блока анализа импульсов обратной связи 22 содержит: 69 - сигнальный выход; 71 - управляющий вход; $175_i^1-175_i^k$ ($i=1,2,\dots,n+1$) - $(n+1)$ групп вторых информационных входов узла анализа различий 174; $176_i^1-176_i^k$ ($i=1,2,\dots,n+1$) - $(n+1)$ групп третьих информационных входов узла анализа различий 174; $185_1 - 185_k$ - k входов первой группы первых информационных входов узла анализа различий 174; $194_i^1 - 194_i^k$ ($i=2,\dots,n+1$) - k входов i -х групп первых информационных входов узла анализа различий 174; $198_i^1 - 198_i^k$ ($i=1, 2,\dots,n$) - n групп информационных выходов узла анализа различий 174; 199 - элемент И; $200_1 - 200_{n+1}$ - $(n+1)$ первые сумматоры; $201_1 - 201_{n+1}$ - $(n+1)$ схемы сравнения двоичных кодов; $202_1 - 202_n$ - n вторых сумматоров; $203_1 - 203_n$ - n дешифраторов.

Функциональная схема блока памяти индивидуальной нормы 26 (см. фиг. 15) содержит: 72 - управляющий вход блока памяти индивидуальной нормы 26; 75 -

тактовый вход блока памяти индивидуальной нормы 26; 149 - сигнальный вход блока памяти индивидуальной нормы 26; $175_i^1 - 175_i^k$ ($i=1,2,\dots,n+1$) - $(n+1)$ групп информационных выходов блока памяти индивидуальной нормы 26; 204₁ - первый диод; 204₂ - второй диод; 205 - первый пороговый элемент; 206 - второй пороговый элемент; 207 - элемент ИЛИ; 208 - первый элемент И; 209 - элемент задержки времени; 210₁ - 210_{n+1} - $(n+1)$ счетчиков; 211 - дешифратор; 212 - второй элемент И.

Функциональная схема блока записи параметров зондирующего сигнала 27 (см. фиг. 16) содержит: 73 - управляющий вход блока записи параметров зондирующего сигнала 27; 75 - тактовый вход блока записи параметров зондирующего сигнала 27; 149 - сигнальный вход блока записи параметров зондирующего сигнала 27; $176_i^1 - 176_i^k$ ($i=1,2,\dots,n+1$) - $(n+1)$ групп информационных выходов блока записи параметров зондирующего сигнала 27; 213₁ - первый диод; 213₂ - второй диод; 214 - первый пороговый элемент; 215 - второй пороговый элемент; 216 - элемент ИЛИ; 217 - первый элемент И; 218 - элемент задержки времени; 219₁ - 219_{n+1} - $(n+1)$ счетчиков; 220 - дешифратор; 221 - второй элемент И.

Элементы адаптивного электростимулятора взаимосвязаны следующим образом.

Первый управляющий вход 1 адаптивного электростимулятора (см. фиг. 1) соединен с управляющим входом блока прямоугольных импульсов 2, управляющий вход которого соединен с первым управляющим входом 3 адаптивного электростимулятора, сигнальный выход блока прямоугольных импульсов 2 соединен с сигнальным входом блока формирования пачек импульсов 4 и с первым сигнальным входом блока управления 5, второй 6, третий 7 и четвертый 8 установочные входы адаптивного электростимулятора соединены соответственно с первым, вторым и третьим установочными входами блока формирования пачек импульсов 4, сигнальный выход которого соединен со вторым сигнальным входом блока управления 5, второй 9 и третий 10 управляющие входы адаптивного электростимулятора соединены соответственно с первым и вторым управляющими входами блока управления 5, пятый 11 и шестой 12 установочные входы адаптивного электростимулятора соединены соответственно с первым и вторым установочными входами блока управления 5, первый сигнальный выход которого соединен с сигнальным входом блока управления энергетическим воздействием 13, первый и второй управляющий входы которого соединены соответственно с четвертым 14 и пятым 15 управляющими входами адаптивного электростимулятора, седьмой 16 и восьмой 17 установочные входы которого соединены соответственно с первым и вторым установочными входами блока управления энергетическим воздействием 13, сигнальный выход которого соединен с сигнальным входом выходного блока 18, первый управляющий вход которого соединен с шестым управляющим входом 19

адаптивного электростимулятора, девятый 20 и десятый 21 установочные входы которого соединены соответственно с первым и вторым установочными входами выходного блока 18, первый сигнальный выход которого соединен с третьим сигнальным входом блока управления 5, первый управляющий выход которого соединен с управляющим входом блока анализа импульсов обратной связи 22, первый и второй установочные входы которого соединены соответственно с одиннадцатым 23 и двенадцатым 24 установочными входами адаптивного электростимулятора, входы 25₁ - 25_n группы установочных входов которого соединены с группой установочных входов блока анализа импульсов обратной связи 22, сигнальный выход которого соединен с четвертым сигнальным входом блока управления 5, входы $(n+1)$ групп первых информационных входов блока анализа импульсов обратной связи 22 соединены соответственно с выходами $(n+1)$ групп информационных выходов блока памяти индивидуальной нормы 26, входы $((n+1)$ групп вторых информационных входов блока анализа импульсов обратной связи 22 соединены соответственно с выходами $(n+1)$ групп информационных выходов блока записи параметров зондирующего

сигнала 27, тактовые входы блока памяти индивидуальной нормы 26 и блока анализа импульсов обратной связи 22 объединены и соединены с тактовым выходом блока управления 5, второй управляющий выход которого соединен с управляющим входом блока памяти индивидуальной нормы 26, третий управляющий выход - соединен с управляющим входом блока записи параметров зондирующего сигнала 27, а второй сигнальный выход блока управления 5 соединен с пассивным электродом 28 адаптивного электростимулятора, активный электрод 29 которого соединен со вторым сигнальным выходом выходного блока 18 и сигнальными входами блока памяти индивидуальной нормы 26 и блока записи параметров зондирующего сигнала 27.

В блоке прямоугольных импульсов 2 (см. фиг. 2) сигнальный выход 33 генератора пилообразного напряжения 30 соединен с сигнальным входом генератора прямоугольных импульсов 31, сигнальный выход 32 которого соединен с сигнальным выходом 32 блока прямоугольных импульсов 2, управляющий 1 и установочный 3 входы которого соединены соответственно с управляющим и установочными входами генератора прямоугольных импульсов 31.

В генераторе пилообразного напряжения 30 (см. фиг. 2) блока прямоугольных импульсов 2 сигнальный выход 33 соединен с коллектором транзистора 34, эмиттер которого соединен через первый резистор 35 с общей шиной, выход первого элемента НЕ 36₁ соединен со входом второго элемента НЕ 36₂, через второй резистор 37 соединен со входом первого элемента НЕ 36₁ и через первый конденсатор 38 - с выходом второго элемента НЕ 36₂ и первым выводом третьего резистора 39, второй вывод которого соединен с базой транзистора 34 и через второй конденсатор 40 с общей шиной.

В генераторе прямоугольных импульсов 31 (см. фиг.2) блока прямоугольных

импульсов 2 установочный вход 3 определяет положение регулятора переменного резистора 41, управляющий вход 1 определяет положение ключа 42, первый вход оптрона 43 соединен с шиной питания 44, второй вход оптрона 43 соединен с сигнальным входом 33 генератора прямоугольных импульсов 31, первый выход оптрона 43 соединен с нормально разомкнутой клеммой ключа 42, а второй выход соединен с выходом первого элемента НЕ 45, входом второго элемента НЕ 46; через переменный резистор 41 - с нормально замкнутой клеммой ключа 42 и через резистор 47 - с общей клеммой ключа 42, входом первого элемента НЕ 45 и через конденсатор 48 с выходом второго элемента НЕ 46 и выходом 32 генератора прямоугольных импульсов 31.

В блоке формирования пачек импульсов 4 (см. фиг.3) первый установочный вход 6 определяет положение регулятора переменного резистора 49, второй 7 и третий 8 установочные входы определяют положение первого 50 и второго 51 переключателей, сигнальный вход 32 соединен с единичным входом триггера 52, единичный выход которого соединен со входом запуска одновибратора 53, первый времязадающий вход которого соединен через параллельно соединенные переменный резистор 49 и конденсатор 54 со вторым времязадающим входом, первые клеммы первого 50 и второго 51 переключателей объединены и соединены с шиной питания 44, вторая клемма первого переключателя 50 соединена через первый резистор 55 с общей шиной, с анодом первого диода 56 и с суммирующим входом первого счетчика 57, вторая клемма второго переключателя 51 соединена через второй резистор 58 с общей шиной, с анодом второго диода 59 и с вычитающим входом первого счетчика 57, катоды первого 56 и второго 59 диодов объединены и соединены через третий резистор 60 с общей шиной и с тактовым входом первого счетчика 57, разрядные выходы которого соединены соответственно с разрядными входами второго счетчика 61 и разрядными входами дешифратора 62, разрядные выходы которого соединены с разрядными входами индикатора 63, выход 64 блока формирования пачек импульсов 4 соединен с выходом одновибратора 53 и с вычитающим выходом второго счетчика 61, выход "нуля" которого соединен с нулевым входом триггера 52.

В блоке управления 5 (см. фиг. 4) первый сигнальный вход 32 соединен с первым сигнальным входом узла управления сигналами 65, второй сигнальный вход которого соединен со вторым сигнальным входом 64 блока управления 5, первый 9 и второй 10 управляющие входы которого соединены с первым и вторым управляющими входами узла управления сигналами 65, первый 11 и второй 12 установочные входы блока управления 5 соединены соответственно с первым и вторым установочными входами узла задания времени терапии 66, третий сигнальный вход 67 блока управления 5 соединен с сигнальным входом узла контроля отрыва 68, четвертый сигнальный вход 69 блока управления 5 соединен с третьим сигнальным

входом узла управления сигналами 65, первый сигнальный выход которого соединен с первым сигнальным выходом 70 блока управления 5, первый управляющий выход узла управления сигналами 65 соединен с первым управляющим выходом 71 блока управления 5, второй управляющий выход - соединен со вторым управляющим выходом 72 блока управления 5, третий управляющий выход - соединен с третьим управляющим выходом 73 блока управления 5, четвертый управляющий выход - соединен с первым управляющим входом узла задания времени терапии 66, управляющий выход которого соединен с третьим управляющим входом узла управления сигналами 65, четвертый управляющий вход которого соединен с управляющим выходом узла контроля отрыва 68, сигнальный выход которого соединен со вторым сигнальным выходом 74 блока управления 5, тактовый выход 75 которого соединен с первым тактовым выходом генератора опорных сигналов 76, второй тактовый выход которого соединен с тактовым входом узла задания времени терапии 66.

В узле управления сигналами 65 (см. фиг.5) блока управления 5 первый управляющий вход 9 определяет положение ключа 77, а второй управляющий вход 10 определяет положение переключателя 78, первая клемма которого соединена с шиной питания 44, а вторая соединена через первый резистор 79 с общей шиной и со входом запуска первого одновибратора 80, первый времязадающий вход которого соединен через параллельно соединенные второй резистор 81 и первый конденсатор 82 со вторым времязадающим входом одновибратора 80, выход которого соединен со вторым управляющим выходом 72 узла управления сигналами 65, с первым входом первого элемента И 83, первым входом первого элемента ИЛИ 84 и с первым инверсным входом второго элемента И 85; общая клемма ключа 77 соединена с общей шиной, нормально замкнутая клемма ключа 77 соединена через третий резистор 86 с шиной питания 44 и единичным входом первого триггера 87, нормально разомкнутая клемма ключа 77 соединена через четвертый резистор 88 с шиной питания 44 и нулевым входом первого триггера 87, единичный выход которого соединен с первым входом третьего элемента И 89, а нулевой выход - с первым входом четвертого элемента И 90; первый сигнальный вход 32 узла управления сигналами 65 соединен со вторым входом первого элемента И 83, вторым входом третьего элемента И 89, первым входом пятого элемента И 91, второй сигнальный вход 64 узла управления сигналами 65 соединен со вторым входом четвертого элемента И 90, четвертый сигнальный вход 69 узла управления сигналами 65 соединен с инверсным входом второго элемента ИЛИ 92, прямой вход которого соединен с четвертым управляющим входом 93 узла управления сигналами 65, а выход - соединен с инверсными входами первого 83, третьего 89, четвертого 90 и пятого 91 элементов И; выходы первого 83, третьего 89, четвертого 90 и пятого 91 элементов И соединены соответственно с первым, вторым, третьим и четвертым входами третьего элемента ИЛИ

94, выход которого соединен с первым сигнальным выходом 70 узла управления сигналами 65, четвертый управляющий вход 95 узла управления сигналами 65 соединен с нулевым входом второго триггера 96, с нулевым динамическим входом третьего триггера 97 и с прямым входом второго элемента И 85, выход которого соединен с единичным входом второго триггера 96, единичный выход которого соединен с третьим входом четвертого элемента И 90, а нулевой выход соединен с входом запуска второго одновибратора 98, первый времязадающий вход которого соединен через параллельно соединенные пятый резистор 99 и второй конденсатор 100 со вторым времязадающим входом, выход второго одновибратора 98 соединен с третьим управляющим 73 выходом узла управления сигналами 65, со входом элемента задержки 101 и со вторым входом первого элемента ИЛИ 84, выход которого соединен с динамическим единичным входом третьего триггера 97, единичный выход которого соединен с четвертым управляющим выходом 102 узла управления сигналами 65, выход элемента задержки 101 соединен со входом запуска третьего одновибратора 103, первый времязадающий вход которого соединен через параллельно соединенные шестой резистор 104 и третий конденсатор 105 со вторым времязадающим входом; выход третьего одновибратора 103 соединен с первым управляющим выходом 71 узла управления сигналами 65.

В узле задания времени терапии 66 (см. фиг. 6) блока управления 5 первый 11 и второй 12 установочные входы определяют положение первого 106 и второго 107 переключателей; первые клеммы первого 106 и второго 107 переключателей объединены и соединены с шиной питания 44; вторая клемма первого переключателя 106 соединена через первый резистор 108 с земляной шиной, с анодом первого диода 109 и с суммирующим входом первого счетчика 110; вторая клемма второго переключателя 107 соединена через второй резистор 111 с общей шиной, с анодом второго 112 диода и с вычитающим входом первого счетчика 110; катоды первого 109 и второго 112 диодов объединены и соединены через третий резистор 113 с общей шиной и с тактовым входом первого счетчика 110, разрядные выходы которого соединены соответственно с разрядными входами второго счетчика 114 и разрядными входами дешифратора 115, разрядные выходы которого соединены с разрядными входами индикатора 116; прямые разрядные выходы второго счетчика 114 соединены со входами элемента ИЛИ 117, а инверсные разрядные выходы - соединены с входами первого элемента И 118; выходы элемента ИЛИ 117 и первого элемента И 118 соединены соответственно с единичным и нулевым входами триггера 119, нулевой выход которого соединен с управляющим выходом 95 узла задания времени терапии 66, управляющий вход 102 которого соединен с первым входом второго элемента И 120 и с управляющим входом второго счетчика 114, вычитающий вход которого соединен с выходом второго элемента И 120, второй вход которого соединен с тактовым входом 121 узла задания времени терапии 66.

В узле контроля отрыва 68 (см. фиг.7) блока управления 5 сигнальный вход 67 соединен с общей шиной и через резистор 122 с сигнальным выходом 74 узла контроля отрыва 68 и с первым входом порогового элемента 123, второй вход которого соединен с общей шиной, а выход - соединен с управляющим выходом 93 узла контроля отрыва 68.

В генераторе опорных сигналов 76 (см. фиг. 8) блока управления 5 первый тактовый выход 75 соединен со входом делителя частоты 123, с выходом первого элемента НЕ 124 и через конденсатор 125 со входом второго элемента НЕ 126 и с первым выводом резистора 127, второй вывод которого соединен со входом первого элемента НЕ 124 и выходом второго элемента НЕ 126, выход делителя частоты 123 соединен со вторым тактовым выходом 121 генератора опорных сигналов 76.

В блоке управления энергетическим воздействием 13 (см. фиг. 9) первый управляющий вход 14 и первый установочный вход 16 соединены соответственно с управляющим и установочными входами генератора трапецеидальных сигналов 128, второй управляющий вход 15 и второй установочный вход 17 соединены соответственно с управляющим и установочными входами узла задания энергии 129, сигнальный вход 70 блока управления энергетическим воздействием 13 соединен с сигнальным входом генератора трапецеидальных сигналов 128 узла задания энергии 129; сигнальный выход 130 генератора трапецеидальных сигналов 128 соединен с сигнальным входом 130 узла задания энергии 129, сигнальный выход которого соединен с сигнальным выходом 131 блока управления энергетическим воздействием 13.

В генераторе трапецеидальных сигналов 128 блока управления энергетическим воздействием 13 (см. фиг. 9) управляющий вход 14 определяет положение первого ключа 132, установочный вход 16 определяет положение переключателя 133, сигнальный вход 70 соединен со счетным входом двоичного счетчика 134, разрядные выходы которого соединены с разрядными входами дешифратора 135, разрядные выходы которого, за исключением последнего, соединены с соответствующими клеммами переключателя 133, а последний разрядный выход дешифратора 135 соединен с первым входом установки в ноль триггера 136, вход установки в единицу которого соединен с общей клеммой переключателя 133, второй вход установки в ноль триггера 136 соединен через первый резистор 137 с земляной шиной и через ключ 132 с шиной питания 44, единичный выход триггера 136 соединен через второй резистор 138 с базой транзистора 139 и через конденсатор 140 с общей шиной, эмиттер транзистора 139 соединен через третий резистор 141 с общей шиной, а коллектор - с сигнальным выходом 130 генератора трапецеидальных сигналов 13.

В узле задания энергии 129 блока управления энергетическим воздействием 13 (см. фиг. 9) управляющий вход 15 определяет положение ключа 142, а установочный вход 17 определяет положение регулятора

переменного резистора 143, общая клемма ключа 142 соединена с шиной питания 44 и первым входом оптрона 144, второй вход которого соединен с сигнальным входом 130 узла задания энергии 129, первый выход оптрона 144 соединен с нормально разомкнутой клеммой ключа 143, сигнальный вход 70 узла задания энергии 129 соединен со входом запуска одновибратора 145, первый времязадающий вход которого соединен через конденсатор 146 со вторым времязадающим входом одновибратора 145, вторым выходом оптрона 144 и через переменный резистор 143 с нормально замкнутой клеммой ключа 142, выход одновибратора 145 соединен с сигнальным выходом 131 узла задания энергии 129.

В выходном блоке 18 (см. фиг. 10) сигнальный вход 131 блока соединен с сигнальным входом 131 усилителя мощности 147, первый сигнальный выход 67 которого соединен с первым сигнальным выходом 67 выходного блока 18 и с первым сигнальным входом-выходом 67 узла управления формой сигналов 148; второй сигнальный выход 149 усилителя мощности 147 соединен со вторым сигнальным выходом 149 выходного блока 18 и со вторым сигнальным входом-выходом 149 узла управления формой сигналов 148, а третий сигнальный выход 157 усилителя мощности 147 соединен с сигнальным входом индикатора 157, сигнальный вход 162 узла управления формой сигналов 148 соединен с сигнальным выходом 162 генератора пилообразного напряжения 151, управляющий вход 19 узла управления формой сигналов 148 соединен с управляющим входом 19 выходного блока 18, первый 20 и второй 21 установочные входы которого соединены с первым 20 и вторым 21 установочными входами узла управления формой сигналов 148.

