

Министерство образования Российской Федерации

Томский политехнический университет

---

## **АППАРАТ “ЭЛЕКТРОСОН-4Т”**

## УДК 621.38 (075.8)

Аппарат для электросна портативный “Электросон-4Т”. Методические указания к выполнению лабораторной работы. – Томск: Изд. ТПУ, 2002. – 14 с.

Методические указания подготовлены на кафедре «Промышленная и медицинская электроника» ТПУ и предназначены для студентов направления 553400 «Биомедицинская инженерия»

Печатается по постановлению Редакционно-издательского Совета Томского политехнического университета

### Рецензенты:

А.И. Васенькин к.т.н., доцент кафедры промышленной и медицинской электроники

Темплан 2002

© Томский политехнический университет, 2002

# ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ К ВЫПОЛНЕНИЮ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ

## ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Ознакомиться с областью применения и принципом действия аппарата “Электросон-4Т”. Снять осциллограммы напряжений при различных режимах работы аппарата.

## ОБОРУДОВАНИЕ

1. Прибор “Электросон-4Т”.
2. Осциллограф С1-68
3. Имитатор нагрузки (резистор  $R_n=5000$  Ом).
4. Миллиамперметр переменного тока.

## ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЕ ЗАДАНИЕ

1. Ознакомиться с принципом действия и порядком работы с прибором “Электросон-4Т”.
2. Изучить принципиальную схему прибора
3. По принципиальной схеме прибора объясните:
  - а) как изменяется частота следования импульсов;
  - б) за счет чего, воздействующие на пациента импульсы, имеют близкую к прямоугольной форму;
  - в) какова максимальная амплитуда импульсов и каким образом она ограничивается;
  - г) что представляет из себя измеритель импульсов тока;
  - д) опишите блок питания прибора.

## ПРОГРАММА РАБОТЫ

1. Ознакомиться с конструкцией прибора, назначением органов управления, порядком работы с прибором, мерами безопасности.
2. Проверить технические характеристики прибора по методикам приведенным в описании прибора:
  - а) работоспособность;
  - б) соответствие технических характеристик:
    - частоты и амплитуды импульсов;

- величины максимального тока;
  - величину ДПС тока воздействия.
3. Составить структурную схему прибора.
  4. Произвести проверку работы измерительного устройства.
  5. Зарисовать осциллограммы воздействующих импульсов, для всех режимов, а также измерить их параметры.

#### ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ УКАЗАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ

1. При проведении измерений к выходу ПАЦИЕНТ подключить провод пациента с сопротивлением нагрузки  $R_n=5000$  Ом эквивалентное сопротивлению между электродами для электросна наложенными на голову пациента.
2. Проверка длительности и максимальной амплитуды импульсов производится с помощью электроннолучевого осциллографа, подключенного параллельно  $R_n$ .
3. Ручки ТОК ПАЦИЕНТА и УРОВЕНЬ оставлять только в крайнем левом положении в момент наложения электродов на голову пациента и в момент снятия электродов.

#### СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

1. Цель лабораторной работы.
2. Порядок выполнения работы.
3. Блок-схема аппарата.
4. Данные измерений, осциллограммы лечебных сигналов.
5. Расчет погрешностей измерений.
6. Выводы по лабораторной работе.

# ТЕХНИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ И ИНСТРУКЦИЯ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ ПРИБОРА “ЭЛЕКТРОСОН-4Т”

## 1. ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ

1.1. Импульсным током низкой частоты малой длительности слабой силы, вырабатываемым генератором, воздействуют в качестве ритмического раздражителя на нервные клетки коры головного мозга. Это действие, по учению Павлова, вызывает разлитое торможение клеток коры полушарий головного мозга, переходящее в сон.

1.2. Для воздействия импульсного тока на головной мозг электроды накладываются на область глазниц и затылочную часть головы.

К глазным электродам подводится отрицательный полюс (-), а к затылочным электродам - положительный (+).

## 2. НАЗНАЧЕНИЕ АППАРАТА ЭЛЕКТРОСОН-4Т

2.1. Аппарат предназначен для лечения заболеваний, в основе патогенеза которых лежит образование застойных очагов возбуждения или торможения в коре полушарий головного мозга, а также нарушения нормальных соотношений корково-подкорковой регуляции соматических функций организма.

2.2. Аппарат применяется при лечении ряда нервно-психических заболеваний, преимущественно неврозов и реактивных состояний, особенно осложненных нарушением сна.

2.3. В педиатрии аппарат применяется при ревматической малой хореи, а также энурезе, заикании, различных тиках и т. п.

2.4. В терапии аппарат применяется при гипертонической болезни, кардиалгиях и нарушениях ритма сердца, гипотонической болезни, начальных формах атеросклероза и язвенной болезни желудка, бронхиальной астме и других заболеваниях.

