

Области применения электростимуляции

Электростимуляция опорно – двигательного аппарата (ЭС ОДА) и его высших отделов применяется с целью предупреждения мышечной атрофии при резком ослаблении двигательных функций, для увеличения силы мышечного сокращения при дистрофиях, временного поддержания функционального состояния денервированных мышц. Простейшая методика ЭС ОДА заключается в подведении электрических стимулов от генератора возбуждения к паре наочно расположенных электродов, расположенных в проекции мотонейронов, мышечных волокон или в двигательных точках.

Различают подпороговый, пороговый и надпороговый режимы стимуляции. При подпороговом режиме не происходит видимого сокращения мышцы, однако, мышечный тонус поддерживается на более высоком уровне, чем в покое. Пороговая электростимуляция вызывает незначительные сокращения мышечных групп, при этом увеличивается их функциональное состояние. При надпороговом режиме происходит сокращение мышц различной выраженности, связанное с интенсивностью воздействующего стимула. При электростимуляции мышц электрическое раздражение должно подаваться на мышцу ритмически с паузами для необходимого отдыха мышцы между сокращениями. При этом следует учитывать, что поврежденная мышца имеет удлиненный рефрактерный период и быстрее утомляется, поэтому паузы должны быть более длительными, чем в случае здоровой мышцы.

В случаях, когда у больного сохранена возможность хотя бы незначительного активного движения с помощью пораженных мышц, применяют «активную» стимуляцию, которая заключается в том, что электрическое раздражение производится одновременно с попыткой больного совершить необходимое движение. При этом электрическое раздражение усиливает сокращение мышц и, таким образом, способствует более полному восстановлению нарушенной функции.

Важно при электростимуляции обеспечить сокращение только пораженных мышц без вовлечения мышц-антагонистов и других здоровых мышц. Значительные преимущества имеют с этой точки зрения экспоненциальные токи, действующие преимущественно на пораженные мышцы с ослабленной в той или иной мере аккомодационной способностью.

Помимо рассмотренной выше электростимуляции мышц опорно-двигательного аппарата, большое практическое значение имеет также использование импульсных токов при лечении самых различных заболеваний с целью борьбы с болями, нарушением кровообращения, спастическими явлениями, нарушением трофики тканей.

Для борьбы с болями используются методы электроанальгезии и электроанестезии.

Общая электроанестезия— это воздействие током на ЦНС с целью формирования наркотического состояния, достаточного для проведения хирургических вмешательств. Достоинствами этого метода являются отсутствие токсического действия на организм, мгновенное достижение анальгезии, быстрый выход из состояния электронаркоза, возможность строгой его дозировки. Данный метод иногда используется как основной компонент общей электрофарманестезии. Как отдельный метод электроанестезия не применяется, в связи с возможным появлением судорожной реакции пациента, а также из-за того, что у ряда людей не наблюдается потеря сознания. При проведении общей электроанестезии используется височно-затылочное расположение электродов, при котором ток охватывает большинство структур мозга. Эффект во многом зависит от выбора определённой формы тока. Наряду с прямоугольными импульсами длительностью порядка сотен микросекунд при частоте порядка сотен герц, используются интерференционные токи звуковой частоты с расстройкой порядка сотен герц, подаваемые через две пары электродов.

Центральная электроанальгезия (электросон) основана на электроимпульсном воздействии на определённые структуры ЦНС. Здесь используется положение электродов на лоб (раздвоенный катод) и шею под сосцевидными отростками (раздвоенный анод). В результате метода электротранквилизации обеспечивается ослабление коркового компонента эмоциональных реакций и их вегетативных проявлений. Метод применяется в акушерско-гинекологической практике для лечения и профилактики токсикоза, подготовки беременных к родам, при обезболивании и регуляции родов. Метод позволяет ограничить введение наркотических средств, снимать патологические реакции организма при болях.

Аппараты для электроаналгезии: ЛЭНАР, ЭЛСОН.