В усилителе мощности 147 (см. фиг. 10) выходного блока 18 сигнальный вход 131 через элемент НЕ 152 и резистор 153 соединен с базой транзистора 154; шина питания 44 соединена со вторым сигнальным выходом 149 усилителя мощности 147 и с началом первичной обмотки импульсного трансформатора 155, конец которой соединен с концом вторичной обмотки трансформатора 155 и через диод 156 - с коллектором транзистора 154, начало вторичной обмотки импульсного трансформатора 155 соединено с первым сигнальным выходом 67 усилителя мощности 147, третий сигнальный выход 157 которого соединен с эмиттером транзистора 154.

В узле управления формой сигналов 148 (см. фиг. 10) выходного блока 18 первый установочный вход 20 определяет положение регулятора переменного резистора 158, а второй установочный вход 21 определяет положение регулятора переменного конденсатора 159, управляющий вход 19 определяет положение ключа 160, первый сигнальный вход-выход 67 узла управления формой сигналов 148 соединен с первым выходом оптрона 161 и первым выводом переменного резистора 158, второй вывод которого соединен с нормально замкнутой клеммой ключа 160, нормально разомкнутая клемма которого соединена со вторым выходом оптрона 161, первый вход оптрона 161 соединен с шиной питания 44, а второй

вход оптрона 161 соединен с сигнальным входом 162 узла управления формой сигнала 148, второй сигнальный вход-выход 149 которого соединен через переменный конденсатор 159 с общей клеммой ключа 160.

В индикаторе 150 (см. фиг. 10) выходного блока 18 сигнальный вход 157 через светодиод 163 соединен с общей шиной.

В генераторе пилообразного напряжения 151 (см. фиг. 10) выходного блока 18 сигнальный выход 162 соединен с коллектором транзистора 164, эмиттер которого соединен через первый резистор 165 с общей шиной, выход первого элемента НЕ 166 соединен со входом второго элемента НЕ 167, через второй резистор 168 соединен со входом первого элемента НЕ 166 и через первый конденсатор 169 с выходом второго элемента НЕ 167 и первым выводом третьего резистора 170, второй вывод которого соединен с базой транзистора 164 и через второй конденсатор 171 с общей шиной.

В блоке анализа импульсов обратной связи 22 (см. фиг. 11) управляющий вход 71 соединен с управляющими входами узла памяти пересечений 172, каждого i -го узла памяти различий i -ой полуволны 173; из группы n узлов и с управляющим входом узла анализа различий 174, сигнальный выход которого соединен с сигнальным выходом 69 блока анализа импульсов обратной связи 22, первый 23 и второй 24 установочные входы блока анализа импульсов обратной связи 22 соединены с первым и вторым установочными входами узла памяти пересечений 172, 25_{2i-1} и 25_{2i} ($2i-1$)-й $2i$ -й ($i=1,2,\dots,n$) установочные входы блока анализа импульсов обратной связи 22 из группы $2n$ установочных входов соединены соответственно с первым и вторым установочными входами i -го узла памяти различий i -ой полуволны 173_i , входы из $n+1$ групп первых информационных входов узла анализа различий 174 соединены соответственно с выходами групп информационных выходов узла памяти пересечений 172 и узлов памяти различий i -ых полуволн 173_i ($i=1,2,\dots,n$), входы из n групп информационных выходов узла анализа различий 174 соединены соответственно с входами групп информационных входов узлов памяти различий i -ых полуволн 173_i ($i=1,2,\dots,n$), k входов из $(n+1)$ групп вторых информационных входов узла анализа различий 174 соединены соответственно с k входами группы первых информационных входов $175_i^1 - 175_i^k$ ($i=1,2,\dots,n+1$) блока анализа импульсов обратной связи 22, k входов из $(n+1)$ групп третьих информационных входов узла анализа различий 174 соединены соответственно с k входами группы вторых информационных входов $176_i^1 - 176_i^k$ ($i=1,2,\dots,n+1$) блока анализа импульсов обратной связи 22.

В узле памяти пересечений 172 (см. фиг. 12) блока анализа импульсов обратной связи 22 первый 23 и второй 24 установочные входы определяют положение первого 177 и второго 178 переключателей, первые клеммы первого 177 и второго 178 переключателей объединены и соединены с шиной питания 44, вторая клемма первого переключателя 177 соединена через первый резистор 179 с

общей шиной, с анодом первого диода 180 и с суммирующим входом счетчика 181, вторая клемма второго переключателя 178 соединена через второй резистор 182 с общей шиной, с анодом второго 183 диода и с вычитающим входом счетчика 181, катоды первого 180 и второго 183 диодов объединены и соединены через третий резистор 184 с земляной шиной и с тактовым входом счетчика 181, к разрядных выходов которого соединены соответственно с k выходами группы информационных выходов 185₁ - 185_k узла памяти пересечений 172 и с k разрядными входами дешифратора 186, разрядные выходы которого соединены с разрядными входами индикатора 187, управляющий вход 71 узла памяти пересечений 172 соединен со входом разрешения считывания счетчика 181.

В узле памяти различий i-ой полувольты 173_i (см. фиг. 13) блока анализа импульсов обратной связи 22 первый 25_{2i-1} и второй 25_{2i} установочные входы определяют положение первого 188₁ и второго 188₂ переключателей, первые клеммы первого 188_{1i} и второго 188_{2i} переключателей объединены и соединены с шиной питания 44, вторая клемма первого переключателя 188₁ соединена через первый резистор 189 с общей шиной, с анодом первого диода 190₁ и с суммирующим входом счетчика 191, вторая клемма второго переключателя 188_{2i} соединена через второй резистор 192 с общей шиной, с анодом второго 190₂ диода и с вычитающим входом счетчика 191, катоды первого 190₁ и второго 190₂ диодов объединены и соединены через третий резистор 193 с общей шиной и с тактовым входом счетчика 191, к разрядных выходов которого соединены соответственно с k выходами группы информационных выходов 194₁ - 194_k узла памяти различий i-ой полувольты 173_i и с k разрядными входами дешифратора 195, разрядные выходы которого соединены с разрядными входами индикатора 196, управляющий вход 71 узла памяти различий i-ой полувольты 173_i соединен с первыми входами элементов И 197₁ - 197_k группы элементов И, выходы которых соединены соответственно с разрядными входами счетчика 191, а вторые входы с соответствующими входами группы информационных выходов 198₁ - 198_k узла памяти различий i-ой полувольты 173_i.

В узле анализа различий 174 (см. фиг. 14) блока анализа импульсов обратной связи 22 управляющий вход 71 соединен с первым входом элемента И 199, и с управляющими входами n+1 первых сумматоров 200₁ - 200_{n+1} и n+1 схем сравнения двоичных кодов 201₁ - 201_n, k входов первой группы из (n+1) групп первых информационных выходов 185₁-185_k узла анализа различий 174 соединены соответственно с первой группой информационных входов первой 201₁ схемы сравнения двоичных кодов, k входов i-x групп первых информационных входов 194₁¹ - 194₁^k (i=1,2,...,n) узла анализа различий 174 соединены соответственно с первыми группами информационных входов (i+1)-й 201_{i+1} схемы сравнения двоичных кодов и

выходами первых групп информационных входов вторых сумматоров 202_i, вторые группы информационных входов первой 201₁ соединены соответственно с группой информационных выходов первого сумматора 200₁, а выход - соединен со вторым входом элемента И 199, выход которого соединен с сигнальным выходом 69 узла анализа различий 174, вторые группы информационных входов i-ых (i=2,3,...,n) схем сравнения двоичных кодов 201_i соединены соответственно с группой информационных выходов соответствующих i-x сумматоров 200_i, входами вторых групп информационных входов вторых сумматоров 202_{i-1} и группами информационных входов соответствующих дешифраторов 203_{i-1}, выходы которых соединены соответственно с остальными входами элемента И 199, выходы групп информационных выходов вторых сумматоров 202_i соединены соответственно с выходами 198_i¹ - 198_i^k групп информационных выходов узла анализа различий 174, k входов 175_i¹ - 175_i^k (i=1,2,..., n+1) i-ых групп вторых информационных входов узла анализа различий 174 соединены соответственно с k входами группы первых информационных входов первых сумматоров 200_i, k входов 176_i¹ - 176_i^k (i=1,2,...,n+1) i-ых групп третьих информационных входов узла анализа различий 174 соединены соответственно с k входами группы вторых информационных входов первых сумматоров 200_i.

В блоке памяти индивидуальной нормы 26 (см. фиг. 15) сигнальный вход 149 соединен с анодом первого 204₁ и катодом второго 204₂ диодов, катод первого диода 204₁ соединен со входом первого порогового элемента 205, анод второго диода 204₂ соединен со входом второго порогового элемента 206, выходы первого 205 и второго 206 пороговых элементов соединены с первым и вторым входами элемента ИЛИ 207, выход которого соединен с первым входом первого элемента И 208, второй вход которого соединен с выходом элемента задержки времени 209, вход которого соединен с управляющим входом 72 блока памяти индивидуальной нормы 26 и со входами сброса в нулевое состояние счетчиков 210₁-210_{n+1} и дешифратора 211, тактовый вход 75 блока памяти индивидуальной нормы 26 соединен с прямым входом второго элемента И 212, инверсный вход которого соединен с выходом первого элемента И 208, входом записи и счетным входом счетчика 210₁, разрядные выходы первого счетчика 210₁ соединены с разрядными входами дешифратора 211₁ и с соответствующими выходами 175_i¹ - 175_i^k первой группы информационных выходов блока памяти индивидуальной нормы 26, i-е разрядные выходы дешифратора 211 (i=1,2,...,n) соединены со входами управления (i+1)-х счетчиков 210_{i+1}, счетные входы счетчиков 210₂-210_{n+1} объединены и соединены с выходом второго элемента И 212, разрядные выходы i-x (i= 2,3,...,n) счетчиков 210_i соединены с выходами 175_i¹-175_i^k i-x

групп информационных выходов блока памяти индивидуальной нормы 26.

В блоке записи параметров зондирующего сигнала 27 (см. фиг. 16) сигнальный вход 149 соединен с анодом первого 213₁ и катодом второго 213₂ диодов, катод первого диода 213₁ соединен со входом первого порогового элемента 214, анод второго диода 214₂ соединен со входом второго порогового элемента 215, выходы первого 214 и второго 215 пороговых элементов соединены с первым и вторым входами элемента ИЛИ 216, выход которого соединен с первым входом первого элемента И 217, второй вход которого соединен с выходом элемента задержки времени 218, вход которого соединен с управляющим входом 73 блока записи параметров зондирующего сигнала 27 и со входами сброса в нулевое состояние счетчиков 219₁-219_{n+1} и дешифратора 220, тактовый вход 75 блока записи параметров зондирующего сигнала 27 соединен с прямым входом второго элемента И 221, инверсный вход которого соединен с выходом первого элемента И 217, входом записи и счетным входом счетчика 219₁, разрядные выходы первого счетчика 219₁ соединены с разрядными входами дешифратора 220 и с соответствующими выходами 176_i¹ - 176_i^k первой группы информационных выходов блока записи параметров зондирующего сигнала 27, i-е разрядные выходы дешифратора 220 (i=1,2,...,n) соединены со входами управления (i+1)-х счетчиков 219_{i+1}, счетные входы счетчиков 219₂-219_{n+1} объединены и соединены с выходом второго элемента И 221, разрядные выходы i-х (i=2,3,...,n) счетчиков 219_i соединены с выходами 176_i¹-176_i^k i-х групп информационных выходов блока записи параметров зондирующего сигнала 27.

Адаптивный электростимулятор работает следующим образом.

Вначале рассмотрим назначение и настройку работы электростимулятора. Электростимулятор является источником электрического стимулирующего воздействия на органы человеческого организма, которое через активный 29 и пассивный 28 электроды передается на выбранную зону на коже пациента, посредством приложения к точкам зоны. Выбор точек приложения электродов осуществляется лечащим врачом.

Уровень воздействия стимулирующих импульсов для каждого пациента соответствует субъективным особенностям его организма.

В адаптивном электростимуляторе реализованы возможности широкой вариативности сигналов стимулирующего воздействия и выбор различных режимов работы.

Назначение управляющих и установочных входов следующее.

По первому управляющему входу 1 (см. фиг. 1 и 2) электростимулятора осуществляется выбор режимов либо постоянной, либо "плавающей" частоты стимулирующих импульсов, что осуществляется заданием положения ключа 42 (см. фиг. 2) в генераторе прямоугольных импульсов 31 блока формирования прямоугольных импульсов 2. При включении

режима "плавающей частоты" частота следования сигналов генератора прямоугольных импульсов 31 будет меняться по закону, задаваемому генератором пилообразного напряжения 30 (форма сигнала управления экспоненциальная, близкая к линейной (см. фиг. 17)). Это позволит варьировать частоту следования стимулирующих импульсов, что при лечении больного, в свою очередь, позволит найти частоту стимулирующих импульсов, оказывающую наилучший терапевтический эффект.

По первому установочному входу 3 адаптивного электростимулятора задается частота стимулирующих импульсов (только в режиме постоянной частоты), что осуществляется с помощью переменного резистора 41 (см. фиг. 2) в генераторе прямоугольных импульсов 31 блока формирования импульсов 2.

По второму установочному входу 6 адаптивного электростимулятора (см. фиг. 1 и 3) устанавливается длительность времени между соседними импульсами в "пачке" их следования, что осуществляется с помощью переменного резистора 49 в блоке формирования пачек импульсов 4.

По третьему 7 и четвертому 8 установочным входам задается число импульсов в "пачке" их следования, что осуществляется с помощью первого 50 и второго 51 переключателей в блоке формирования пачек импульсов 4.

По второму управляющему входу 9 (см. фиг. 1, 4 и 5) адаптивного электростимулятора осуществляется выбор режима работы либо без обратной связи, либо с обратной связью, что осуществляется заданием положения ключа 77 узла управления сигналами 65 блока управления 5.

По третьему управляющему входу 10 (см. фиг. 1, 4 и 5) осуществляется запуск электростимулятора после произведенных настроек начальных параметров стимулирующих импульсов, что осуществляется ключом 78 узла управления сигналами 65 блока управления 5.

По пятому 11 и шестому 12 установочным входам адаптивного электростимулятора (см. фиг. 1, 4 и 6) устанавливается время терапии, что осуществляется первым 106 и вторым 107 переключателем узла задания времени терапии 66 блока управления 5.

По четвертому 14 и пятому 15 управляющим входам адаптивного электростимулятора (см. фиг. 1 и 9) осуществляется включение-выключение режима амплитудно-временной модуляции стимулирующих сигналов с помощью ключей 132 генератора трапецеидальных сигналов 128 и ключа 142 узла задания энергии 129 блока управления энергетическим воздействием.

По седьмому установочному входу 16 (см. фиг. 1 и 9) адаптивного электростимулятора задается скважность трапецеидальных импульсов, формируемых на выходе генератора трапецеидальных сигналов 128 блока управления энергетическим воздействием.

По восьмому установочному входу 17 (см. фиг. 1 и 9) адаптивного электростимулятора задается уровень энергии воздействующих

импульсов в узле задания энергии 129 блока управления энергетическим воздействием 13.

По шестому управляющему входу 19 (см. фиг. 1 и 10) адаптивного электростимулятора осуществляется переключение последнего в режим автоматического варьирования стимулирующих сигналов по частоте и по форме одновременно. Это осуществляется ключом 160 в узле управления формой сигналов 148 выходного блока 18.

По девятому 20 и десятому 21 установочным входам (см. фиг. 1 и 10) адаптивного электростимулятора происходит плавная регулировка параметров стимулирующих импульсов в узле управления формой сигналов 148 выходного блока 18, что позволяет выбрать режим безболезненного (комфортного для пациента) воздействия стимулирующими импульсами на выбранную зону кожи пациента. При этом уровень воздействия стимулирующими импульсами доводится лечащим врачом до индивидуального порога чувствительности, при котором пациент испытывает субъективные ощущения электрического покалывания в точках приложения электродов. Врачу предоставляется возможность оптимального выбора индивидуального дозирования воздействия путем подбора параметров переменного резистора 158 и переменного конденсатора 159 в узле управления формой сигналов 148 выходного блока 18.

По одиннадцатому 23 и двенадцатому 24 установочным входам адаптивного электростимулятора (см. фиг. 1, 11 и 12) определяется допустимое различие в числе пересечений оси "х" (нулевого уровня) первого зондирующего сигнала и последующих зондирующих сигналов. Это определяется первым 177 и вторым 178 переключателями узла памяти пересечений 172 блока анализа импульсов обратной связи 22.

По установочным входам 25_{2i+1} и 25_{2i} ($i=1,2,\dots,n$) группы установочных входов 25_1-25_n (см. фиг. 1, 11 и 13) адаптивного электростимулятора определяется допустимое различие в длительности i -х полувольт первого зондирующего сигнала и последующих зондирующих сигналов. Это определяется первым 187 и вторым 188 переключателями узла памяти различий i -й полувольты блока анализа импульсов обратной связи 22.

После осуществления настройки адаптивного электростимулятора активный 28 и пассивный 29 электроды прикладываются врачом к участку кожного покрова организма и путем подачи сигнала по третьему управляющему входу 10 происходит запуск устройства.

Блок прямоугольных импульсов 2 вырабатывает прямоугольные импульсы, частота следования которых определяется выбранным режимом работы по первому управляющему входу 1 адаптивного электростимулятора и произведенной настройкой по первому установочному входу 3 электростимулятора.

Импульсы с выхода блока прямоугольных импульсов 2 подаются на первый сигнальный вход блока управления 5 и на сигнальный вход блока формирования пачек импульсов 4.

В блоке формирования пачек импульсов 4

по третьему 7 и четвертому 8 установочным входам задается число импульсов, которые следуют один за другим в пачке через время, определенное установкой по второму установочному входу 6 адаптивного электростимулятора (см. фиг. 18).

По второму управляющему входу 9 адаптивного электростимулятора задается режим работы либо с обратной связью, либо без обратной связи. При режиме работы без обратной связи фактически отключены от работы блок анализа импульсов обратной связи 22, блок памяти индивидуальной нормы 26 и блок записи параметров зондирующего сигнала 27. Работа адаптивного электростимулятора происходит без автоматического анализа изменений параметров реакции на стимулирующие импульсы в процессе терапии.

В режиме работы с обратной связью происходит следующее.

Наличие контакта электродов с кожей определяется узлом контроля отрыва 68 блока управления 5. При наличии контакта блок управления 5 определяет работу других блоков электростимулятора.

Вначале блоком управления посылается зондирующий сигнал, параметры которого определены в блоке управления энергетическим воздействием 13 и в выходном блоке 18.

В блоке памяти индивидуальной нормы 26 параметры зондирующего сигнала запоминаются при получении сигнала разрешения по управляющему входу от второго управляющего выхода блока управления 5. Запоминается число пересечений импульсами вынужденных колебаний оси "х", а также длительности полувольт импульсов.

Затем блоком управления включается режим терапии, при котором осуществляется воздействие стимулирующими импульсами в течение определенного времени. Время терапии устанавливается по пятому 11 и шестому 12 установочным входам адаптивного электростимулятора.

По истечении времени терапии блок управления посылает зондирующий сигнал, идентичный первому зондирующему сигналу.