2.5. В хирургической практике аппарат применяется в послеоперационном периоде и при начальной форме облитерирующего эндартерита.

2.6. В кожной клинике аппарат используется при лечении экземы и невродермита.

2.7. В гинекологии аппарат применяется в предродовой период, а также при токсикозах первой половины беременности.

### 3. ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

3.1. Частота следования импульсов:

на I поддиапазоне - от 5 до 30 Гц;

на II поддиапазоне - от 25 до 150 Гц.

Относительная погрешность установки частоты не более  $\pm 20\%$ .

3.2. Длительность импульсов 0.5 мс  $\pm 20\%$ .

3.3. Длительности фронта и среза импульсов не более 50 мкс соответственно.

3.4. Импульсный ток на выходе аппарата регулируется от нуля до максимального значения.

Максимальная амплитуда импульсного тока на выходе аппарата - 10 мА  $\pm 15\%$  при нагрузке 5000 Ом  $\pm 1\%$ .

3.5. Дополнительная постоянная составляющая тока (ДПС) на выходе аппарата регулируется от нуля до максимального значения. Максимальное значение ДПС на выходе аппарата 0.5 мА  $\pm 20\%$  при нагрузке 5000 Ом  $\pm 1\%$ .

3.6. Конечное значение шкалы при измерении амплитуды импульсов - 10 мА.

Основная приведенная погрешность измерителя амплитуды импульсов - не более  $\pm 15\%$  при ДПС, равной 0.

3.7. Конечное значение шкалы при измерении ДПС - 1 мА.

Основная приведенная погрешность измерителя ДПС - не более  $\pm 15\%$  при амплитуде импульсов, равной 0.

3.8. Пульсация в цепи ДПС не превышает 1% от максимальной величины ДПС.

3.9. Время установления рабочего режима не превышает 3 мин.

3.10. Аппарат допускает непрерывную работу в течение 8 часов.

3.11. Аппарат работает от сети переменного тока частоты (50 $\pm$ 0,5) Гц с номинальным напряжением 220 В при допустимых отклонениях напряжения сети  $\pm 10\%$  от номинального значения.

3.12. Нарботка на отказ аппарата не менее 1500 часов условно-непрерывной работы.

3.13. Средний срок службы до списания не менее 5 лет.

3.14. Мощность, потребляемая аппаратом из сети, не превышает 10 ВА.

3.15. По защите от поражения электрическим током аппарат выполнен по классу защиты II, тип ВФ.

3.16. Габаритные размеры: 255 $\times$ 175 $\times$ 120 мм.

3.17. Масса аппарата с комплектом электродов - не более 3 кг.

3.18. В аппарате предусмотрено защитное устройство, исключающее возможность увеличения выходного тока более, чем на 20%.

#### 4. ОПИСАНИЕ ПРИНЦИПИАЛЬНОЙ СХЕМЫ АППАРАТА

Принципиальная электрическая схема аппарата приведена на рис. 1.

Аппарат состоит из трех смонтированных на отдельных печатных платах основных блоков: блока генератора и усилителей, блока измерителя, блока питания.

Генератор импульсов представляет собой мультивибратор, собранный на транзисторах Т1 и Т2. С помощью переключателя В2 (ручка "Частота") переключаются времязадающие конденсаторы С1, С2-3, С4, чем достигается изменение диапазона регулирования частоты следования импульсов. На 1 диапазоне (положение "30" ручки "Частота") включены конденсаторы С3, С4 и частота следования регулируется в пределах 5-30 Гц. Плавная регулировка частоты следования в пределах каждого диапазона обеспечивается переменным резистором R14, изменяющим потенциал на базе транзисторов.

С выхода мультивибратора прямоугольные импульсы после дифференцирования (цепочка С15-R11, R3) поступают на вход ограничителя-формирователя, собранного на транзисторе Т3. С помощью этого каскада из отрицательных пиков, снимаемых с выхода дифференцирующей цепочки, создаются практически прямоугольные импульсы длительностью 0.5 мс. Прямоугольные импульсы усиливаются каскадом на транзисторе Т4 и выходным усилителем на транзисторе Т5. С коллекторной нагрузки выходного усилителя переменного резистора R19 импульсное напряжение через разделительный конденсатор С8 подается на выходное гнездо "Пациент". Ось резистора R19 выведена на панель управления (ручка "Ток пациента"), что позволяет плавно регулировать ток через пациента. Стабилитрон Д3 обеспечивает ограничение наибольшей амплитуды импульсов до 50В.