Противоболевая электростимуляция (ПБ ЭНС) представляет собой эффективный метод купирования болевых синдромов различного происхождения. Эффект периферической электроанальгезии у пациентов возникает при электронейростимуляции сенсорных афферентов, связанных с зоной болевого раздражения.

Клинический опыт применения ПБ ЭНС показал, что этот метод является наиболее адекватным методом лечения послеоперационных болей, болей травматического и неврологического происхождения. Привлекательность метода ПБ ЭНС обусловлена тем, что он позволяет частично или полностью отказаться от применения анальгетиков, в том числе и наркотического ряда, не всегда безвредных для организма больного, особенно при длительном использовании.

При тяжелых болевых синдромах, встречающихся в неврологической практике, применяют спинно-мозговую ПБ ЭНС, осуществляемую с помощью электродов, имплантированных в спинно-мозговой канал.

Наиболее просто реализуется методика чрескожной ПБ ЭНС. Электроды, выполненные в виде двух проводящих эластичных пластин, накладывают на кожу пациента в проекции соматических нервных стволов, иннервирующих зону болевого раздражения.

Длительность сеанс ПД ЭНС, необходимая для достижения анальгетического эффекта, составляет около 35-40 минут, наиболее частый перерыв между сеансами составляет 3-4 часа.

Электростимуляция широко используется для лечения **нарушений кровообращения (вазотропная стимуляция)**.

В ангиологии и ангиохирургии - для улучшения регионального кровотока при:

- ангиотрофоневрозах (болезнь Рейно, синдром Рейно вследствие вибрационной болезни, остеохондроз, коллагеноз, облитерирующие заболевания артерий, хроническое ознобление, сетчатое ливедо, акроцианоз);
- облитерирующих заболеваниях артерий, особенно в донекротических стадиях;
- поздней острой артериальной непроходимости (эмболия, тромбоз), особенно при дистальных формах поражения, артериальном спазме;
- механическом сдавлении артерий (синдром грудного выхода, синдром перевязанной артерии, последствия травм).

В акушерстве и гинекологии :

- лечение гестозов;
- лечение фетоплацентарной недостаточности;
- профилактика и лечение внутриутробной гипоксии плода.

При нарушении структуры тканей применяются методы электростимуляции, направленные на **ускорение регенерации поврежденных тканей**.

Электроостеостимуляция является эффективным методом, способствующим сращению костной ткани при переломах, дающим хорошие результаты в случаях, когда другие методы наращивания костной ткани оказываются безуспешными. В результате пропускания постоянного или низкочастотного переменного тока в зоне расположения электродов образуется костная мозоль. При исследовании метода было обнаружено, что образование костной ткани наиболее эффективно происходит вокруг катода при токе стимуляции 5 – 20 мкА; частота переменного тока для остеостимуляции выбирается менее 1 Гц. Устройство для остеостимуляции включает один анод и несколько катодов. Анод располагают в мягких тканях, а катоды вводят в область перелома. Сеанс воздействия

длится 1 – 1,5 часа ежедневно в течение трёх недель. После цикла лечения электроды извлекаются и могут использоваться повторно.

Электростимуляция органов слуха и зрения применяется с целью терапии и протезирования при утрате естественной функции органов. Для улучшения слуха используется электростимуляция слухового нерва через первичное раздражение рецепторных зон, а также соответствующих биологически активных точек.

Прямая электростимуляция зрительных нервов осуществляется с помощью имплантированных биполярных электродов. Электростимуляция способствует повышению уровня активности зрительного нерва и зрительной системы в целом и используется как метод восстановления зрения при повреждении зрительных нервов.

Импульсный электрический ток также используется *для стимуляции внутренних органов*.

Наиболее широко в медицинскую практику вошел метод электрической стимуляции сердца – электрокардиостимуляция. Используются методы и аппаратура для стимуляции желудочно-кишечного тракта, диафрагмы, мочеполовых и других органов.

Электрокардиостимуляция (ЭКС) применяется для устранения последствий, возникающих из-за нарушения генерации и проведения физиологического возбуждения в сердце. При ЭКС один из стимулирующих электродов находится в непосредственном контакте с сердцем, а генератор стимулов располагается либо вне организма (при временной стимуляции), либо имплантируется внутрь. Многообразие сердечных патологий определяет достаточно большое число методов и разновидностей ЭКС.