Параметры реакции на вновь посланный зондирующий сигнал записываются в блок записи параметров зондирующего сигнала 27 при получении сигнала разрешения по управляющему входу от третьего управляющего выхода блока управления 5. Запоминается также число пересечений импульсами вынужденных колебаний оси "х", а также длительности полувольт импульсов.

С первого управляющего выхода блока управления 5 на управляющий вход блока анализа импульсов обратной связи 22 подается сигнал разрешения, по которому в данном блоке осуществляется сравнение параметров эталонного (первого) зондирующего сигнала и последующего.

Сравнение состоит в следующем. Определяется различие в числе пересечений импульсами вынужденных колебаний оси "х", а также различие в длительностях i -х ($i=1,2,\dots,n$) полувольт импульсов.

Затем различие в числе пересечений импульсами вынужденных колебаний оси "х" сравнивается с допустимым различием в числе пересечений оси "х", введенным по

одиннадцатому 23 и двенадцатому 24 установочным входам адаптивного электростимулятора.

Также и для каждой i -й полуволны сравнивается различие в длительности полувольт импульсов с допустимым различием в длительности i -х полувольт первого и последующих зондирующих сигналов, введенным по установочным входам 25_{2i-1} и 25_{2i} ($i=1,2,\dots,n$) группы установочных входов 25_1-25_{2n} адаптивного электростимулятора. После этого, если результат сравнения не находится в нужных пределах (например, меньше конкретной малой величины), то в блоке анализа импульсов обратной связи 22 осуществляется коррекция установок, сделанных по установочным входам 25_{2i-1} и 25_{2i} . Для этого существующая установка в разнице и полученная разница складываются и делятся на два. Полученный результат принимается за новую установку в разнице i -х полувольт и запоминается в узлах памяти различий i -х полувольт 173; блока анализа импульсов обратной связи 22. Это делается с той целью, что при существенных патологиях может и не произойти должной реакции организма на стимулирующие импульсы, т.е. процесс стимуляции может быть сколь угодно долгим. Этого быть не должно, тем более практика показала надежность и эффективность данного подхода к изменению начальных установок при осуществлении терапии.

Если различия в числе пересечений импульсами вынужденных колебаний оси "х" эталонного зондирующего сигнала и последующего сравнимы в нужных пределах с допустимым различием в числе пересечений оси "х", введенным по одиннадцатому 23 и двенадцатому 24 установочным входам адаптивного электростимулятора, а также различия для каждой i -й полуволны сравнимы в нужных пределах с допустимым различием в длительности i -х полувольт первого зондирующего сигнала и последующих зондирующих сигналов, введенным по установочным входам 25_{2i-1} и 25_{2i} ($i=1,2,\dots,n$) группы установочных входов 25_1-25_{2n} адаптивного электростимулятора, то блок анализа импульсов обратной связи 22 вырабатывает на сигнальном выходе сигнал, который подается на четвертый сигнальный вход блока управления 5 и блок управления 5 подает сигнал о необходимости прекращения процесса электростимуляции кожного покрова.

Если сигнала по четвертому управляющему входу в блок управления 5 от блока анализа импульсов обратной связи 22 не поступает, то блок управления вновь включает режим терапии на заданное время по пятому 11 и шестому 12 установочным входам адаптивного электростимулятора.

По истечении времени терапии блок управления посылает очередной зондирующий сигнал идентичный эталонному. Параметры реакции на вновь посланный зондирующий сигнал записываются в блок записи параметров зондирующего сигнала 27. С первого управляющего выхода блока управления 5 на управляющий вход блока анализа импульсов обратной связи 22 подается сигнал разрешения и в данном

блоке осуществляется очередное сравнение параметров эталонного (первого) зондирующего сигнала и последнего зондирующего сигнала.

Параметры импульсов электростимуляции устанавливаются в блоке управления энергетическим воздействием 13 и в выходном блоке 18.

Рассмотрим работу адаптивного электростимулятора по блокам.

В блоке прямоугольных импульсов (см. фиг. 2) генератор прямоугольных импульсов 31 (см. фиг. 2) генерирует последовательность прямоугольных импульсов (см. фиг. 17) с переменными частотами, которые могут быть определены либо величиной переменного резистора 41, либо величиной сопротивления цепи оптрона 43, в зависимости от заданного по первому управляющему входу 1 электростимулятора, а следовательно, и блока формирования прямоугольных импульсов 2 режима работы.

Пусть ключ 42 находится в замкнутом состоянии, т.е. частота генерирования импульсов определяется величиной переменного резистора 41. Величина переменного резистора 41 плавно задается настройкой по первому установочному входу 3 электростимулятора (установочным входам 3 блока формирования прямоугольных импульсов 2 и генератора прямоугольных импульсов 31). Настройкой по первому установочному входу 3 меняется положение регулятора переменного резистора 41, что вызывает изменение параметров частотозадающей RC цепи, состоящей из параллельно соединенных переменного резистора 41, резистора 47 и конденсатора 48. Импульсы на выходе 32 генератора прямоугольных импульсов 31 характеризуются периодом T их следования.

Если ключ 42 находится в разомкнутом состоянии, т.е. включен режим частотной модуляции, то частота генерирования импульсов генератором прямоугольных импульсов 31 определяется величиной выходной цепи оптрона 43, которая зависит от величины напряжения, подаваемого на второй вход оптрона 43 от сигнального входа 32 генератора прямоугольных импульсов 31.

Напряжение, управляющее оптроном 43, формируется на выходе генератора пилообразного напряжения 30 блока формирования тактовых импульсов 2. В данном генераторе пилообразного напряжения 30 (см. фиг. 2) частота генерируемых импульсов определяется времязадающей цепью, составленной из первого конденсатора 38 и второго резистора 37. Третий резистор 39 и второй конденсатор 40 составляют интегрирующую цепь. На транзисторе 34 реализован выходной каскад. Таким образом на выходе 32 генератора пилообразного напряжения 30 формируется сигнал, форма которого соответствует напряжению "пилы" во времени (см. фиг. 17).

Исходя из величины напряжения, управляющего величиной нелинейного сопротивления выходной цепи оптрона 43, частота генератора прямоугольных импульсов 31 в этом режиме будет модулирована в соответствии с напряжением, подаваемым на сигнальный вход 33 от генератора пилообразного напряжения 30.

Импульсы с выхода 32 блока

формирования прямоугольных импульсов 2 подаются на первый сигнальный вход 32 блока управления 5 и на сигнальный вход 32 блока формирования пачек импульсов 4.

В блоке формирования пачек импульсов по второму 7 и третьему 8 установочным входам путем манипуляций с переключателями 50 и 51 ("больше" - "меньше") в счетчик 57 заносится код числа импульсов в "пачке", т.е. импульсов, которые будут следовать один за другим через интервал времени, задаваемый одновибратором 53 (см. фиг. 18). Код числа импульсов из первого счетчика 57 переносится во второй счетчик 61 и в дешифратор 62.

На индикаторе 63 пользователь прибора (лечащий врач) имеет возможность отслеживать и выбирать число импульсов, которые будут установлены в "пачке".

Практика показала, что число импульсов в пачке целесообразно выбирать от одного до восьми.

По первому установочному входу 6 блока формирования пачек импульсов 4 путем подбора величины переменного сопротивления устанавливается величина длительности времени между соседними импульсами в "пачке".

После поступления импульса по сигнальному входу 32 блока формирования пачек импульсов 4 триггер 52 разрешает работу одновибратору 53 (см. фиг. 18).

Каждый импульс с выхода одновибратора 53 уменьшает содержимое второго счетчика 61 на единицу. Когда содержимое второго счетчика 61 станет равным нулю, то триггер 52 запретит одновибратору 53 формирование импульсов.

"Пачки" импульсов с сигнального выхода 64 блока формирования пачек импульсов 4 подаются на второй сигнальный вход блока управления 5.

Блок управления 5 определяет алгоритм работы адаптивного электростимулятора в целом. Рассмотрим его работу.

В соответствии с описанным выше алгоритмом блок управления коммутирует сигналы блока формирования прямоугольных импульсов 2 и блока формирования пачек импульсов 4 к блоку управления энергией воздействия 13, формирует управляющие сигналы к блоку памяти индивидуальной нормы 26, блоку анализа импульсов обратной связи 22 и к блоку записи параметров зондирующего сигнала 27, определяет время терапии стимулирующими импульсами, а также подает тактовую частоту к блоку памяти индивидуальной нормы 26 и к блоку записи параметров зондирующего сигнала 27 (см. фиг. 19).

Управлением по первому управляющему входу 9 блока управления 5 в узле управления сигналами 65 (см. фиг. 4 и 5) положением ключа 77 выбираются режимы работы - с обратной связью или без нее.

Ключом 77 триггер 87 устанавливается в единичное состояние при выборе режима работы без обратной связи и в нулевое состояние - при выборе режима работы с учетом обратной связи.

В режиме работы без обратной связи импульсы от первого сигнального входа 32 блока управления и узла управления сигналами 65 при условии контакта

электродов с кожей пациента, подаются через третий элемент И 89 и третий элемент ИЛИ 94 на первый сигнальный выход 70 блока управления 5 (см. фиг. 5).

Узел контроля отрыва 68 (см. фиг. 7) предназначен для выявления случая, когда длительность полупериода меньше 3, 5 мкс. В этом случае пороговый элемент 123 в узле контроля отрыва 68 не срабатывает.

В узле контроля отрыва 68 (см. фиг. 7) при наличии контакта электродов с телом пациента срабатывает пороговый элемент 123. С выхода 93 узла контроля отрыва 68 на четвертый управляющий вход 93 узла управления сигналами 65 (см. фиг. 5) подается сигнал, который через второй элемент ИЛИ 92 разрешает прохождение сигналов от первого 32 или второго 64 сигнальных входов блока управления 5 через элементы И 83, И 89, И 90, И 91, ИЛИ 94 на сигнальный выход 70 блока управления 5.

При выборе режима работы с обратной связью ключом 77 триггер 87 устанавливается в нулевое состояние и потенциал присутствует на его нулевом выходе.

В первый счетчик 110 узла задания времени терапии 66 блока управления 5 (см. фиг. 4 и 6) по установочным входам 11 и 12 с помощью переключателей 106 и 107 заносится время терапии. Манипуляции с первым 106 и вторым 107 переключателями осуществляется по принципу "меньше-больше". Нажимая кнопку того или другого переключателя пользователь прибора отслеживает на индикаторе 116 вносимое время терапии. Код времени терапии из первого счетчика переносится во второй вычитающий счетчик 114. Если во втором счетчике 114 записано число, отличное от нуля, то триггер 119 будет находиться в единичном состоянии и на его нулевом выходе не будет потенциала.

По второму управляющему входу 10 блока управления 5 и узла управления сигналами 65 подается сигнал запуска. Срабатывает переключатель 78 и первый одновибратор 80 выдает сигнал, длительность которого равна времени посылки эталонного зондирующего сигнала на электроды. При условии наличия контакта электродов с кожей пациента (наличие сигнала на четвертом управляющем входе 93 узла управления сигналами 65) и отсутствии сигнала на третьем управляющем входе 69 (блок анализа импульсов обратной связи 22 не выработал сигнал окончания терапии) подается сигнал блока прямоугольных импульсов 2 от первого сигнального входа 32 через элемент И 83, элемент ИЛИ 94 на первый сигнальный выход 70 к блоку управления энергетическим воздействием 13, а на втором управляющем входе 72 присутствует сигнал, который разрешает запись параметров эталонного зондирующего сигнала в блоке памяти индивидуальной нормы 26.

По заднему фронту импульса одновибратора 80 триггер 97 перебрасывается в единичное состояние. На четвертом управляющем выходе узла управления сигналами 65 появляется потенциал, который разрешает работу узла задания терапии 66.

После окончания импульса одновибратора 80 триггер 96 устанавливается в единичное состояние и разрешает работу элемента И 90.

Импульсы от второго сигнального входа 64 блока управления 5 и узла управления сигналами 65 (от блока формирования пачек импульсов 4) через элемент И 90, элемент ИЛИ 94 поступают на первый сигнальный выход 70 к блоку управления энергетическим воздействием 13 в течение времени терапии, которое контролируется узлом задания времени терапии 66.

В узле задания времени терапии 66 (см. фиг. 6) при получении сигнала разрешения по входу 102 импульсами тактовой частоты, поступающими на тактовый вход 121, считывается содержимое счетчика 114 до нулевого кода. При обнулении второго счетчика 114 на выходе элемента И 118 будет потенциал, которым триггер 119 устанавливается в нулевое состояние. На управляющем выходе 95 узла задания времени терапии 66 появляется сигнал, который подается на третий управляющий вход 95 узла управления сигналами 65.

Сигналом от третьего управляющего входа 95 в узле управления сигналами 65 триггер 96 устанавливается в нулевое состояние.

Потенциал с нулевого выхода триггера 96 запускает второй одновибратор 98 и разрешает прохождение сигнала через четвертый элемент И 91.

Через четвертый элемент И 91 и элемент ИЛИ 94 от первого сигнального входа 32 подается прямоугольный импульс блока формирования прямоугольных импульсов в блок управления энергетическим воздействием 13. Одновременно с третьего управляющего выхода 73 узла управления сигналами 65 и блока управления 5 одновибратор 98 формирует сигнал разрешения записи параметров зондирующего сигнала в блок записи параметров зондирующего сигнала 27. Длительность импульса одновибратора 98 соответствует по длительности времени зондирующего сигнала. Заметим, что на это время элемент И 90 заперт.

Импульсом с выхода второго одновибратора 98 через элемент ИЛИ 84 триггер 97 устанавливается в единичное состояние и через элемент задержки времени 101 запускается третий одновибратор 103.

В узле задания времени терапии 66 сигналом от управляющего входа 102 во второй счетчик 114 записывается код времени терапии, хранящийся в первом счетчике 110. Триггер 119 узла задания времени терапии 66 сигналом от управляющего устанавливается в единичное состояние, на четвертом управляющем входе 95 узла управления сигналами 65 нет потенциала. Триггер 96 перебрасывается в единичное состояние и возобновляется процесс терапии стимулирующими импульсами.

Подача прямоугольных импульсов через узел управления сигналами 65 блока управления 5 прекращается также в том случае, если поступает от блока анализа импульсов обратной связи 22 по четвертому сигнальному входу 69 потенциал. В этом случае закрываются элементы И 83, 89, 90, 91.

Генератор опорных сигналов 76 блока управления 5 (см. фиг. 8) вырабатывает тактовые импульсы частоты f_1 для подсчета длительностей полуволн вынужденных

колебаний стимулирующих импульсов в блоке памяти индивидуальной нормы 26 и в блоке записи параметров зондирующего сигнала 27, а также импульсы меньшей частоты f_2 для записи времени терапии в узел задания времени терапии 66.

Блок управления энергетическим воздействием 13 (см. фиг. 9) работает следующим образом.

При отсутствии сигналов по четвертому 14 и пятому 15 управляющим входам адаптивного электростимулятора, т. е. при выключенном режиме амплитудно-временной модуляции стимулирующих сигналов в узле задания энергии 129 ключ 142 будет замкнут (см. фиг. 9). Тогда длительность импульсов на сигнальном выходе 131 узла задания энергии 129 задается настройкой по установочному входу 17 (восьмому установочному входу 17 электростимулятора). Данной настройкой определяется положение регулятора переменного резистора 143, что вызовет изменение параметров времязадающей цепи, состоящей из переменного резистора 143 и конденсатора 146. Это изменяет длительность импульса Δt на выходе 131 одновибратора 145 (см. фиг. 21). В зависимости от величины Δt определяется мощность стимулирующих импульсов, так что энергия на выходе адаптивного электростимулятора прямо пропорциональна длительности импульсов, подаваемых на сигнальный вход 131 усилителя мощности 147 выходного блока 18.

При отсутствии сигналов по четвертому 14 и пятому 15 управляющим входам адаптивного электростимулятора ключ 142 в узле задания энергии 129 будет разомкнут и тогда длительность импульсов на выходе одновибратора 145 будет определяться сопротивлением выходной цепи оптрона 144.

Сопротивление выходной цепи оптрона 144 определяется напряжением, подаваемым на второй вход оптрона 144 с сигнального входа 130 узла задания энергии 129. Напряжение на сигнальный вход 130 узла задания энергии 129 подается с сигнального выхода 130 генератора трапецеидальных сигналов 128. Рассмотрим его работу.

Если по четвертому 14 и пятому 15 управляющим входам адаптивного электростимулятора выключен режим амплитудно-временной модуляции стимулирующих сигналов, то ключ 132 (см. фиг. 9) в генераторе трапецеидального напряжения 128 замкнут и триггер 136 находится в нулевом состоянии. На выходе 130 генератора трапецеидальных сигналов 128 сигнала не будет.

Если включен режим амплитудно-временной модуляции стимулирующих сигналов, то ключ 132 в генераторе трапецеидальных сигналов 128 разомкнут.

По седьмому установочному входу 16 адаптивного электростимулятора определяется скважность трапецеидальных импульсов, формируемых на выходе 130. Седьмой установочный вход 16 определяет положение переключателя 133 в генераторе трапецеидальных сигналов 128. В зависимости от положения переключателя 133 будет меняться длительность импульса, снимаемого с сигнального выхода 130

генератора трапецеидальных импульсов 128. Работает генератор трапецеидальных сигналов 128 следующим образом.

На сигнальный вход 70 генератора 128 подаются сигналы от блока формирования прямоугольных импульсов 2 или от блока формирования пачек импульсов 4 через блок управления 5. Эти импульсы поступают на счетный вход двоичного счетчика 134. Дешифратор 135 дешифрирует двоичные коды счетчика 134. Сигнал с выхода, определенного переключателем 133, дешифратора 135 устанавливает триггер 136 в единичное состояние. Сигналом с последнего выхода дешифратора 135 триггер 133 сбрасывается в нулевое состояние. Таким образом, на единичном выходе триггера формируется импульс, длительность которого определена положением переключателя 133. Интегрирующей цепью, состоящей из второго резистора 138 и конденсатора 140, прямоугольный импульс триггера 136 преобразуется в трапецеидальный, вид которого показан на фиг. 20. Данный трапецеидальный импульс подается на сигнальный вход 130 узла задания энергии 129 и, как показано на фиг. 20, определяет закон амплитудно-временной модуляции стимулирующих импульсов.

Рассмотрим работу выходного блока 18.

В усилителе мощности 147 (см. фиг. 10) импульсы отрицательной полярности инвертируются элементом НЕ 152, который выполняет еще функцию предварительного усилителя, открывают транзистор 154. Катушка импульсного трансформатора 155 запасается энергией. В паузе между импульсами транзистор 154 заперт и катушка импульсного трансформатора 155 "выбрасывает" энергию на сигнальные выходы 67 и 149 выходного блока 18. При неподсоединенных электродах 28 и 29 в катушке выходного каскада усилителя мощности 147 будут свободные колебания (отсутствие нагрузки), а при приложении электродов 28 и 29 к кожному покрову пациента колебания (см. фиг. 22) в выходном каскаде будут вынужденные и форма колебания зависит от состояния тканей и органов больного

(вынужденные колебания).

Интенсивность свечения светодиода 163 индикатора 150 определится величиной тока, протекающего через транзистор 154 усилителя мощности 147 (см. фиг. 10).

В узле управления формой сигналов 148 (см. фиг. 10) первый установочный вход 20 (девятый установочный вход 20 электростимулятора) определяет положение регулятора переменного резистора 158 и, следовательно, его сопротивление. Второй установочный вход 21 (десятый установочный вход 21 электростимулятора) узла управления формой сигналов 148 определяет положение регулятора переменного конденсатора 159 и, следовательно, его емкость. Управляющий вход 19 электростимулятора) узла управления формой сигналов 148 определяет положение ключа 160.