В цепь выходного тока включен резистор R27. Падение напряжения на этом резисторе, пропорциональное амплитуде импульсов тока, подается в блок измерителя. Измеритель представляет собой пиковый детектор, напряжение которого модулирует по амплитуде колебания автогенератора. После усиления высокочастотные колебания детектируются, и постоянная составляющая, пропорциональная амплитуде импульсов в цепи пациента, измеряется миллиамперметром.

Пиковый детектор собран на диоде Д4 и конденсаторе С12. С нагрузки детектора- делителя на резисторах R20, R21, R28 постоянное напряжение поступает на последовательно включенные стабилитроны Д5, Д6. Стабилитроны используются в качестве варикапов в цепи обратной связи автогенератора, собранного на транзисторе Т6. Амплитуда колебаний с частотой 100 кГц, создаваемых автогенератором, определяется напряжением обратной связи, которое создается высокочастотным трансформатором (L1-L2) и через емкостной делитель, образуемый стабилитронами Д5, Д6, подается в цепь базы транзистора Т6.

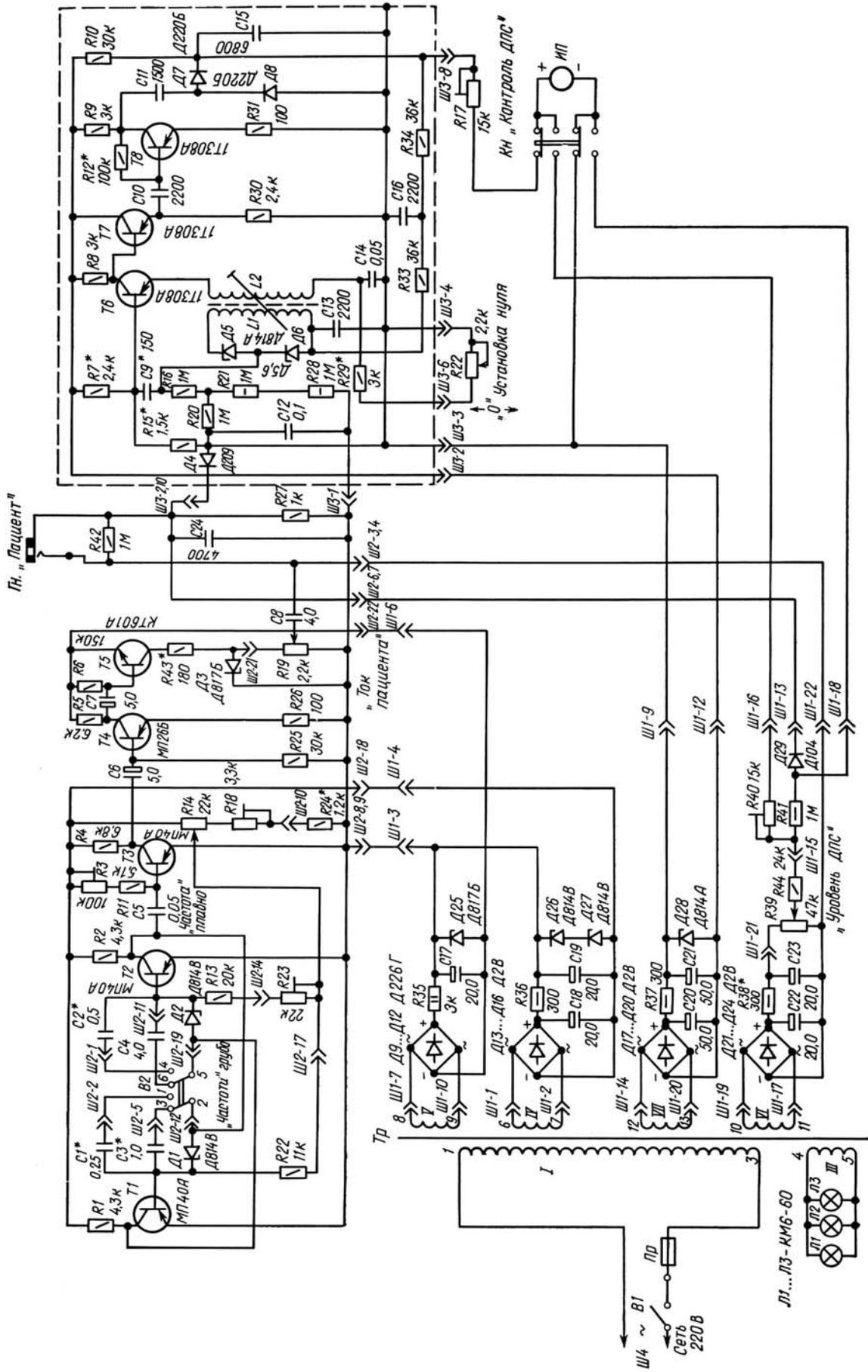


Рис. 1. Принципиальная схема прибора

При измерении напряжения на выходе пикового детектора изменяются емкость стабилитрона Д5 и соответственно напряжение обратной связи генератора. Благодаря этому устанавливается близкая к линейной зависимость между амплитудой импульсов в цепи пациента и напряжением высокочастотных колебаний автогенератора. Высокочастотное напряжение усиливается каскадами, собранными на транзисторах Т7,Т8 и детектируется (диоды Д7,Д8, конденсатор С15). Нагрузкой детектора является измерительный прибор ИП. С помощью переменного резистора R17 производится калибровка прибора в значениях амплитуды импульсов в цепи пациента (конечное значение шкалы 10 мА). Установка нуля прибора производится переменным резистором R32, включенным в эмиттерную цепь транзистора высокочастотного генератора.