Одной из первых начала применяться асинхронная ЭКС, навязывающая сердцу постоянный, заданный ритм сокращений. Появление биоуправляемой ЭКС, при которой генератор стимула функционирует, используя оценку собственных потенциалов сердца, значительно расширило применение стимуляции для лечения нарушений сердечного ритма.

Электростимуляция желудочно-кишечного тракта применяется как метод борьбы с нарушениями моторной, моторно – эвакуаторной и секреторной функций. При трансгастральной электростимуляции желудка и двенадцатиперстной кишки в них через пищевод вводят активный электрод – зонд. В случае стимуляции, охватывающей большую зону кишечника, чем при биполярной, индифферентный электрод в виде пластинки помещают на брюшной стенке в области эпигастрия. При необходимости

лечения нижних отделов кишечника активный электрод располагается ректально, а индифферентный – на передней брюшной стенке или на пояснице. Используется также введение униполярного электрода через кишечные свищи. Для ликвидации послеоперационного пареза кишечника применяют наиболее простой способ стимуляции с помощью электродов, накладываемых на кожу в области гепатодуоденальной зоны.

Высока эффективность метода при лечении больных нейрогенно-дискинетическими колитами, поражениях спинного мозга, лечении функциональной кишечной непроходимости.

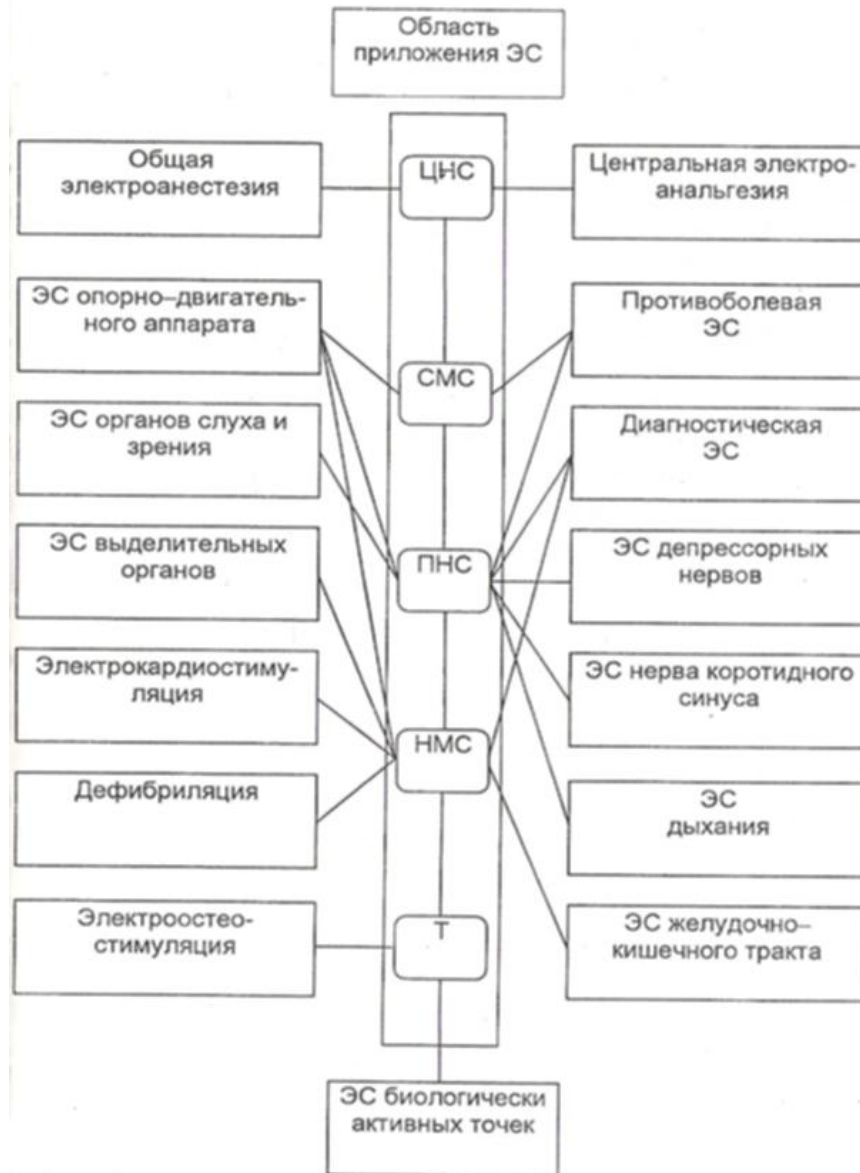
Электростимуляция выделительных органов включает электростимуляцию мочевого пузыря и сфинктеров. Электростимуляция мочевого пузыря применяется при расстройствах мочеиспускания. В зависимости от места приложения стимулов используется стимуляция соответствующих нервов, мышц мочевого пузыря и непосредственно спинальных нервов мочеиспускания.