При замкнутом ключе 160 выходная цепь оптрона 161 отключена и степень демпфирования стимулирующих импульсов определяется "ручной" настройкой по девятому 20 и десятому 21 установочным

выходам адаптивного электростимулятора.

На фиг. 23 показано, как будет меняться форма стимулирующих импульсов в выходном каскаде при постоянном значении емкости переменного конденсатора 159 и изменениях величины переменного резистора 160. С уменьшением величины сопротивления падает значение частоты и возрастает величина времени затухания. На фиг. 24 показано, как будет меняться форма стимулирующих импульсов при постоянном значении переменного резистора 158 и различных значениях емкости переменного конденсатора 159. С уменьшением емкости повышается частота и падает добротность в выходном контуре.

При разомкнутом ключе 160 будет отключен переменный резистор 158 и включена выходная цепь оптрона 161 (см. фиг. 10). Сопротивление выходной цепи оптрона 161 будет определено напряжением, подаваемым на сигнальный вход 162 узла управления формой сигналов 148, которое подается с сигнального выхода 162 второго генератора пилообразного напряжения 151.

Работа второго генератора пилообразного напряжения 151 аналогична работе генератора пилообразного напряжения 30 блока формирования прямоугольных импульсов 2.

Таким образом, при наличии сигнала на шестом управляющем входе 19 включается режим "переменного демпфирования", при котором широко варьируется спектр параметров стимулирующих импульсов.

Изменение параметров переменного резистора 158 и переменной емкости 159 (см. фиг. 10) меняет начальную форму импульса (без нагрузки), а также степень влияния параметров организма человека на форму сигналов (при нагрузке).

В предлагаемом адаптивном электростимуляторе лечащему врачу предоставляется возможность разнообразного варьирования параметрами стимулирующих импульсов, а также задания энергии (силы) воздействия.

Параметры эталонного зондирующего сигнала по команде от блока управления 5 записываются в блок памяти индивидуальной нормы 26, который работает следующим образом.

При наличии сигнала разрешения на управляющем входе 72 от блока управления 5 (см. фиг. 15) по его переднему фронту устанавливаются в нулевое состояние счетчики $210_1 - 210_{n+1}$ и дешифратор 211, а первый элемент И 208 открывается через небольшой промежуток времени, определяемый элементом задержки времени 209.

На тактовый вход 75 подаются импульсы опорной частоты f_1 , необходимые для подсчета длительностей полуволн стимулирующих импульсов.

По сигнальному входу 149 подается изменяющееся напряжение стимулирующих импульсов на электродах 28 и 29. Импульсы положительной полярности пропускаются диодом 204_1 , а импульсы отрицательной полярности выпрямляются диодом 204_2 . Пороговые элементы 205 и 206 на своих выходах формируют прямоугольные импульсы, которые через элемент ИЛИ 207, первый элемент И 208 подаются на счетчик

210₁.

Таким образом, в счетчике 210₁ записывается код числа пересечений оси "х" вынужденными колебаниями.

Когда в счетчике 210₁ записан код единицы (первая полуволна), то дешифратор 211 разрешает запись в счетчик 210₂ импульсов с выхода второго элемента И 221. Количество поданных импульсов соответствует длине первой полуволны.

Когда в счетчике 210₁ записан код двойки (вторая полуволна), то дешифратор 211 разрешает запись в счетчик 210₃ импульсов тактовой частоты f₁, подаваемых с выхода второго элемента И 212. Количество записанных импульсов соответствует длине второй полуволны. Затем наступает момент, когда в счетчике 210₁ записан код n-го числа (n-я полуволна). Дешифратор 211 разрешает запись в счетчик 210_{n+1} импульсов тактовой частоты f₁. Количество записанных импульсов соответствует длине n-ой полуволны.

На информационных выходах 175_i¹ - 175_i^k первой группы информационных выходов блока памяти индивидуальной нормы 26 будет сформирован код числа пересечений оси "х" вынужденными колебаниями.

На информационных выходах 175_i¹-175_i^k (i=2,...,n+1) - остальных групп информационных выходов блока памяти индивидуальной нормы 26 будут сформированы коды длительностей соответствующих полуволн вынужденных колебаний.

Блок записи параметров зондирующего сигнала 27 работает по полной аналогии с блоком памяти индивидуальной нормы 26.

При наличии разрешающего сигнала на управляющем входе 73 определяется число пересечений оси "х" вынужденными колебаниями и длительности полуволн.

На информационных выходах 176_i¹ - 176_i^k первой группы информационных выходов блока записи параметров зондирующего сигнала 27 будет сформирован код числа пересечений оси "х" вынужденными колебаниями.

На информационных выходах 176_i¹ - 176_i^k (i=2,...,n+1) - остальных групп информационных выходов блока записи параметров зондирующего сигнала 27 будут сформированы коды длительностей соответствующих полуволн вынужденных колебаний.

Рассмотрим работу блока анализа импульсов обратной связи 22 (см. фиг. 11).

По первому 23 и второму 24 установочным входам в узел памяти пересечений 172 (см. фиг. 12) заносится число допустимого отличия в числе пересечений оси "х" вынужденными колебаниями эталонного зондирующего сигнала и последующих зондирующих сигналов. Делается это путем манипуляций с кнопками переключателей 177 и 178 по принципу "меньше-больше". При наличии разрешения по входу 71 в счетчике 181 записывается код числа различий, который подается на группу выходов 185₁-185_k. Дешифратором 186 код дешифрируется и число отличий в пересечениях оси "х"

показывается пользователю прибора на индикаторе 187.

По 25_{42i-1} и 25_{42i} установочным входам в i-й узел памяти пересечений i-ой полуволны 173_i заносится код различия в длительности i-х полуволн эталонного зондирующего сигнала и последующих зондирующих сигналов. Делается это также манипуляциями с кнопками переключателей 188₁ и 188₂ по принципу "меньше-больше". При наличии разрешения по входу 71 в счетчик 191 будет записан код числа различия, который подается на группу выходов 194_i¹ -194_i^k. Дешифратором 195 код дешифрируется и число различия в длительности показывается пользователю адаптивного электростимулятора в индикаторе 196.

После окончания терапии блок управления 5 "включает" работу узла анализа различий 174. По управляющему входу 71 подается сигнал (см. фиг. 14). В сумматоре 200₁ осуществляется вычитание числа пересечений оси "х" вынужденными колебаниями эталонного зондирующего сигнала, записанного в блоке памяти индивидуальной нормы 26 и числа пересечений оси "х" вынужденными колебаниями эталонного зондирующего сигнала, записанного в блоке записи параметров зондирующего сигнала 27. Затем данный результат сравнивается в схеме сравнения 201₁ с числом пересечений оси "х" вынужденными колебаниями, записанным в узле памяти пересечений 172. Если данные коды одинаковы, то схема сравнения 201₁ вырабатывает на своем выходе сигнал.

Также и в i-х сумматорах 200_i (i=2,3,...,n+1) осуществляется вычитание длительности i-ой полуволны вынужденных колебаний, записанной в блоке памяти индивидуальной нормы 26, и длительности i-ой полуволны вынужденных колебаний, записанной в блоке записи параметров зондирующего сигнала 27. Если данные коды одинаковы, то на выходе дешифратора 203_{4i-1} будет потенциал и не будет потенциала на выходе схемы сравнения 201_{4i}. Если коды не равны, то на выходе схемы сравнения 201_{4i} будет потенциал, который разрешает работу сумматора 202_i.

Сумматор 202_i выполняет следующие действия. Он суммирует код числа, полученного на выходе сумматора 200_i с кодом различия в длительности i-х полуволн, записанным в узле памяти пересечений i-ой полуволны 173_i, а затем делит это число на два. Для выполнения этого действия код считывается с разрядных выходов первого, второго,..., k-го сумматоров, в то время как коды чисел с которыми производятся действия в сумматоре 200_i, подаются на разрядные входы нулевой, первый,..., (k-1)-й. Полученная разница записывается в счетчик 191 узла памяти различий i-ой полуволны 173_i.

Построенная таким образом процедура "обновления" кодов различия в длительности i-х полуволн, записанных в узле памяти пересечений i-ой полуволны 173_i, позволяет эффективно проводить терапию и препятствует передозировке зоны стимуляции стимулирующими

импульсами.

Технико-экономическая эффективность предлагаемого электростимулятора по отношению к известному адаптивному электростимулятору (см. решение ВНИИГПЭ от 1997 г. о выдаче патента РФ на изобретение "Адаптивный электростимулятор" по заявке N от г. на имя ОКБ "РИТМ" при Таганрогском государственном радиотехническом университете, МКИ 5 А 61 N 1/36) оценивается по результатам эффективного лечения заболеваний путем обеспечения лечащему врачу спектра возможностей по выбору энергии и параметров стимулирующих импульсов, отвечающих требованиям оптимального индивидуально-дозировочного воздействия для каждого пациента с обеспечением наилучшего терапевтического эффекта.

В известном устройстве осуществляется чрескожное влияние стимулирующими импульсами на зону кожного покрова таким образом, что лечащий врач подбирает лишь энергетический уровень воздействия, начальные амплитуды, частоты и затухания стимулирующих сигналов.

В предлагаемом устройстве дополнительно реализованы функции послылки начального зондирующего сигнала, выбора времени терапии, контроля результатов терапии по данным обратной связи, а именно исходя из анализа динамики вынужденных колебания стимулирующих импульсов. Это предоставляет лечащему врачу дополнительные услуги по подбору оптимального индивидуального дозирования воздействия стимулирующими импульсами, поиска методик стимуляции при различных заболеваниях.

Устройство может быть реализовано на элементах любых отечественных и зарубежных серий.

Формула изобретения:

1. Адаптивный электростимулятор, содержащий блок прямоугольных импульсов, блок управления энергетическим воздействием, выходной блок, активный и пассивный электроды, причем первые управляющий и установочный входы адаптивного электростимулятора соединены соответственно с управляющим и установочным входами блока прямоугольных импульсов, первый и второй управляющие входы блока управления энергетическим воздействием соединены соответственно с четвертым и пятым управляющими входами адаптивного электростимулятора, а первый выходной вход блока соединен с шестым управляющим входом адаптивного электростимулятора, а первый и второй установочные входы выходного блока соединены соответственно с девятым и десятым установочными входами адаптивного электростимулятора, второй сигнальный выход выходного блока соединен с активным электродом, отличающийся тем, что в него дополнительно введены блок формирования пачек импульсов, блок управления, блок анализа импульсов обратной связи, блок памяти индивидуальной

нормы и блок записи параметров зондирующего сигнала, причем сигнальный выход блока прямоугольных импульсов соединен с сигнальным входом блока формирования пачек импульсов и с первым сигнальным входом блока управления, второй, третий и четвертый установочные входы электростимулятора соединены соответственно с первым, вторым и третьим установочными входами блока формирования пачек импульсов, сигнальный выход которого соединен со вторым сигнальным входом блока управления, второй и третий управляющие входы адаптивного электростимулятора соединены соответственно с первым и вторым управляющими входами блока управления, пятый и шестой установочные входы адаптивного электростимулятора соединены соответственно с первым и вторым установочными входами блока управления, первый сигнальный выход которого соединен с сигнальным входом блока управления энергетическим воздействием, восьмой установочный вход адаптивного электростимулятора соединен со вторым установочным входом блока управления энергетическим воздействием, сигнальный выход которого соединен с сигнальным входом выходного блока, первый сигнальный выход выходного блока соединен с третьим сигнальным входом блока управления, первый управляющий выход которого соединен с управляющим входом блока анализа импульсов обратной связи, первый и второй установочные входы которого соединены соответственно с одиннадцатым и двенадцатым установочными входами адаптивного электростимулятора, n входов группы установочных входов которого соединены с n входами группы установочных входов блока анализа импульсов обратной связи, сигнальный выход которого соединен с четвертым сигнальным входом блока управления, входы (n+1) групп первых информационных входов блока анализа импульсов обратной связи соединены соответственно с выходами (n+1) групп информационных выходов блока памяти индивидуальной нормы, входы (n+1) групп вторых информационных входов блока анализа импульсов обратной связи соединены соответственно с выходами (n+1) групп информационных выходов блока записи параметров зондирующего сигнала, тактовые входы блока памяти индивидуальной нормы и блока анализа импульсов обратной связи объединены и соединены с тактовым выходом блока управления, второй управляющий выход которого соединен с управляющим входом блока памяти индивидуальной нормы, третий управляющий выход соединен с управляющим входом блока записи параметров зондирующего сигнала, пассивный электрод адаптивного электростимулятора подключен ко второму сигнальному выходу блока управления, а активный электрод адаптивного электростимулятора соединен со вторым сигнальным выходом выходного блока и сигнальными входами блока памяти индивидуальной нормы и блока записи параметров зондирующего сигнала.

2. Адаптивный электростимулятор по п. 1, отличающийся тем, что блок формирования

пачек импульсов содержит переменный резистор, конденсатор, одновибратор, первый и второй переключатели, триггер, первый, второй и третий резисторы, первый и второй диоды, первый и второй счетчики, дешифратор и индикатор, причем первый установочный вход определяет положение регулятора переменного резистора, второй и третий установочные входы определяют положение первого и второго переключателей, сигнальный вход соединен с единичным входом триггера, единичный выход которого соединен со входом запуска одновибратора, первый времязадающий вход которого соединен через параллельно соединенные переменный резистор и конденсатор со вторым времязадающим входом, первые клеммы первого и второго переключателей объединены и соединены с шиной питания, вторая клемма первого переключателя соединена через первый резистор с общей шиной, с анодом первого диода и с суммирующим входом первого счетчика, вторая клемма второго переключателя соединена через второй резистор с общей шиной, с анодом второго диода и с вычитающим входом первого счетчика, катоды первого и второго диодов объединены и соединены через третий резистор с общей шиной и с тактовым входом первого счетчика, разрядные выходы которого соединены соответственно с разрядными входами второго счетчика и разрядными входами дешифратора, разрядные выходы которого соединены с разрядными входами индикатора, выход блока формирования пачек импульсов соединен с выходом одновибратора и с вычитающим выходом второго счетчика, выход "нуля" которого соединен с нулевым входом триггера.

3. Адаптивный электростимулятор по п.1, отличающийся тем, что блок управления содержит узел управления сигналами, узел контроля отрыва, узел задания времени терапии и генератор опорных сигналов, причем первый сигнальный вход соединен с первым сигнальным входом узла управления сигналами, второй сигнальный вход которого соединен со вторым сигнальным входом блока управления, первый и второй управляющие входы которого соединены с первым и вторым управляющими входами узла управления сигналами, первый и второй установочные входы блока управления соединены соответственно с первым и вторым установочными входами узла задания времени терапии, третий сигнальный вход блока управления соединен с сигнальным входом узла контроля отрыва, четвертый сигнальный вход блока управления соединен с третьим сигнальным входом узла управления сигналами, первый сигнальный выход которого соединен с первым сигнальным выходом блока управления, первый управляющий выход узла управления сигналами соединен с первым управляющим выходом блока управления, второй управляющий выход соединен со вторым управляющим выходом блока управления, третий управляющий выход соединен с третьим управляющим выходом блока управления, четвертый управляющий выход соединен с первым управляющим входом узла задания времени терапии, управляющий

выход которого соединен с третьим управляющим входом узла управления сигналами, четвертый управляющий вход которого соединен с управляющим выходом узла контроля отрыва, сигнальный выход которого соединен со вторым сигнальным выходом блока управления, тактовый выход которого соединен с первым тактовым выходом генератора опорных сигналов, второй тактовый выход которого соединен с тактовым входом узла задания времени терапии.

4. Адаптивный электростимулятор по п.1, отличающийся тем, что блок анализа импульсов обратной связи содержит узел памяти пересечений, n узлов памяти различий i -х ($i = 1, 2, \dots, n$) полувольт и узел анализа различий, причем, управляющий вход блока анализа импульсов обратной связи соединен с управляющими входами узла памяти пересечений, каждого i -го узла различий i -й полувольтны из группы n узлов и с управляющим входом узла анализа различий, сигнальный выход которого соединен с сигнальным выходом блока анализа импульсов обратной связи, первый и второй установочные входы блока анализа импульсов обратной связи соединены с первым и вторым установочными входами узла памяти пересечений, $(2i-1)$ -й и $2i$ -й установочные входы блока анализа импульсов обратной связи из группы $2n$ установочных входов соединены соответственно с первым и вторым установочными входами i -го узла памяти различий i -й полувольтны, входы из $(n+1)$ групп первых информационных входов узла анализа различий соединены соответственно с выходами групп информационных выходов узла памяти пересечений и узлов памяти различий i -х полувольт ($i = 1, 2, \dots, n$), выходы из n групп информационных выходов узла анализа различий соединены соответственно с входами групп информационных входов узлов памяти различий i -х полувольт ($i = 1, 2, \dots, n$), каждые k входов из $(n+1)$ групп вторых информационных входов узла анализа различий соединены соответственно с каждыми k входами группы первых информационных входов ($i = 1, 2, \dots, n+1$) блока анализа импульсов обратной связи, каждые k входов из $(n+1)$ групп третьих информационных входов узла анализа различий соединены соответственно с каждыми k входами группы вторых информационных входов ($i = 1, 2, \dots, n+1$) блока анализа импульсов обратной связи.

5. Адаптивный электростимулятор по п.1, отличающийся тем, что блок памяти индивидуальной нормы и идентичный ему по реализации блок записи параметров зондирующего сигнала содержат каждый первый и второй диоды, первый и второй пороговые элементы, элемент задержки времени, элемент ИЛИ, первый и второй элементы И, дешифратор, $(n+1)$ счетчиков, причем сигнальный вход соединен с анодом первого и катодом второго диодов, катод первого диода соединен со входом первого порогового элемента, анод второго диода соединен со входом второго порогового элемента, выходы первого и второго пороговых элементов соединены с первым и вторым входами элемента ИЛИ, выход

которого соединен с первым входом первого элемента И, второй вход которого соединен с выходом элемента задержки времени, вход которого соединен с управляющим входом блока памяти индивидуальной нормы и со входами сброса в нулевое состояние (n+1) счетчиков и дешифратора, тактовый вход блока памяти индивидуальной нормы соединен с прямым входом второго элемента И, инверсный вход которого соединен с выходом первого элемента ИЛИ, входом записи и счетным входом первого счетчика из (n+1) счетчиков, k разрядных выходов первого счетчика соединены с k разрядными входами дешифратора и с соответствующими k выходами первой группы информационных выходов блока памяти индивидуальной нормы, i-е разрядные выходы дешифратора (i = 1, 2, ..., n) соединены со входами управления (i+1)-х счетчиков, счетные входы (n+1) счетчиков объединены и соединены с выходом второго элемента И, k разрядных выходов i-x (i = 1, 2, ..., n) счетчиков соединены с k выходами i-x групп информационных выходов блока памяти индивидуальной нормы.