Электростимуляция дыхания (ЭДС) используется при расстройствах функции внешнего дыхания, вызванных угнетением дыхательного центра, патологией периферических или центральных механизмов, нарушением исполнительных механизмов дыхательного акта вследствие травм или хирургических вмешательств в области грудной клетки.

ЭДС осуществляется путем непосредственной стимуляции диафрагмы или диафрагмальных нервов, при которой под действием плавно нарастающих стимулов сокращается дыхательная мускулатура и осуществляется активный вдох. Выдох происходит пассивно за счет эластичности диафрагмы и легких. Частота проводимых стимулов определяет ритм дыхательных движений.

Электростимуляции биологически активных точек (БАТ) (электроакупунктура, электропунктура) заключается в раздражении БАТ слабым постоянным или импульсным низкочастотным током. Здесь используются игольчатые или конусные заостренные электроды, расположенные в области БАТ.

Электростимуляция БАТ является важным методом рефлексотерапии, с успехом используемой практически во всех основных направлениях медицины.



Методы электростимуляции органов и тканей

Классификация электростимуляторов

С точки зрения связи между текущим состоянием ткани, органа или организма и параметрами стимулов все стимуляторы можно разделить на *неуправляемые (асинхронные) и биоуправляемые стимуляторы*.

Стимуляция органов может производиться независимо от деятельности органа. Соответствующие стимуляторы называются асинхронными. Для асинхронных имплантируемых (вживленных) стимуляторов параметры стимула задаются заранее и являются, как правило, фиксированными.

По мере роста возможностей электронной техники интенсивное развитие получила биоуправляемая стимуляция, т. е. стимуляция, параметры которой в той или иной степени изменяются в зависимости от состояния, потребностей организма. Наиболее простым типом биоуправления является управление включением стимулятора. Такой стимулятор включается «по требованию», т.е. в случае, если собственные управляющие сигналы организма отсутствуют или не обеспечивают нормального функционирования органа.

Другим видом биоуправления является биосинхронизация, при которой работа стимулятора происходит синхронно с собственным ритмом органа.

Наконец, биоуправление стимулятором может быть полным, т.е. заключаться в регулировании не только его временных, но и амплитудных параметров.

Биоуправляемые стимуляторы имеют несомненные преимущества, так как обеспечивают более адекватный, выгодный для организма режим стимуляции. Однако такие стимуляторы применяются еще относительно редко, что связано со значительно большей их сложностью и, главное, трудностями выделения в организме одного или нескольких характеризующих состояние органа тестов, по которым можно было бы вести управление стимулятором. Наиболее широкое применение получило биоуправление при электростимуляции сердца, в виде синхронизированных и включаемых «по требованию» стимуляторов.

В зависимости от расположения относительно тела больного *различают экстракорпоральные (внешние), и интракорпоральные (имплантированные) стимуляторы, а также стимуляторы смешанного типа*.