6. Адаптивный электростимулятор по п.3, отличающийся тем, что узел управления сигналами блока управления содержит ключ, переключатель, первый, второй, третий, четвертый, пятый и шестой резисторы, первый, второй и третий конденсаторы, первый, второй и третий элементы ИЛИ, первый, второй, третий, четвертый и пятый элементы И, первый, второй и третий триггеры, элемент задержки времени, первый, второй и третий одновибраторы, причем первый управляющий вход узла управления сигналами определяет положение ключа, а второй управляющий вход определяет положение переключателя, первая клемма которого соединена с шиной питания, а вторая клемма соединена через первый резистор с общей шиной и со входом запуска первого одновибратора, первый времязадающий вход которого соединен через параллельно соединенные второй резистор и конденсатор со вторым времязадающим входом, выход которого соединен со вторым управляющим выходом узла управления сигналами, с первым входом первого элемента И, первым входом первого элемента ИЛИ и с первым инверсным входом второго элемента И, общая клемма ключа соединена с общей шиной, нормально замкнутая клемма ключа соединена через третий резистор с шиной питания и нулевым входом первого триггера, нормально разомкнутая клемма ключа соединена через четвертый резистор с шиной питания и единичным входом первого триггера, единичный выход которого соединен с первым входом третьего элемента И, а нулевой выход - с первым входом четвертого элемента И, первый сигнальный вход узла управления сигналами соединен со вторым входом первого элемента И, вторым входом третьего элемента И, первым входом пятого элемента И, второй сигнальный вход узла управления сигналами соединен со вторым входом четвертого элемента И, четвертый сигнальный вход узла управления сигналами соединен с инверсным входом второго элемента ИЛИ, прямой вход которого соединен с четвертым управляющим входом

узла управления сигналами, а выход соединен с инверсными входами первого, третьего, четвертого и пятого элементов И, выходы первого, третьего, четвертого и пятого элементов И соединены соответственно с первым, вторым, третьим и четвертым входами третьего элемента ИЛИ, выход которого соединен с первым сигнальным выходом узла управления сигналами, четвертый управляющий вход узла управления сигналами соединен с нулевым входом второго триггера, с нулевым динамическим входом третьего триггера и с прямым входом второго элемента И, выход которого соединен с единичным входом второго триггера, единичный выход которого соединен с третьим входом четвертого элемента И, а нулевой выход соединен с входом запуска второго одновибратора, первый времязадающий вход которого соединен через параллельно соединенные пятый резистор и второй конденсатор со вторым времязадающим входом, выход второго одновибратора соединен с третьим управляющим выходом узла управления сигналами, со входом элемента задержки и со вторым входом первого элемента ИЛИ, выход которого соединен с динамическим единичным входом третьего триггера, единичный выход которого соединен с четвертым управляющим выходом узла управления сигналами, выход элемента задержки соединен со входом запуска третьего одновибратора, первый времязадающий вход которого соединен через параллельно соединенные шестой резистор и третий конденсатор со вторым времязадающим входом, выход первого одновибратора соединен с первым управляющим выходом узла управления сигналами.

7. Адаптивный электростимулятор по п.3, отличающийся тем, что узел задания времени терапии блока управления содержит первый и второй переключатели, первый, второй и третий резисторы, первый и второй диоды, элемент ИЛИ, первый и второй элементы И, триггер, дешифратор, индикатор, первый и второй счетчики, причем первый и второй установочные входы узла задания времени терапии определяют положение первого и второго переключателей, первые клеммы первого и второго переключателей объединены и соединены с шиной питания, вторая клемма первого переключателя соединена через первый резистор с общей шиной, с анодом первого диода и с суммирующим входом первого счетчика, вторая клемма второго переключателя соединена через второй резистор с общей шиной, с анодом второго диода и с вычитающим входом первого счетчика, катоды первого и второго диодов объединены и соединены через третий резистор с общей шиной и с тактовым входом первого счетчика, разрядные выходы которого соединены соответственно с разрядными входами второго счетчика и разрядными входами дешифратора, разрядные выходы которого соединены с разрядными входами индикатора, прямые разрядные выходы второго счетчика соединены со входами элемента ИЛИ, а инверсные разрядные выходы соединены с входами первого элемента И, выходы элемента ИЛИ и первого

элемента И соединены соответственно с единичным и нулевым входами триггера, нулевой выход которого соединен с управляющим выходом узла задания времени терапии, управляющий вход которого соединен с первым входом второго элемента И и с управляющим входом второго счетчика, вычитающий выход которого соединен с выходом второго элемента И, второй вход которого соединен с тактовым входом узла задания времени терапии.

8. Адаптивный электростимулятор по п.4, отличающийся тем, что узел анализа различий блока обратной связи содержит элемент И, $(n+1)$ первых сумматоров, $(n+1)$ схем сравнения двоичных кодов, k вторых сумматоров и дешифраторов, причем, управляющий вход узла анализа различий соединен с первым входом элемента И, с управляющими входами каждого из $(n+1)$ первых сумматоров и каждой из $(n+1)$ схем сравнения двоичных кодов, k входов первой группы из $(n+1)$ групп первых информационных входов узла анализа различий соединены соответственно с первой группой информационных входов первой из $(n+1)$ схем сравнения двоичных кодов, k входов i -х групп первых информационных входов ($i = 1, 2, \dots, n$) узла анализа различий соединены соответственно с первыми входами из групп информационных входов $(i+1)$ -й схемы сравнения двоичных кодов и k входами первых групп информационных входов вторых i -х сумматоров, вторые группы информационных входов первой из $(n+1)$ схем сравнения двоичных кодов соединены соответственно с группой информационных входов первого сумматора из $(n+1)$ группы первых сумматоров, а выход соединен со вторым входом элемента И, выход которого соединен с сигнальным выходом узла анализа различий, вторые группы информационных входов i -х ($i = 2, 3, \dots, n$) схем сравнения двоичных кодов соединены соответственно с группой информационных входов соответствующих i -х сумматоров из $(n+1)$ группы первых сумматоров, входами вторых групп информационных входов $(i-1)$ -х сумматоров из группы n вторых сумматоров и группами информационных входов соответствующих дешифраторов $(i-1)$ -х, выходы которых соединены соответственно с остальными входами элемента, выходы групп информационных входов i -х сумматоров из группы n вторых сумматоров соединены соответственно с выходами групп информационных входов узла анализа различий, k входов ($i = 1, 2, \dots, n+1$) i -х групп вторых информационных входов узла анализа различий соединены соответственно с k входами группы первых информационных входов i -х сумматоров из $(n+1)$ группы первых сумматоров, k входов i -х ($i = 1, 2, \dots, n+1$) групп третьих информационных входов узла анализа различий соединены соответственно с k входами группы вторых информационных входов первых сумматоров.

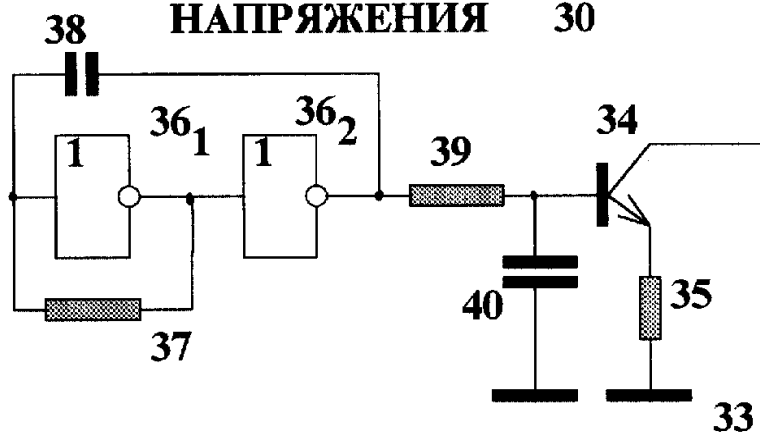
9. Адаптивный электростимулятор по п.4,

отличающийся тем, что узел памяти пересечений блока обратной связи содержит первый и второй переключатели, первый, второй и третий резисторы, первый и второй диоды, счетчик, дешифратор и индикатор, причем первый и второй установочные входы узла памяти пересечений определяют положение первого и второго переключателей, первые клеммы первого и второго переключателей объединены и соединены с шиной питания, вторая клемма первого переключателя соединена через первый резистор с общей шиной, с анодом первого диода и с суммирующим входом счетчика, вторая клемма второго переключателя соединена через второй резистор с общей шиной, с анодом второго диода и с вычитающим входом счетчика, катоды первого и второго диодов объединены и соединены через третий резистор с общей шиной и с тактовым входом счетчика, k разрядных выходов которого соединены соответственно с k выходами группы информационных входов узла памяти пересечений и с k разрядными входами дешифратора, разрядные выходы которого соединены с разрядными входами индикатора, управляющий вход узла памяти пересечений соединен со входом разрешения считывания счетчика.

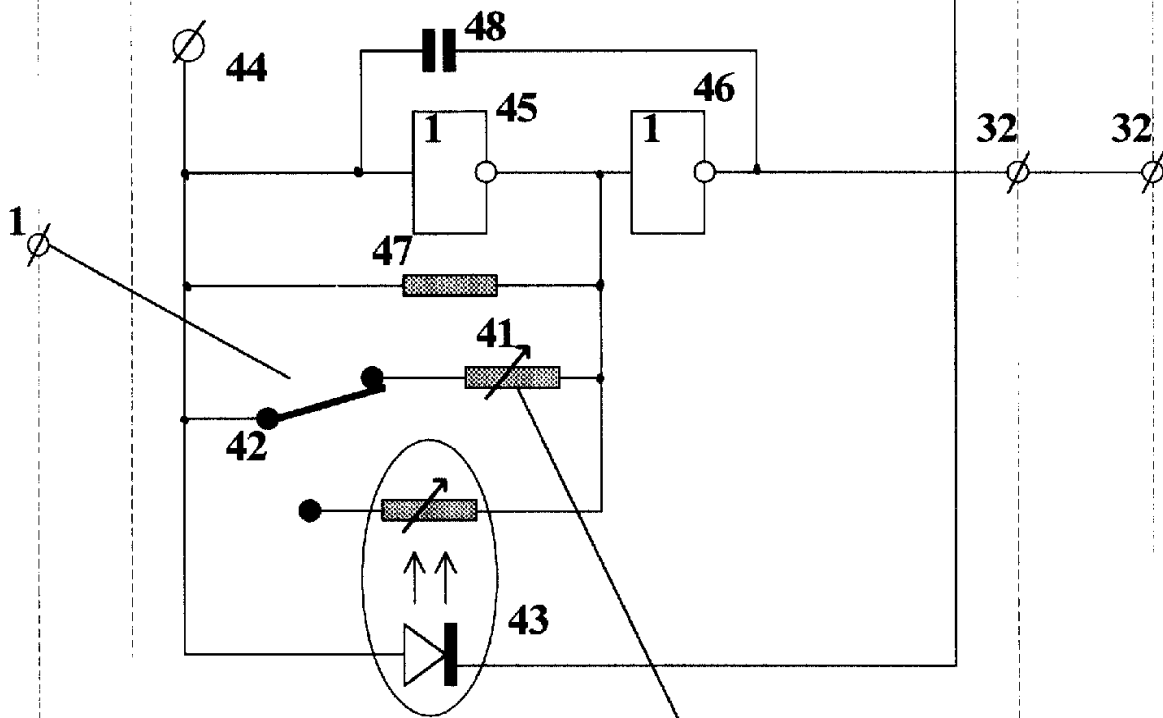
10. Адаптивный электростимулятор по п.4, отличающийся тем, что узел памяти различий i -й полуволны блока обратной связи содержит первый и второй переключатели, первый, второй и третий резисторы, первый и второй диоды, счетчик, дешифратор, индикатор и группу из k элементов И, причем первый и второй установочные входы узла памяти различий i -й полуволны определяют положение первого и второго переключателей, первые клеммы первого и второго переключателей объединены и соединены с шиной питания, вторая клемма первого переключателя соединена через первый резистор с общей шиной, с анодом первого диода и с суммирующим входом счетчика, вторая клемма второго переключателя соединена через второй резистор с общей шиной, с анодом второго диода и с вычитающим входом счетчика, катоды первого и второго диодов объединены и соединены через третий резистор с общей шиной и с тактовым входом счетчика, k разрядных выходов которого соединены соответственно с k выходами группы информационных входов узла памяти различий i -й полуволны и с k разрядными входами дешифратора, разрядные выходы которого соединены с разрядными входами индикатора, управляющий вход узла памяти различий i -й полуволны соединен с первыми входами элементов И группы из k элементов И, выходы которых соединены соответственно с разрядными входами счетчика, а вторые входы - с соответствующими k входами группы информационных входов узла памяти различий i -й полуволны.