Внешние стимуляторы могут быть стационарными либо носимыми. Стационарные стимуляторы применяются в условиях медицинского учреждения для временной стимуляции с лечебной целью, либо установления необходимых параметров стимула

перед имплантацией. Стационарные стимуляторы допускают регулировку параметров стимула в широких пределах, могут иметь как автономное, так и сетевое питание.

Носимые стимуляторы могут применяться как в медицинском учреждении, так и в обычных для больного условиях. Имея малые габариты и вес, они постоянно или временно носятся больными. Носимые стимуляторы имеют, как правило, электроды, не требующие для своего наложения оперативного вмешательства, т. е. накожные или внутрисполостные электроды. Автономное питание (от химических элементов или аккумуляторов) ограничивает функциональные возможности таких стимуляторов. Регулировка параметров стимула в ограниченных пределах осуществляется самим больным.

Имплантируемые стимуляторы предназначены для постоянного замещения или поддержания функции органа. Вместе с электродами и источником питания они укрепляются под одной из мышц и не имеют выступающих из тела частей. К имплантируемым стимуляторам предъявляются чрезвычайно жесткие требования в отношении габаритов и массы (не более 100—150 г), надежности, отсутствия токсичности. Такие стимуляторы, как правило, не допускают регулировки параметров стимула извне. Основной характеристикой имплантируемых стимуляторов является срок службы, т. е. длительность работы без необходимости замены, связанной с новой операцией. Срок службы стимулятора определяется использованным в нем источником питания. Современные химические элементы обеспечивают непрерывную работу имплантированного электростимулятора в течение минимум 2—3 лет. Специальные источники питания, например изотопные, способны продлить этот срок до 10 и более лет.

(Вариант– индукционная зарядка, например ионистора)

Электростимуляторы смешанного типа состоят из двух самостоятельных частей — внешней и имплантируемой. Внешняя часть представляет собой высокочастотный импульсный генератор с антенной в виде плоской катушки. Излучаемый сигнал, имеющий обычно частоту несущих колебаний 1 — 2 МГц, принимается имплантированной приемной катушкой, соединенной с детектором и электродами. Преимущество такой системы— отсутствие имплантированного источника питания и, как следствие этого, малый вес и практически неограниченный срок службы. Описанная конструкция носит название радиочастотного стимулятора. Применяются аналогичные системы и индукционного типа, передающие за счет индуктивной связи непосредственно

низкочастотный импульс.

Недостаток радиочастотных и индукционных электростимуляторов — трудность обеспечения стабильной связи между передающей и приемной катушками. По этой причине такие стимуляторы находят ограниченное применение.

Аппарат для терапии диадинамическими токами «Тонус-1»