БЛОК ПРЯМОУГОЛЬНЫХ ИМПУЛЬСОВ 2

ГЕНЕРАТОР ПИЛООБРАЗНОГО НАПРЯЖЕНИЯ 30



ГЕНЕРАТОР ПРЯМОУГОЛЬНЫХ ИМПУЛЬСОВ 31

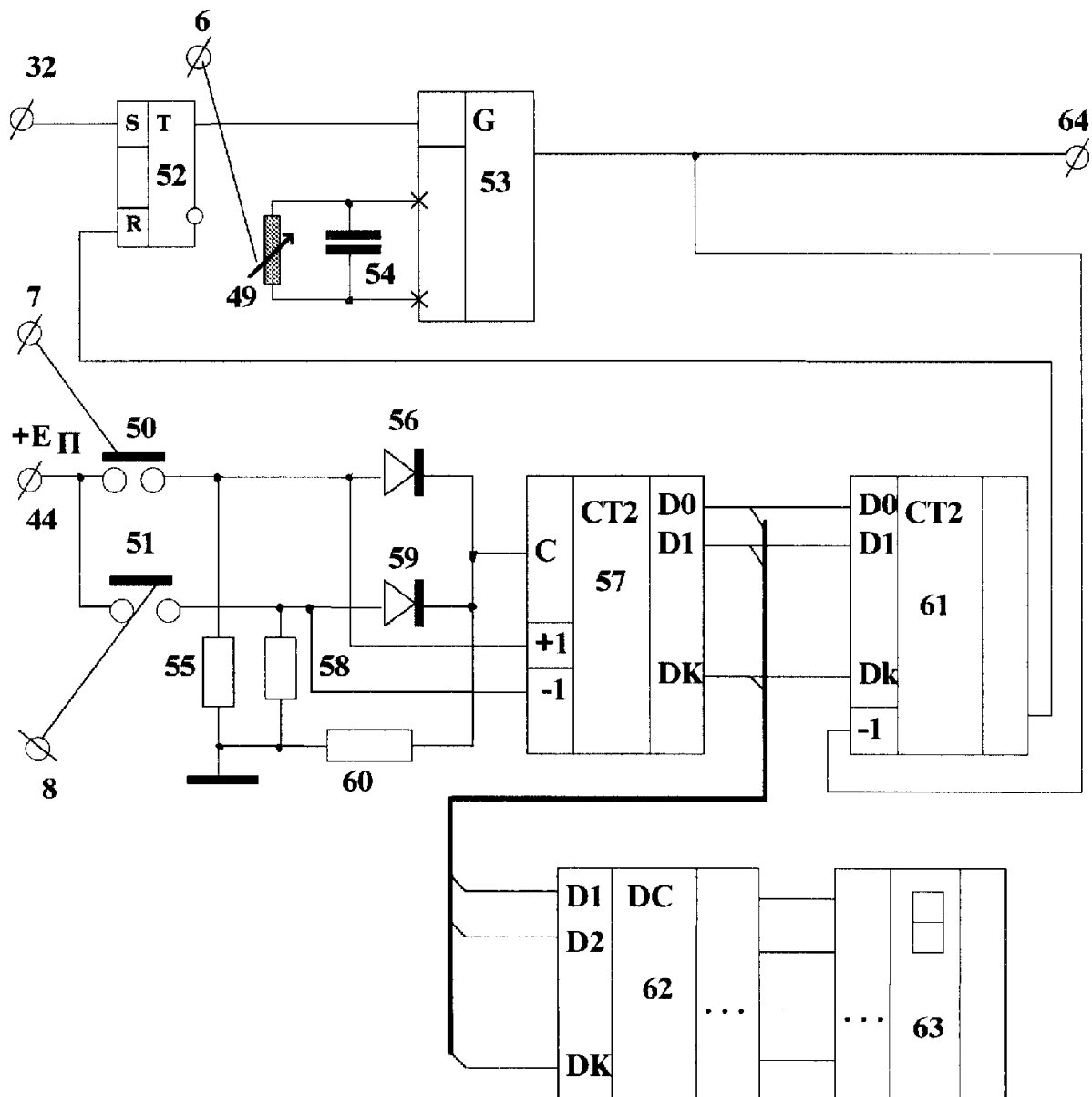


ФИГ. 2

RU 2 1 5 5 6 1 4 C 2

RU 2 1 5 5 6 1 4 C 2

БЛОК ФОРМИРОВАНИЯ ПАЧЕК ИМПУЛЬСОВ 4

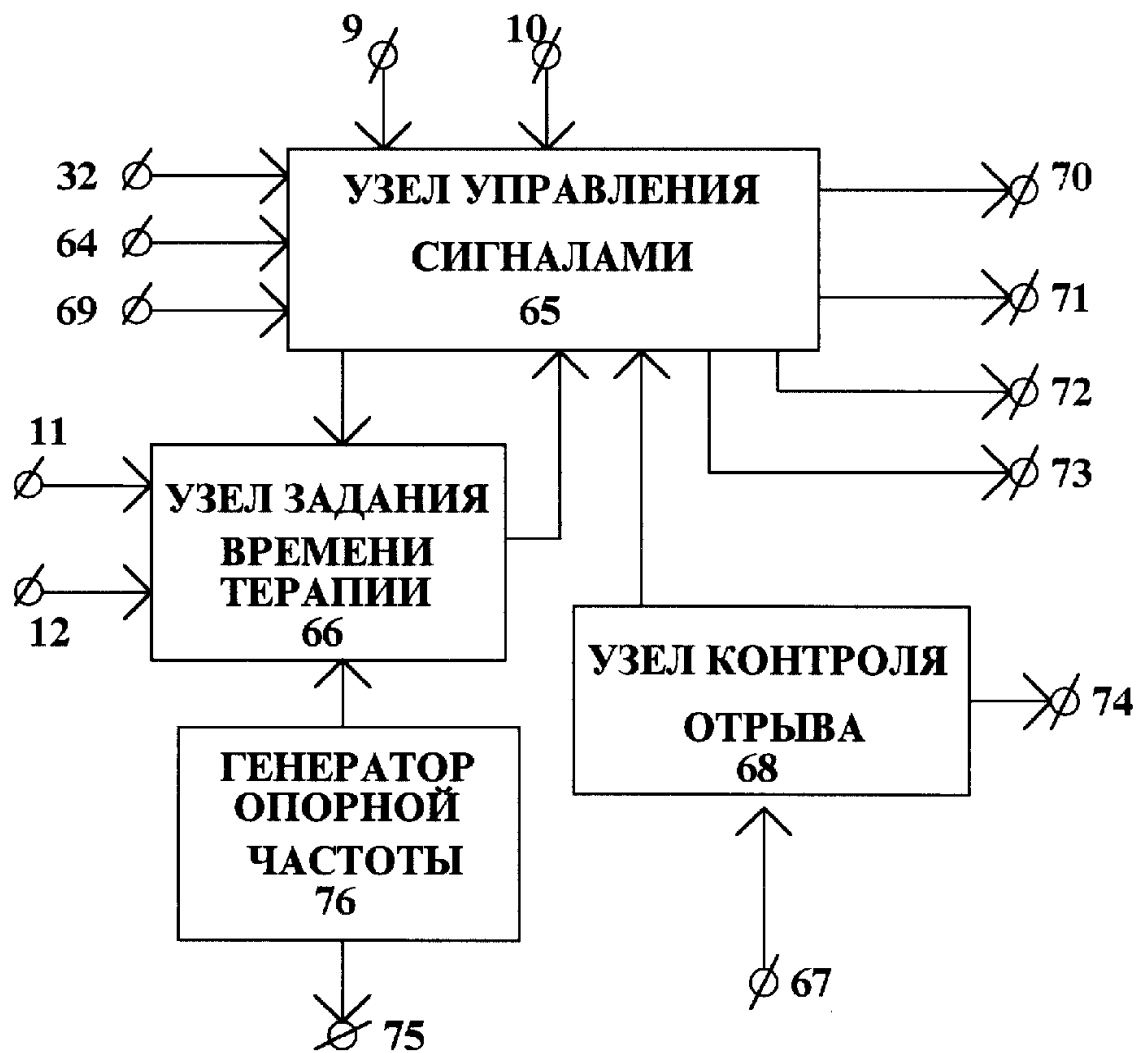


ФИГ. 3

RU 2 1 5 5 6 1 4 C 2

RU 2 1 5 5 6 1 4 C 2

БЛОК УПРАВЛЕНИЯ 5

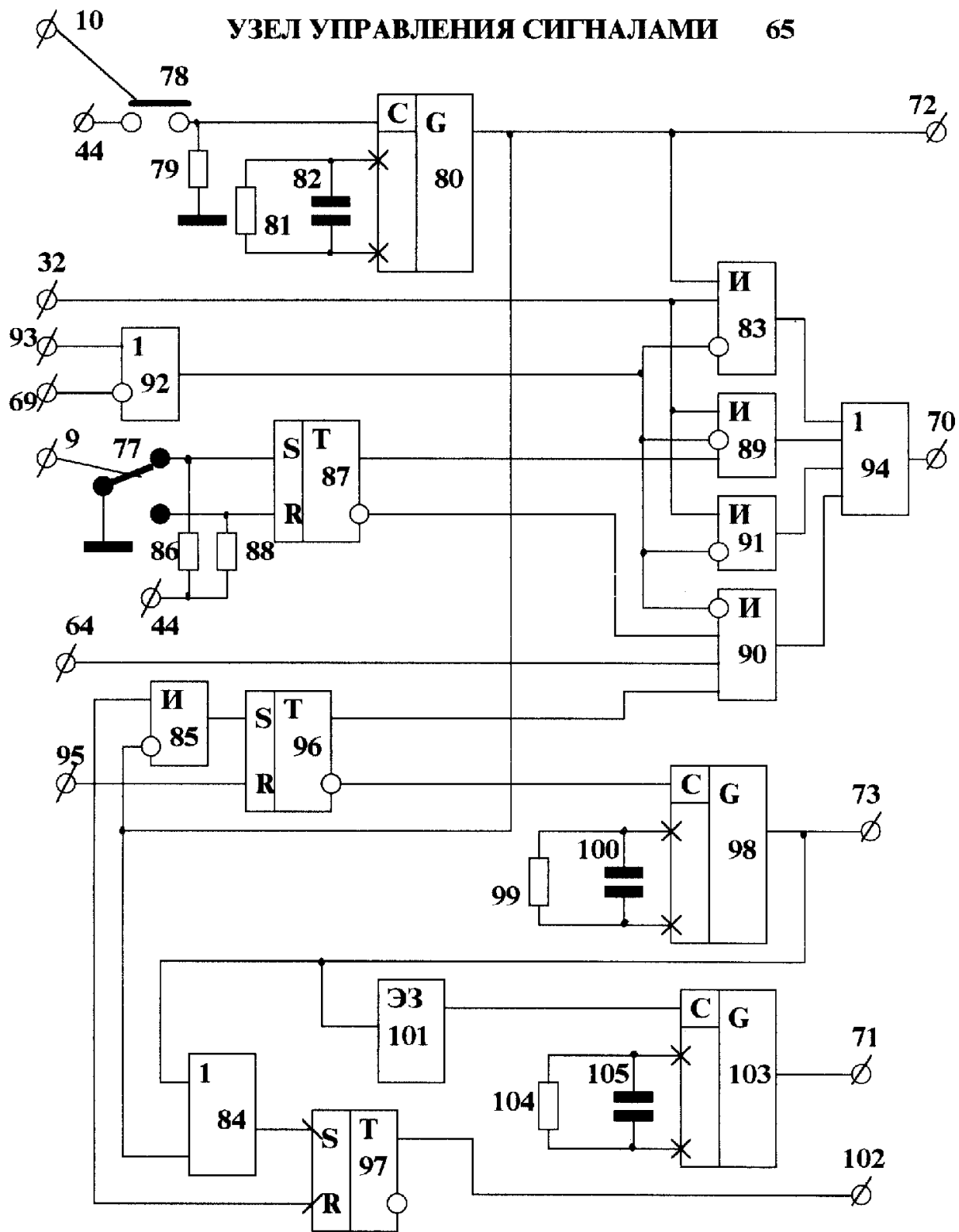


ФИГ. 4

RU 2155614 C2

RU 2155614 C2

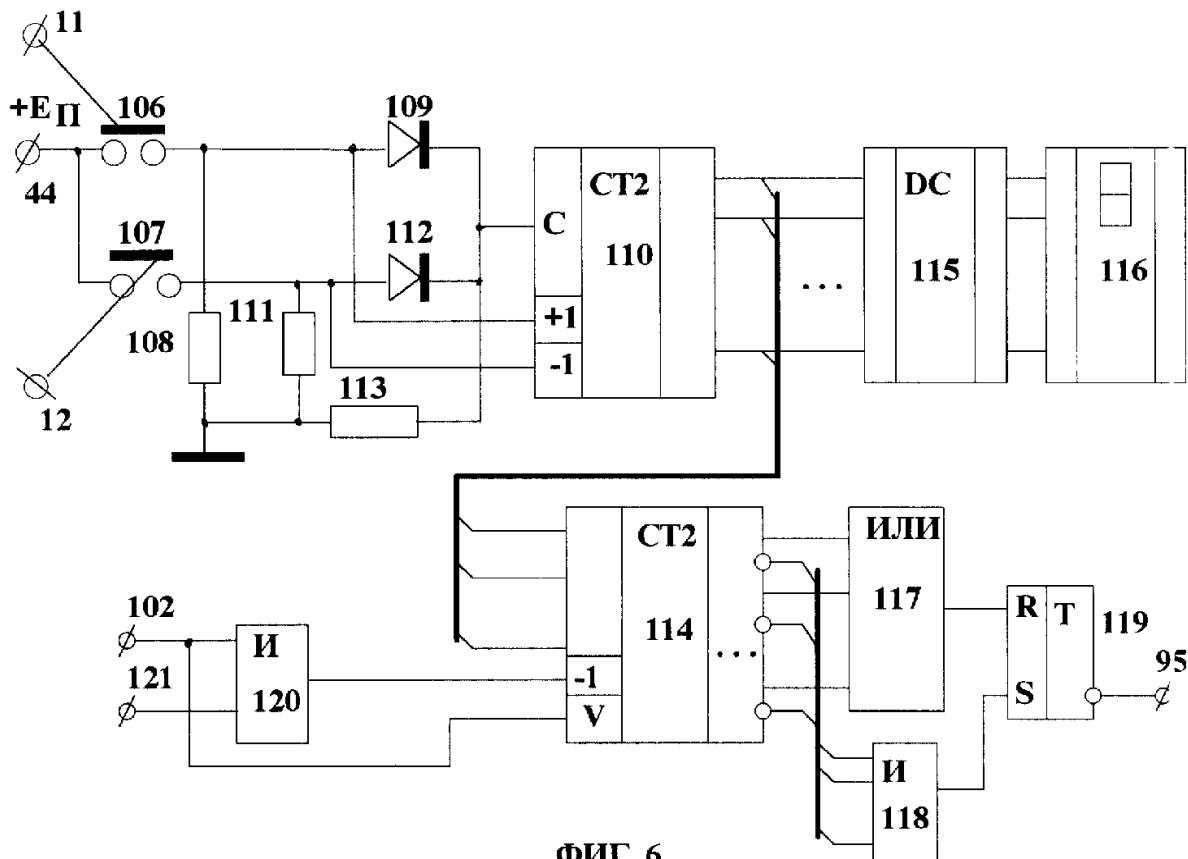
УЗЕЛ УПРАВЛЕНИЯ СИГНАЛАМИ 65



ФИГ. 5

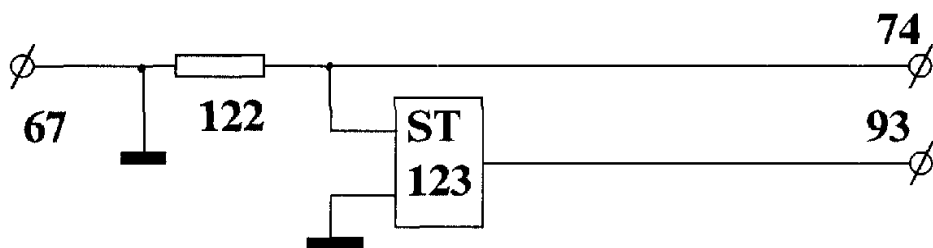
RU 2 1 5 5 6 1 4 C 2

RU 2 1 5 5 6 1 4 C 2



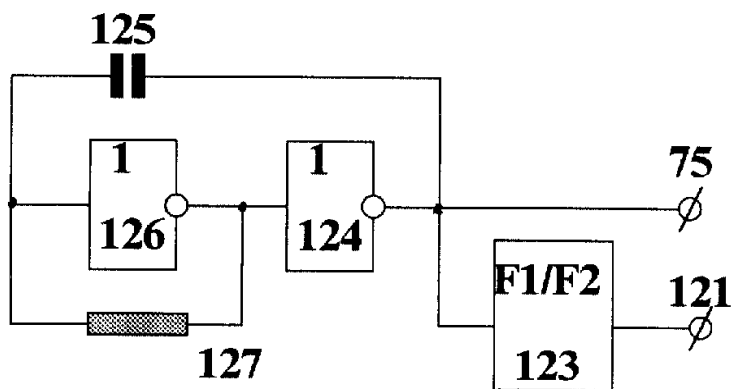
ФИГ. 6

УЗЕЛ КОНТРОЛЯ ОТРЫВА 68



ФИГ. 7

ГЕНЕРАТОР ОПОРНЫХ СИГНАЛОВ 76

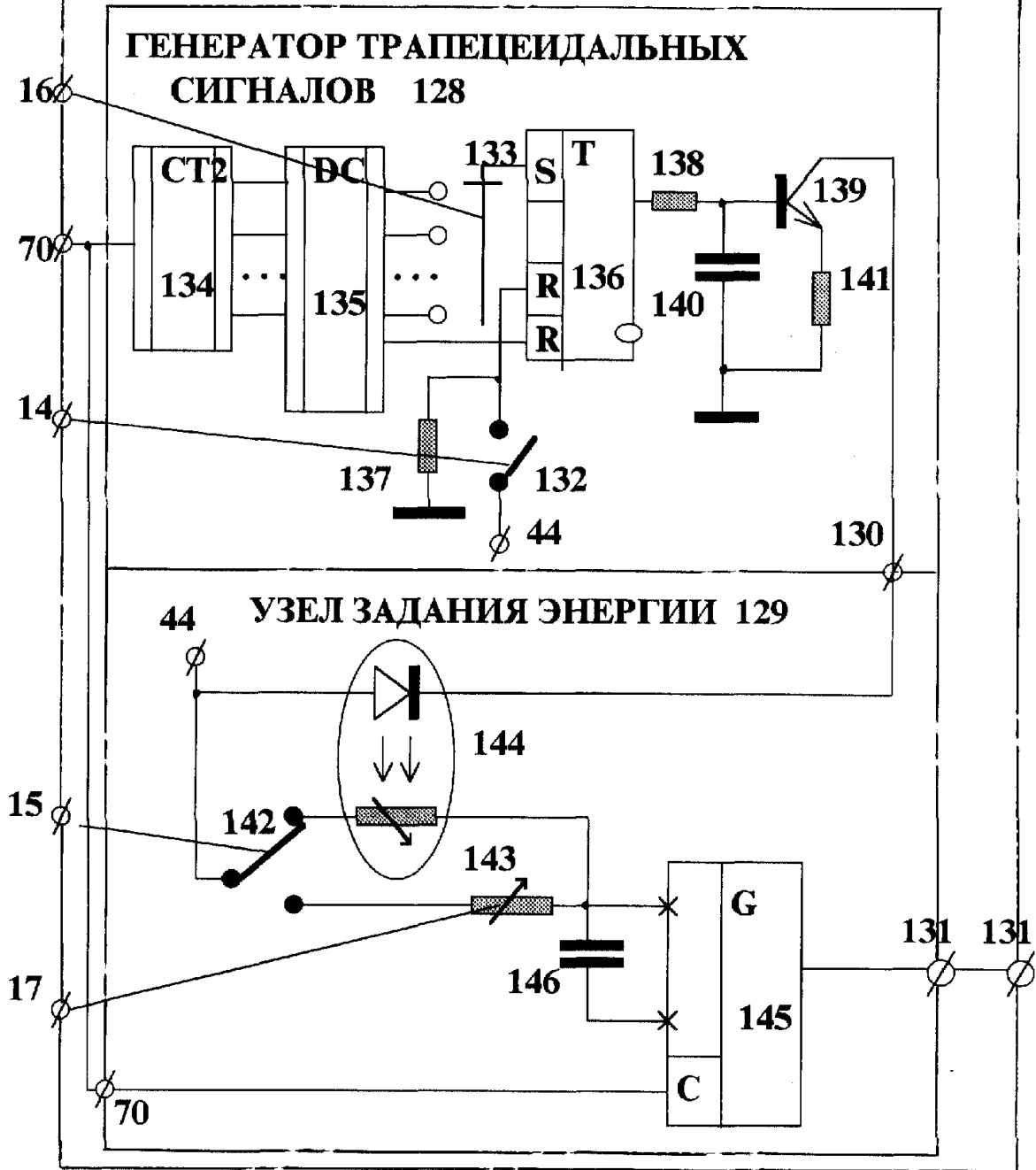


ФИГ. 8

RU 2 1 5 5 6 1 4 C 2

RU ? 1 5 5 6 1 4 C 2

БЛОК УПРАВЛЕНИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИМ ВОЗДЕЙСТВИЕМ 13

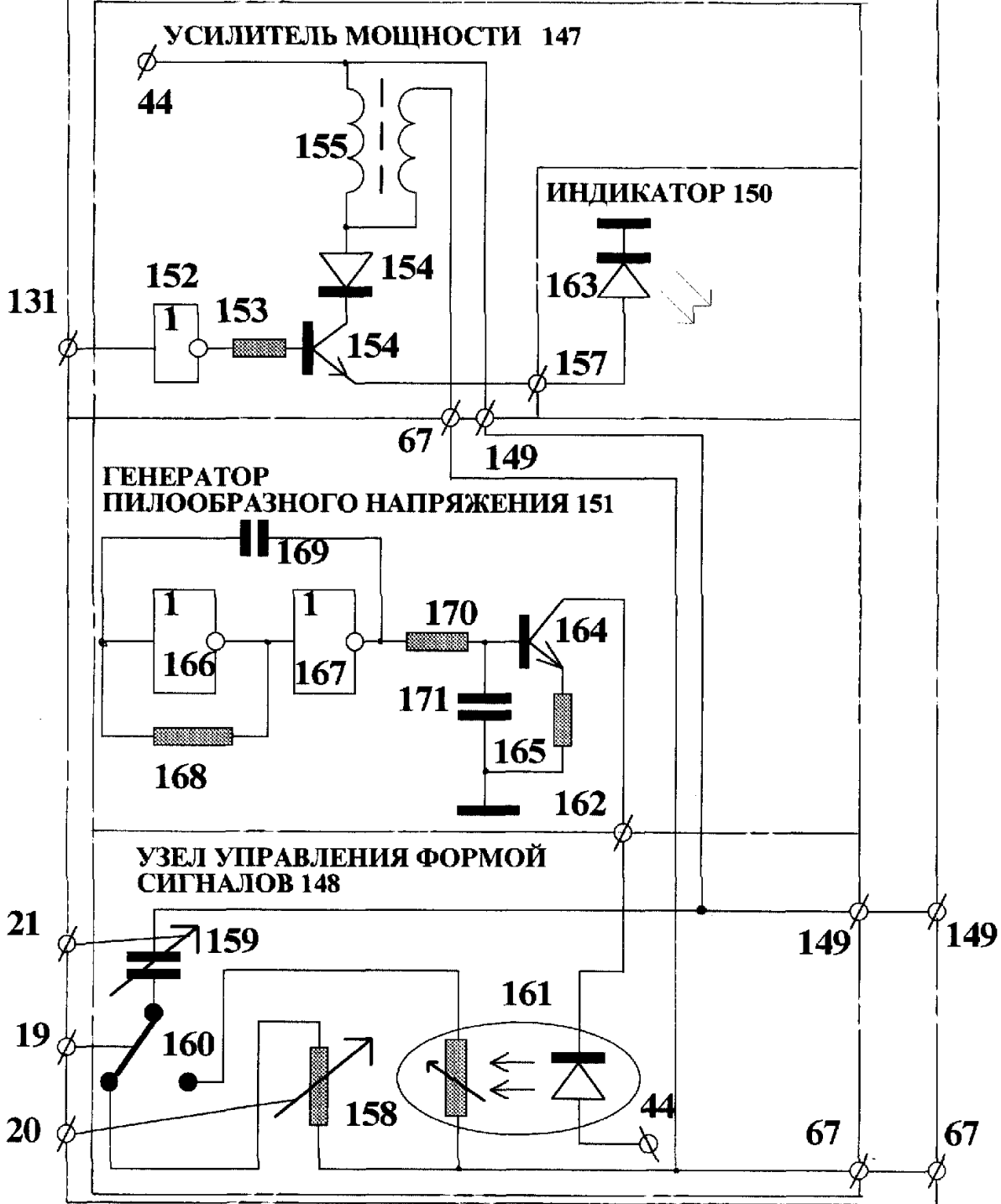


ФИГ. 9

RU 2 1 5 5 6 1 4 C 2

RU 2 1 5 5 6 1 4 C 2

ВЫХОДНОЙ БЛОК 18

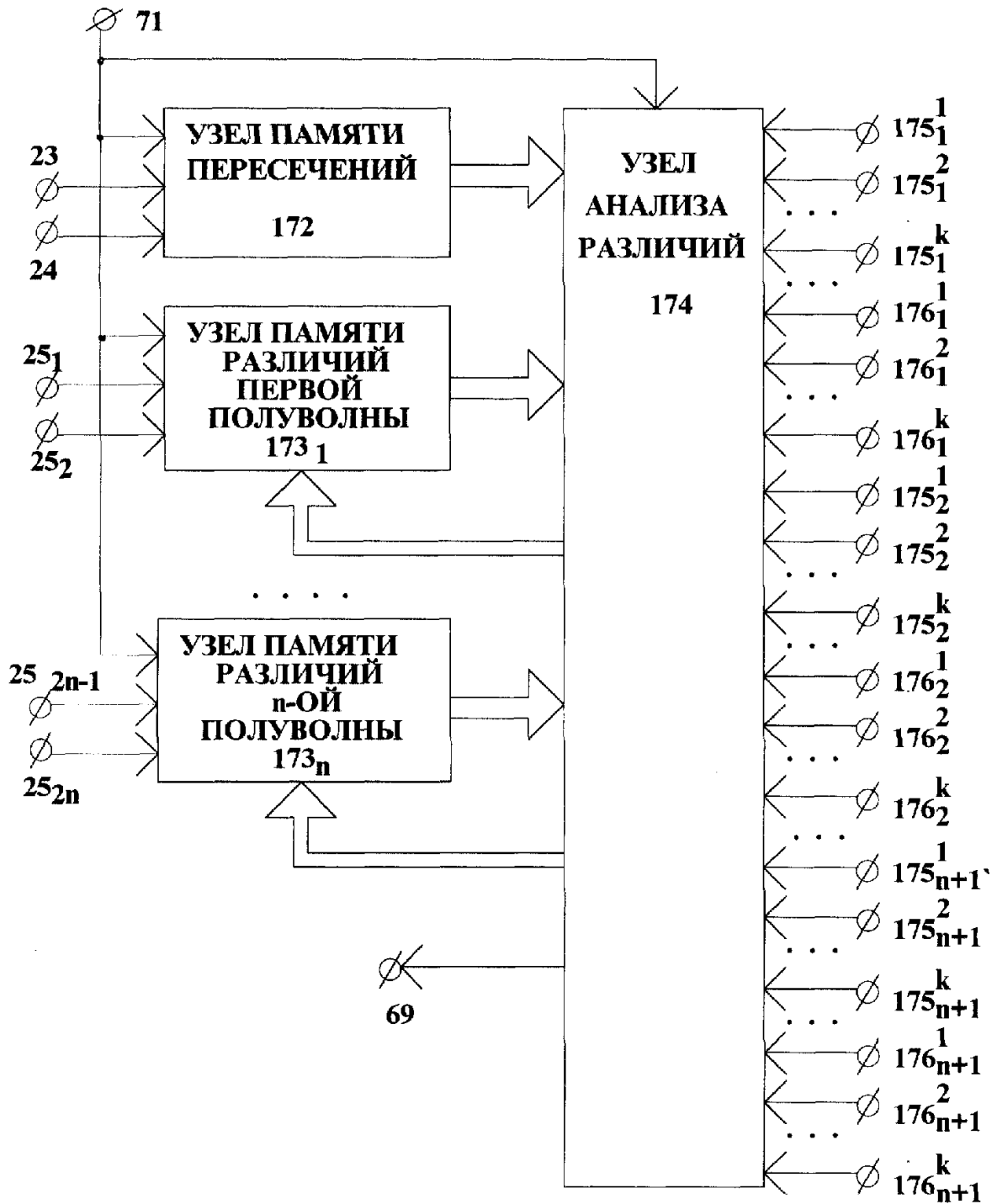


ФИГ. 10

RU 2155614 C2

RU 2155614 C2

БЛОК АНАЛИЗА ОБРАТНОЙ СВЯЗИ 22

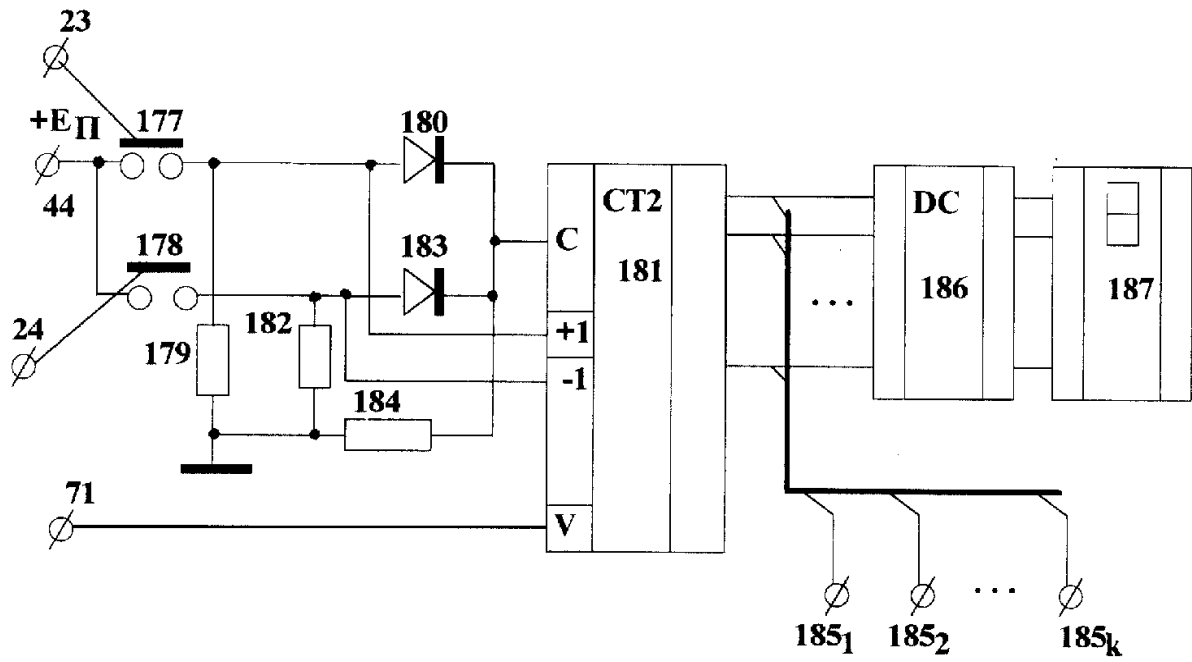


ФИГ. 11

RU 2155614 C2

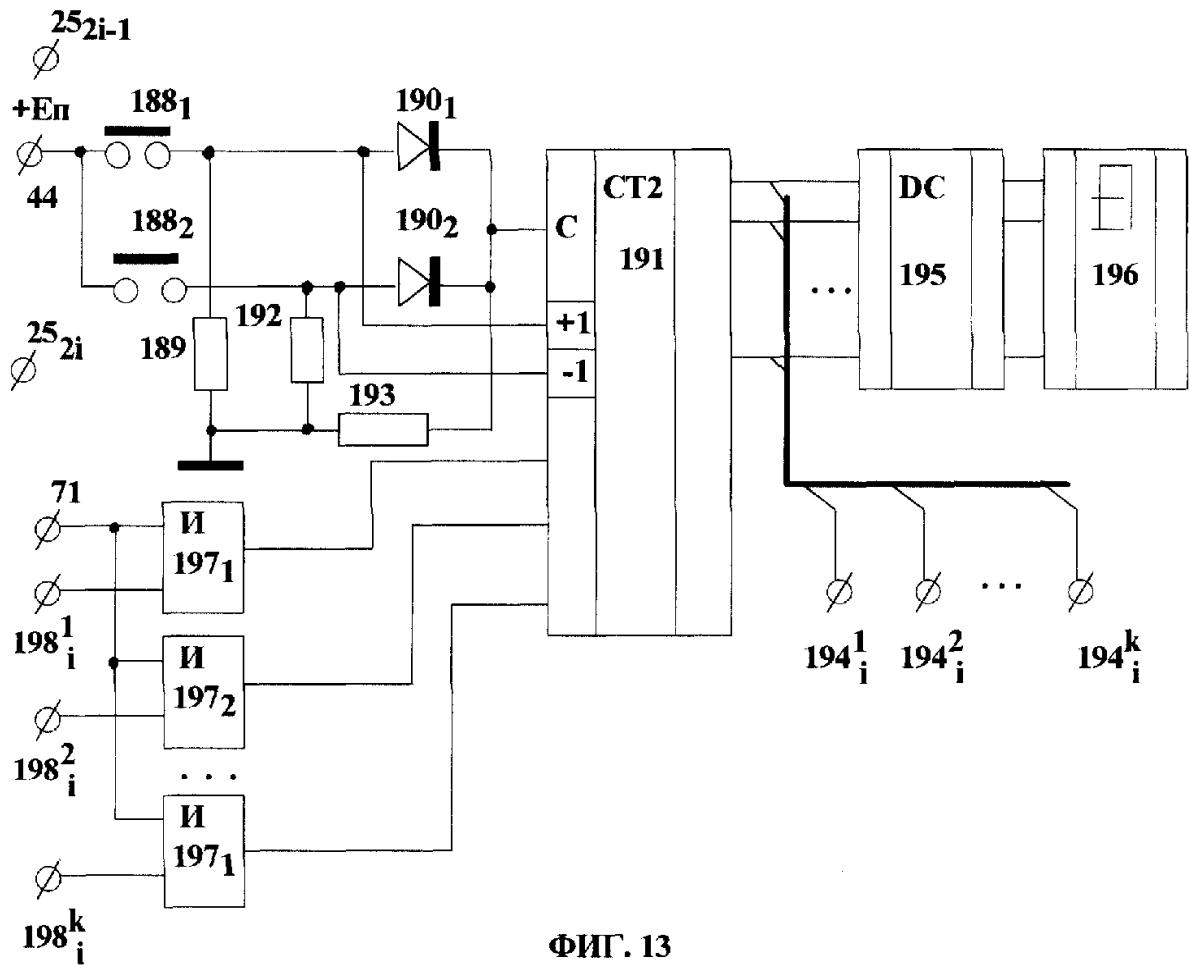
RU 2155614 C2

УЗЕЛ ПАМЯТИ ПЕРЕСЕЧЕНИЙ 172



ФИГ. 12

УЗЕЛ ПАМЯТИ РАЗЛИЧИЙ i -ОЙ ПОЛУВОЛНЫ 173 i

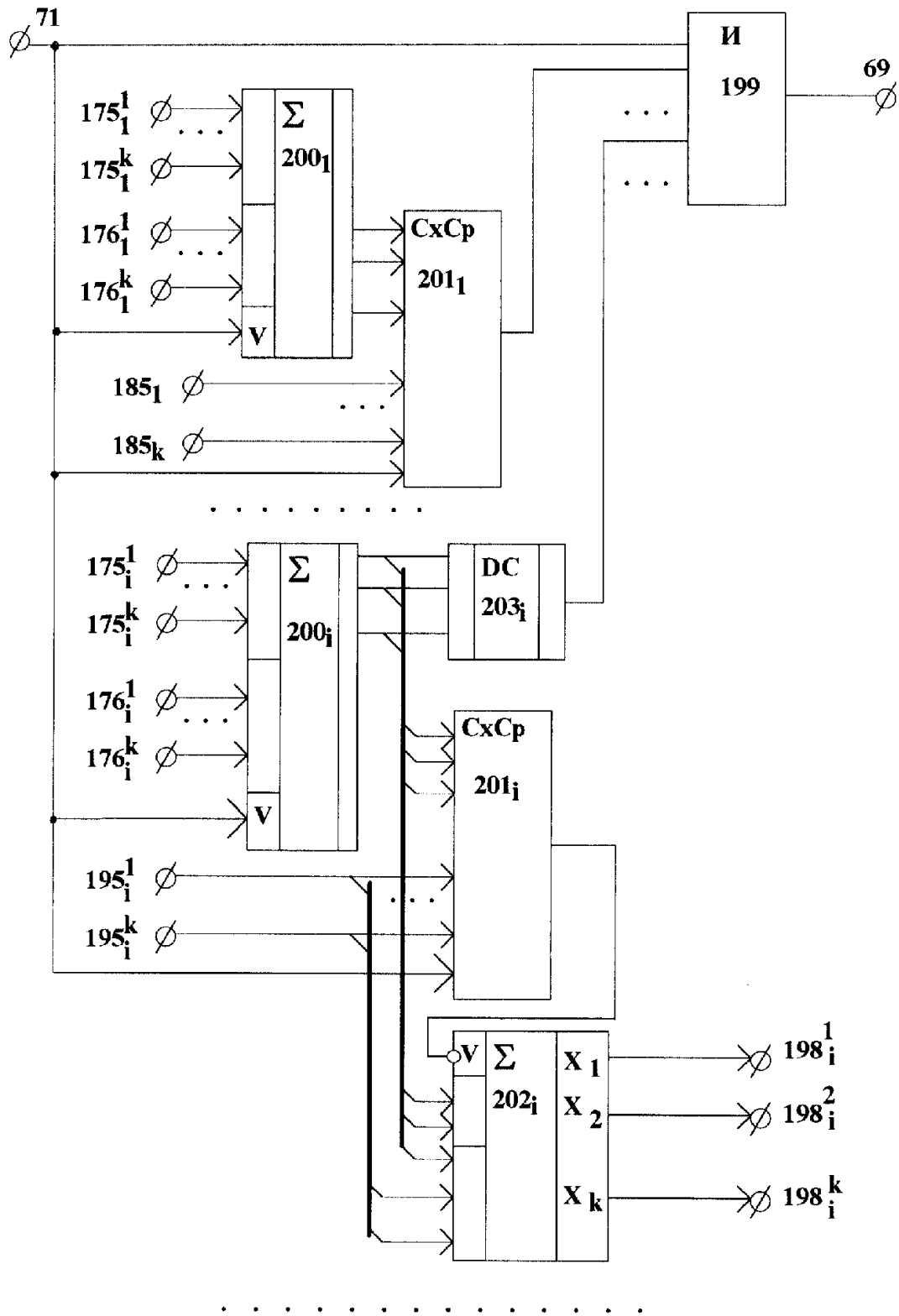


ФИГ. 13

RU 2 1 5 5 6 1 4 C 2

RU 2 1 5 5 6 1 4 C 2

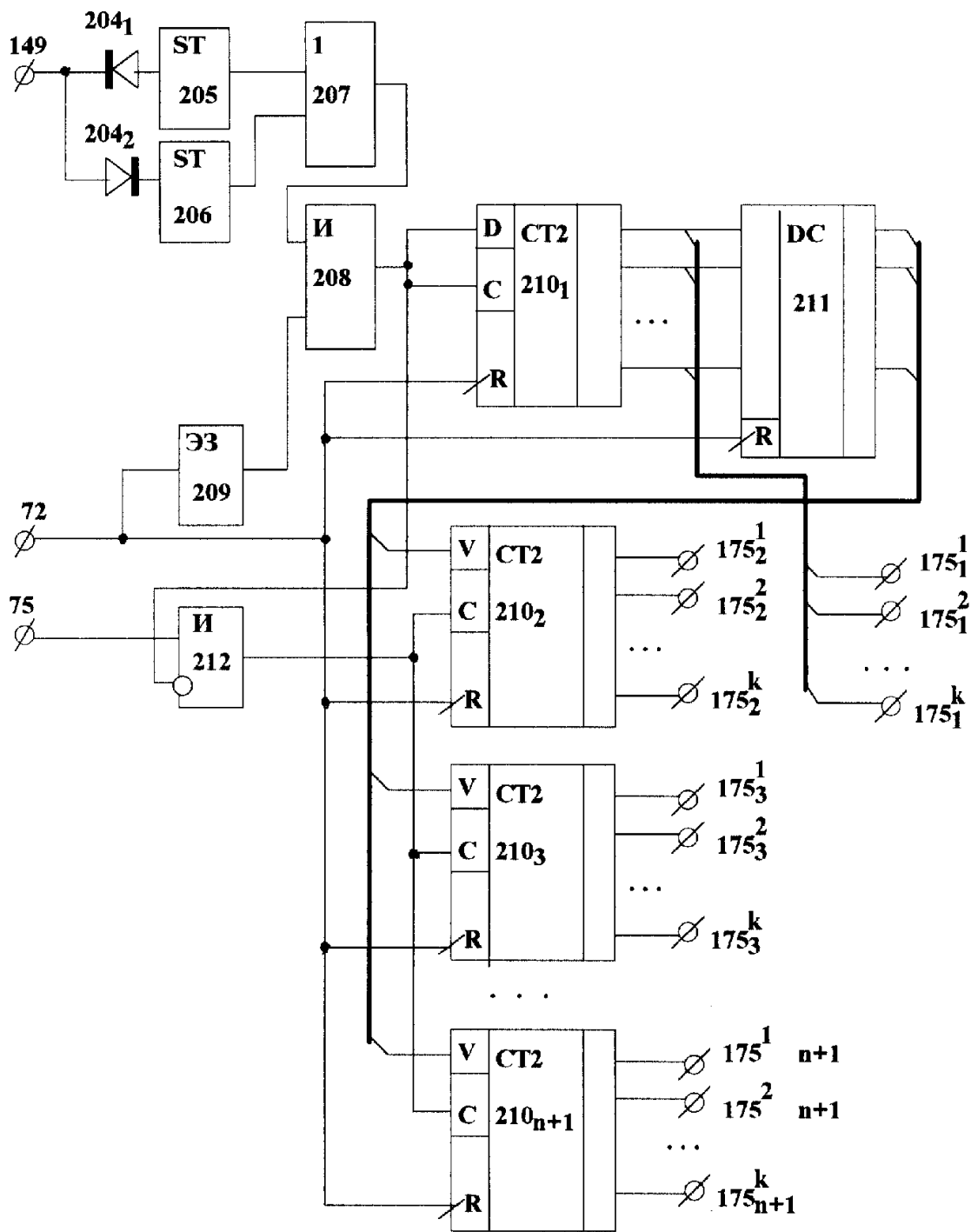
RU 2 1 5 5 6 1 4 C 2



RU 2 1 5 5 6 1 4 C 2

ФИГ. 14

БЛОК ПАМЯТИ ИНДИВИДУАЛЬНОЙ НОРМЫ 26

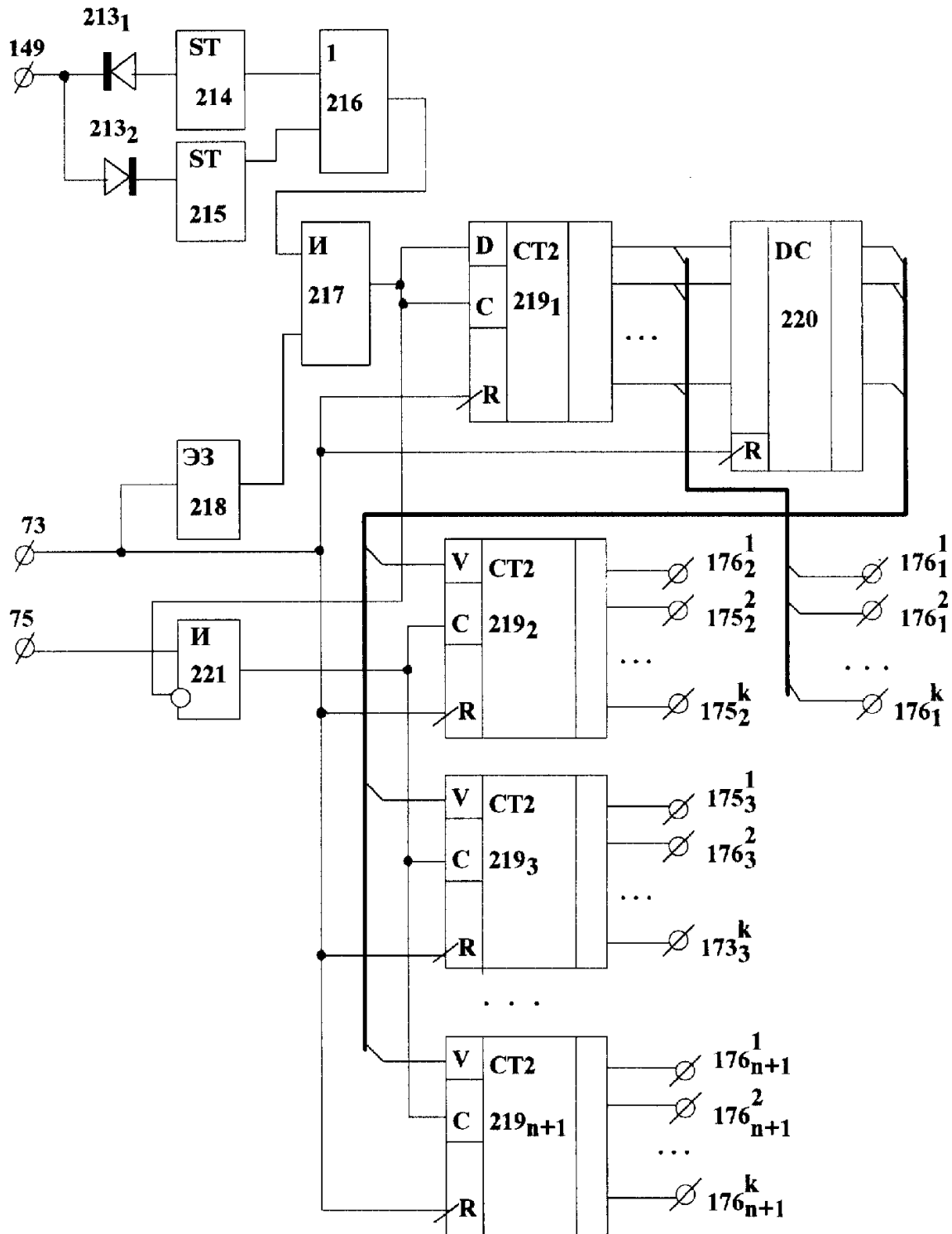


ФИГ. 15

RU 2 1 5 5 6 1 4 C 2

RU 2 1 5 5 6 1 4 C 2

БЛОК ЗАПИСИ ПАРАМЕТРОВ ЗОНДИРУЮЩЕГО СИГНАЛА 27



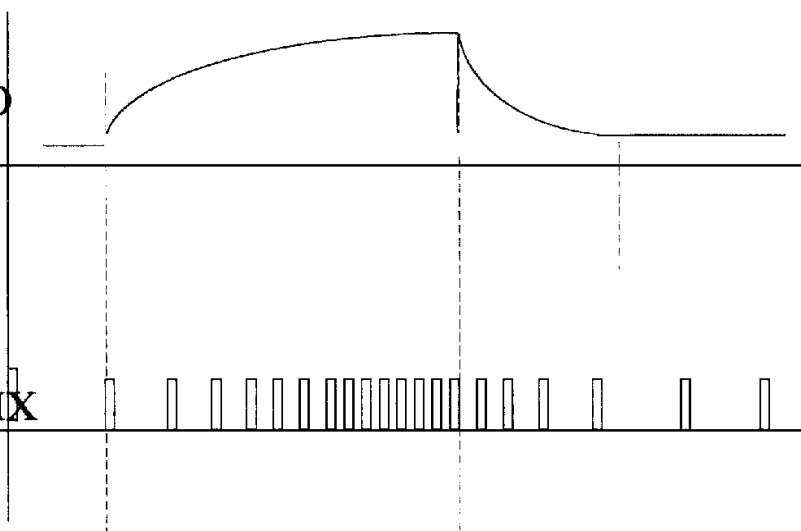
ФИГ. 16

RU 2 1 5 5 6 1 4 C 2

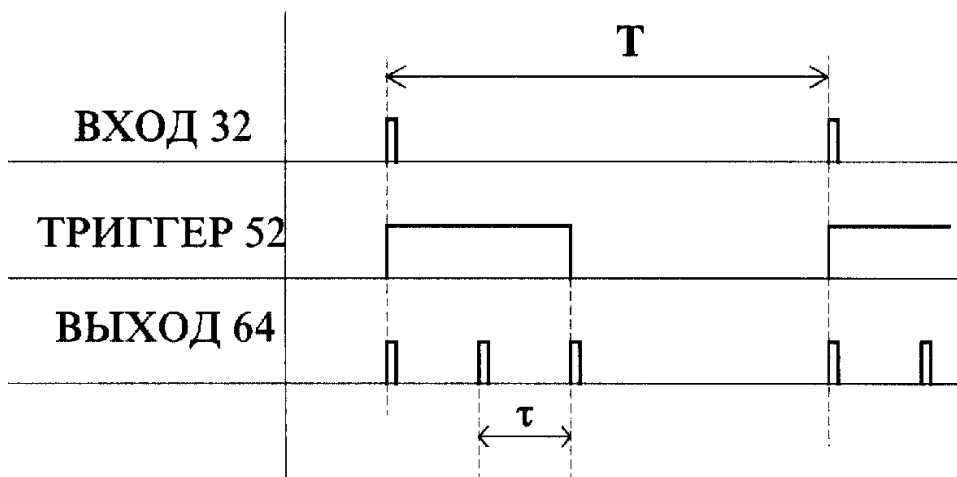