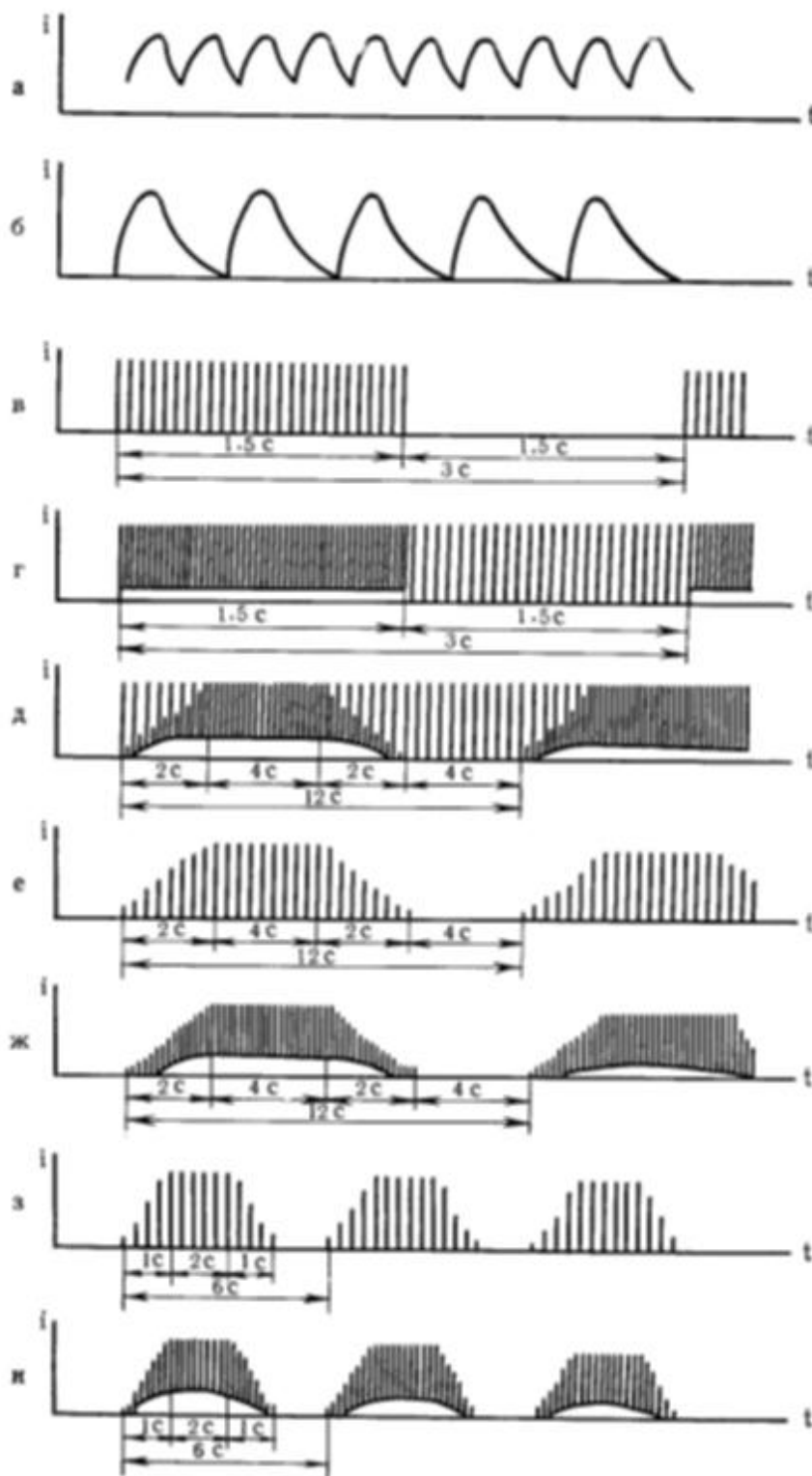
Аппарат для терапии диадинамическими токами «Тонус-1» имеет следующие основные технические характеристики:

- 9 видов тока при наибольшем значении постоянной составляющей 50 мА (при нагрузке 500 Ом);
- защитное устройство отключает цепь пациента при токе, превышающем установленный выходной ток на 5—15 мА;
- питание от сети переменного тока частотой 50 Гц, напряжением 220 В;
- потребляемая мощность не более 60 ВА;
- позащите от поражения электрическим током аппарат выполнен по II классу;
- габаритные размеры 430×160×380 мм; масса не более 9 кг.

Аппарат представляет собой генератор амплитудно-модулированных импульсов с синусоидальным фронтом и экспоненциальным срезом с частотой повторения 50 или 100 Гц, а также их комбинаций.

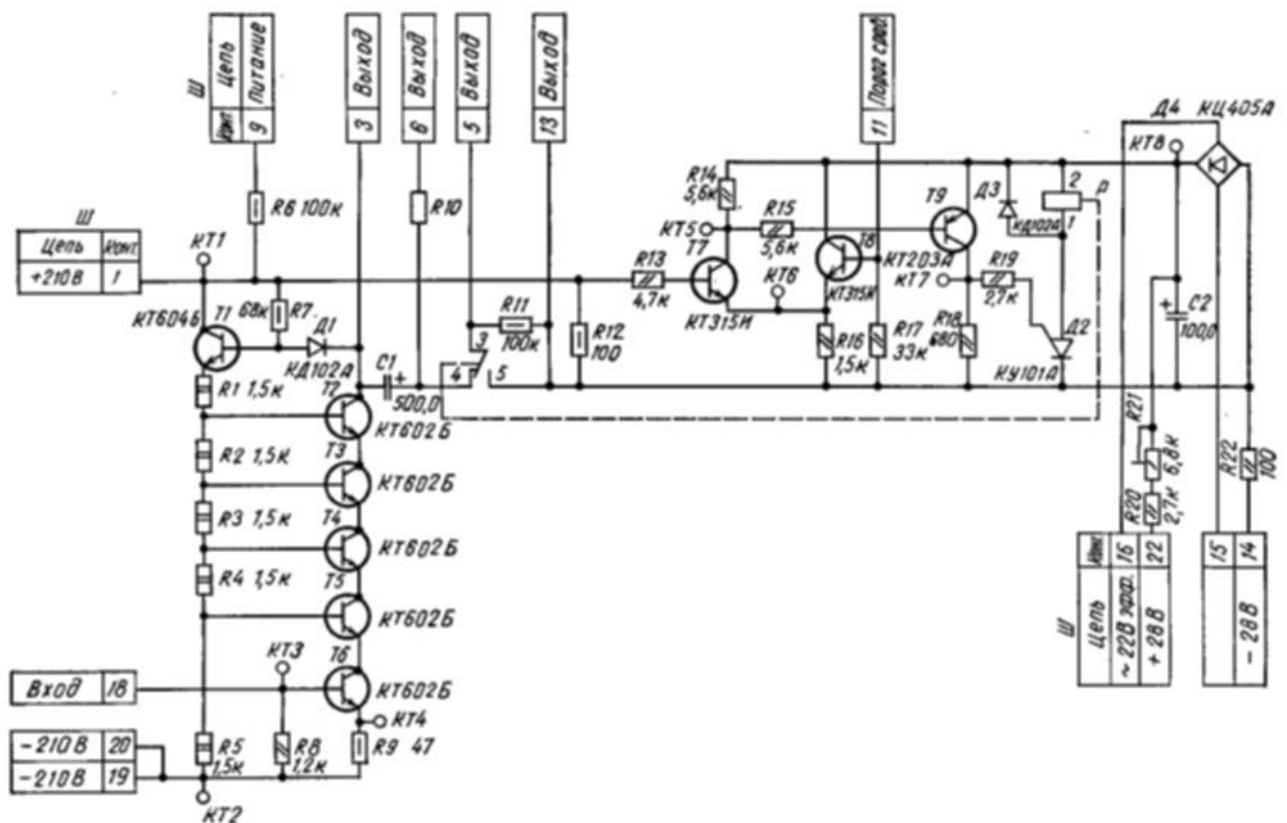
Структурная схема аппарата





Виды тока аппарата «Тонус-1».

а — двухволновый непрерывный (ДН); б — одноволновый непрерывный (ОН); в — одноволновый ритмический (ОР); г — короткий период (КП); д — длинный период (ДП); е — одноволновый волновой (ОВ); ж — двухволновый волновой (ДВ); з — одноволновый волновой (ОВ'); и — двухволновый волновой (ДВ').



Выходной каскад представляет собой усилитель мощности на 5-ти последовательно соединенных транзисторах $T2 — T6$. Каскад включен по схеме с общим эмиттером в режиме Б. Применение 5-ти транзисторов позволяет обеспечить их работу с рекомендуемым запасом как по допустимому напряжению, так и по мощности. Это гарантирует безопасную для пациента работу каскада даже при случайном выходе из строя одного транзистора.

Базовый делитель напряжения на транзисторе $T1$, резисторах $1—5$ подключен к источнику питания выходного каскада и обеспечивает статический режим работы транзисторов $T2—T6$ без их подбора по коэффициенту усиления. Чтобы исключить протекание тока базового делителя через цепь пациента, применена развязка в виде эмиттерного повторителя на транзисторе $T1$ и диода $D1$. Благодаря развязке при нулевом положении регулятора выходного тока ток пациента определяется только начальным током транзисторов $T2 — T6$ и не превышает 500 мкА.