RU 2 1 5 5 6 1 4 C 2

ВЫХОД 33
ГЕНЕРАТОРА
ПИЛООБРАЗНОГО
НАПРЯЖЕНИЯ 30

ВЫХОД 32
ГЕНЕРАТОРА
ПРЯМОУГОЛЬНЫХ
ИМПУЛЬСОВ 31



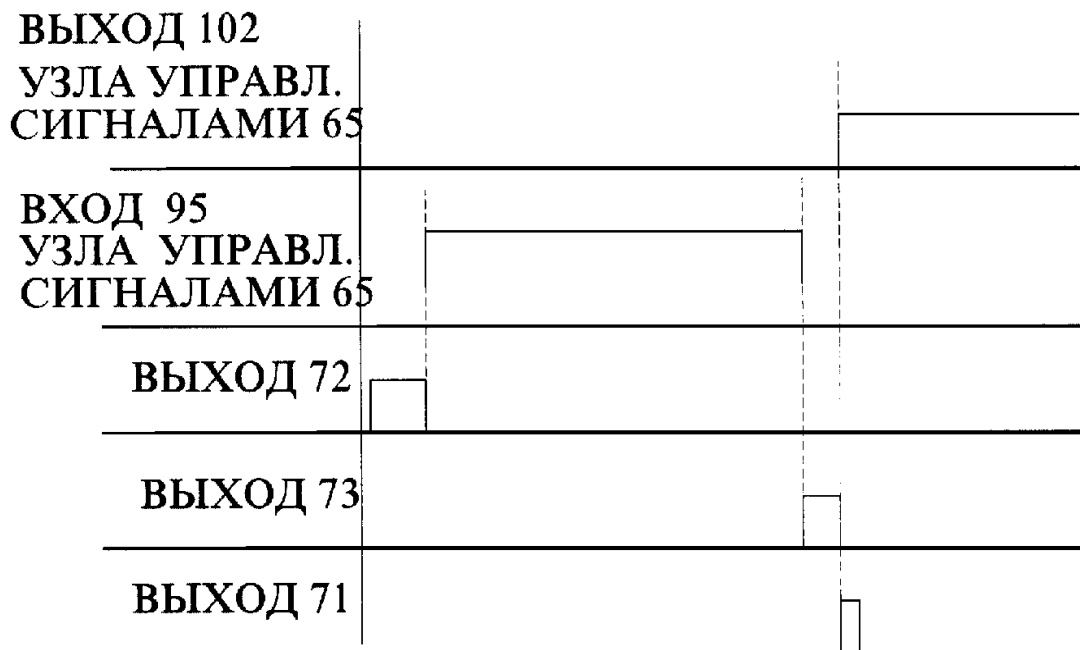
ФИГ. 17



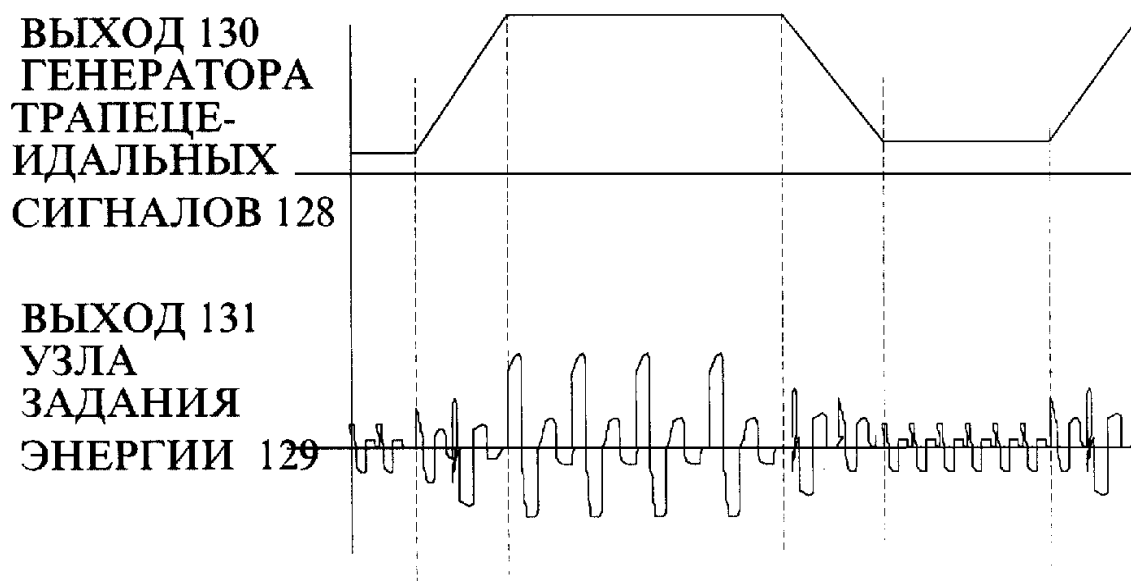
ФИГ. 18

RU 2155614 C2

RU 2155614 C2



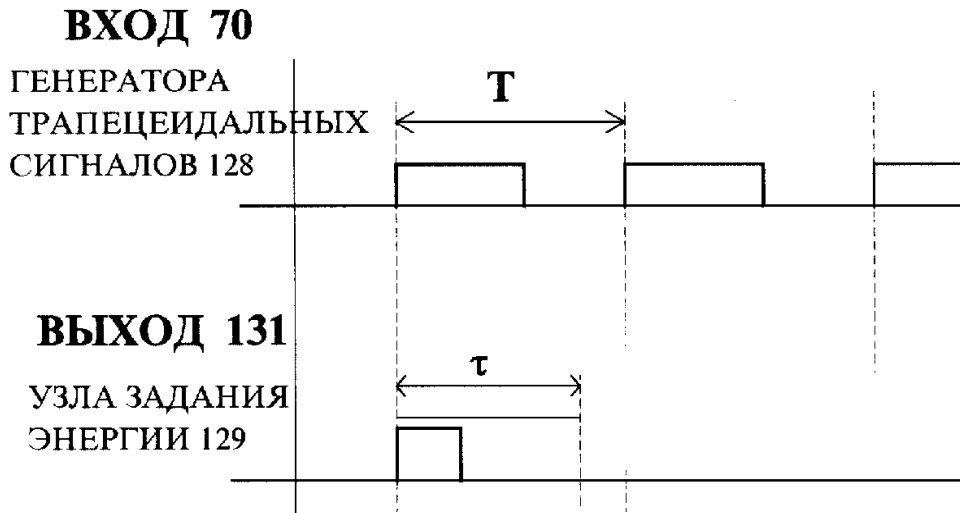
ФИГ. 19



ФИГ. 20

RU 2 1 5 5 6 1 4 C 2

RU 2 1 5 5 6 1 4 C 2



ФИГ. 21
ОТСУТСТВИЕ НАГРУЗКИ

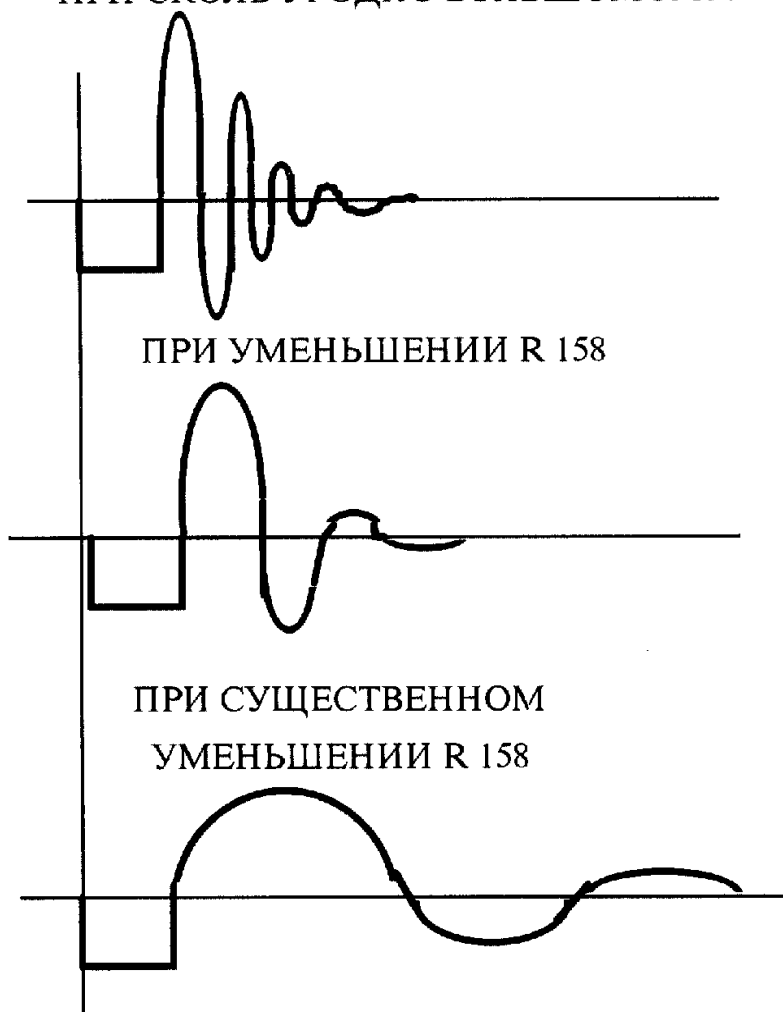


ФИГ. 22

RU 2 1 5 5 6 1 4 C 2

RU 2 1 5 5 6 1 4 C 2

ПРИ ПОСТОЯННОЙ ЕМКОСТИ 159 И
ПРИ СКОЛЬ УГОДНО БОЛЬШОМ R 158

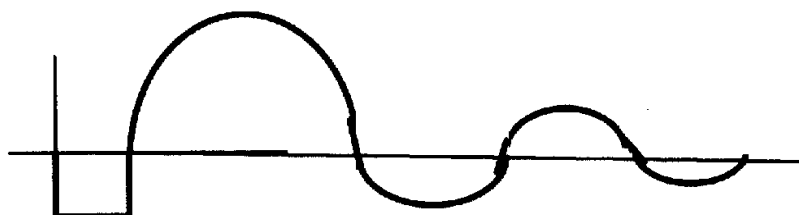


ФИГ. 23

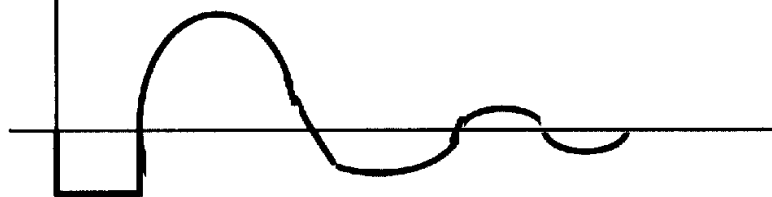
RU 2155614 C2

RU 2155614 C2

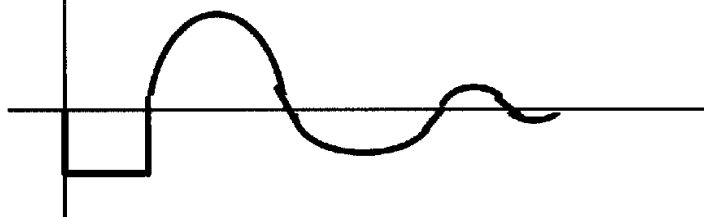
ПРИ R 158 - CONST И
ПРИ C 159 = C1



ПРИ C 159 = C2, C1 > C2



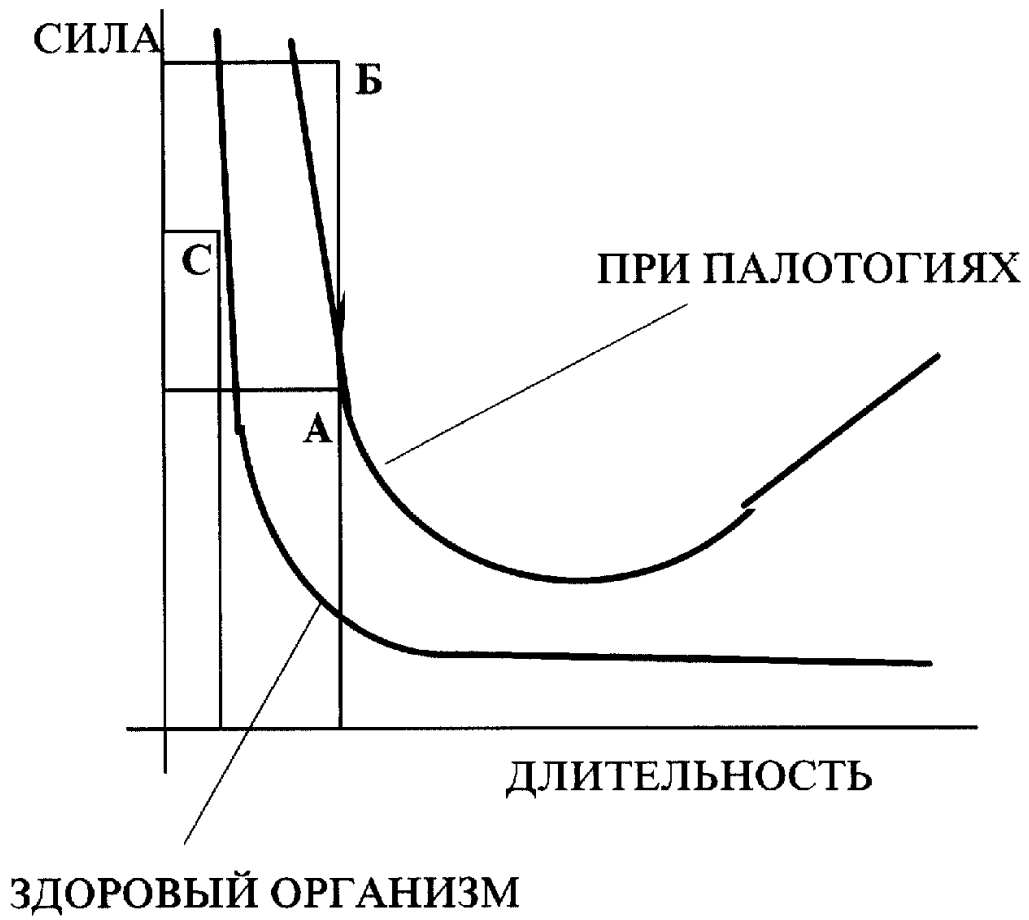
ПРИ C 159 = C3, C2 > C3



ФИГ. 24

RU 2 1 5 5 6 1 4 C 2

RU 2 1 5 5 6 1 4 C 2



ФИГ. 25

RU 2155614 C2

RU 2155614 C2