Выходной ток измеряется магнитоэлектрическим миллиамперметром $мА$, установленным на панели управления аппарата. В режиме ДН и ОН стрелка миллиамперметра, измеряющего постоянную составляющую выходного тока, неподвижна. При остальных видах тока из-за амплитудной модуляции стрелка миллиамперметра колеблется в такт с сериями импульсов.

Смонтированное в выходном блоке защитное устройство включает в себя схему сравнения на транзисторах $T7, T8$, усилитель на транзисторе $T9$, тиристорный ключ $D2$ и

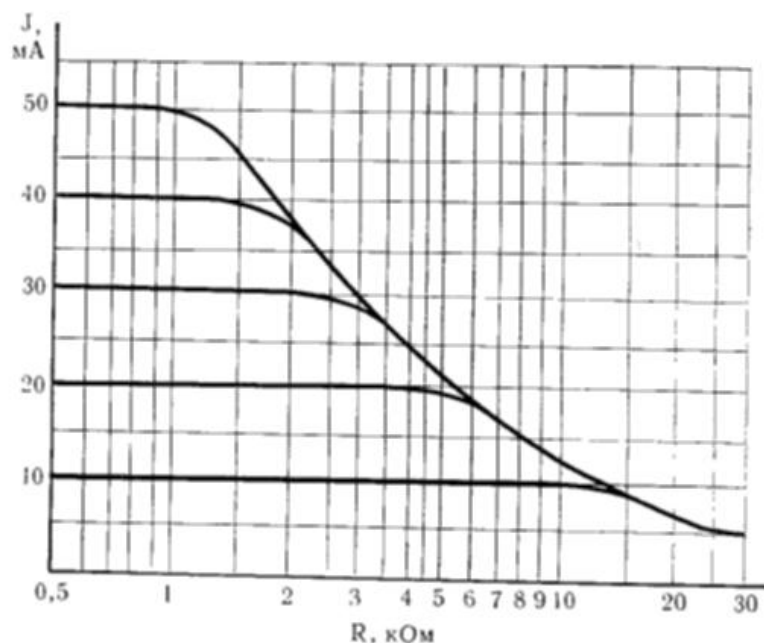
исполнительное электромагнитное реле P .

На базу транзистора $T7$ с резистора $I2$, включенного в цепь выходного тока, подается напряжение, пропорциональное этому току. На эмиттер транзистора $T7$ через эмиттерный повторитель на транзисторе $T8$ поступает напряжение, задающее порог срабатывания. Величина этого напряжения определяется регулятором порога срабатывания — переменным резистором, имеющим общую ось с регулятором тока пациента.

С увеличением выходного тока напряжения, подаваемые на базу и эмиттер транзистора $T7$, увеличиваются, однако напряжение порога срабатывания больше, чем напряжение, пропорциональное выходному току, и транзистор $T7$ при исправном аппарате всегда закрыт.

В случае какой-либо неисправности, приводящей к увеличению выходного тока, напряжение, снимаемое с резистора $R12$ и подаваемое на базу транзистора $T7$, превышает напряжение на его эмиттере, и транзистор $T7$ открывается. Его ток создает на резисторе $I4$ напряжение, открывающее транзистор $T9$. Ток этого транзистора в свою очередь создает на резисторе $I8$ напряжение, открывающее тиристор $D2$. Тиристор включает реле P , контакты которого $3, 4$ разрывают цепь пациента, а контакты $3, 5$ закорачивают выход аппарата.

Диод $D3$ исключает чрезмерное повышение напряжения на аноде тиристора $D2$, которое может возникнуть при выключении реле P .



Выходное сопротивление усилителя мощности достаточно велико и нагрузочные характеристики аппарата в широком диапазоне нагрузок близки к характеристикам генератора тока (рис. II — 23). Независимость выходного тока от сопротивления представляет значительные удобства при эксплуатации, так как изменения сопротивления

между электродами в процессе процедур не приводят к изменению тока через электроды.



Внешний вид аппарата ДТ50-3 «Тонус-1»

Паспорт ДТ50-3 «Тонус-1»

http://www.mpz.kaluga.ru/doc/tonus_pasport.pdf