Помимо генератора импульсного напряжения, аппарат имеет регулируемый источник постоянного тока для создания в выходной цепи дополнительной постоянной составляющей, усиливающей в ряде случаев эффективность импульсного тока. Постоянное напряжение создается с помощью мостового выпрямителя на диодах Д21-Д24 с фильтровыми конденсаторами С22, С23. Выпрямитель нагружен на переменный резистор R39 (ручка "Уровень ДПС"), с движка которого напряжение через резисторы R44, R41 и диод Д29 подается на выходное гнездо. Падение напряжения на резисторе R41 при нажатой кнопке КН ("Контроль ДПС") создает ток в цепи миллиамперметра ИП. Напряжение питания на транзисторы мультивибратора и формирователя подается с выпрямителя на диодах Д13-Д16 с фильтровыми конденсаторами R18, R19 и стабилитронами Д26, Д27. Транзисторы усилителей питаются от мостового выпрямителя на диодах Д9-Д12, фильтровом конденсаторе С17, стабилитроне Д25, а транзисторы измерителя - от отдельного выпрямителя на диодах Д17-Д20 с конденсаторами фильтра С20, С21 и стабилитроном Д28.

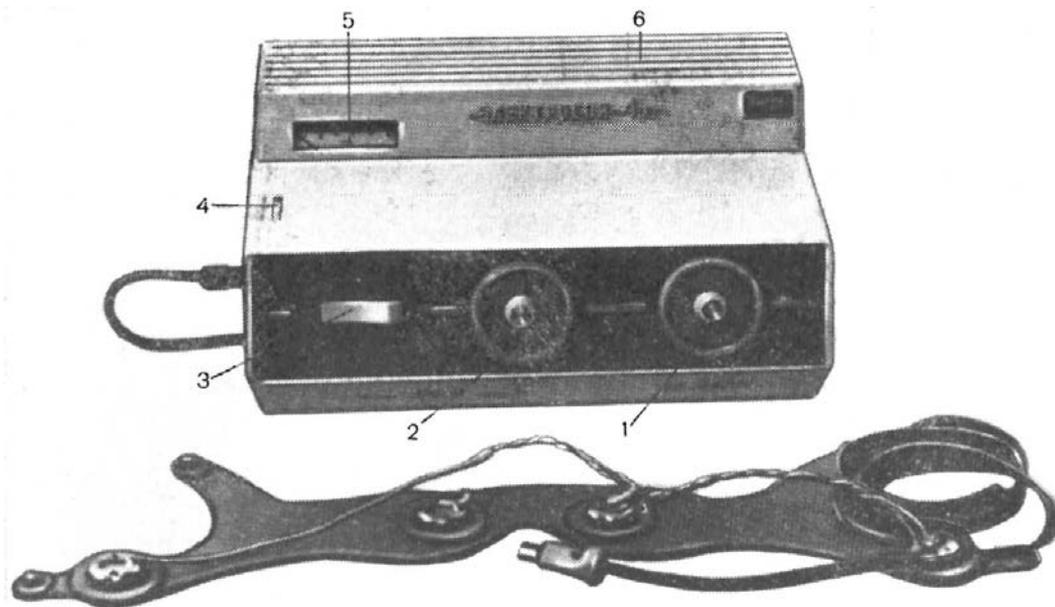
К питающей сети аппарат подключается через силовой трансформатор Тр. В сетевом проводе установлен выключатель В1, предохранитель Пр. Индикация напряжения сети осуществляется с помощью ламп накаливания Л1, Л2, освещающих шкалу частот на панели управления. Подсветка шкалы позволяет проводить процедуры в затемненном помещении, т.е. в условиях, благоприятствующих естественному сну.

## 5. КОНСТРУКЦИЯ АППАРАТА

5.1. Аппарат смонтирован в корпусе из ударопрочного полистирола.

5.2. На передней панели аппарата (рис. 2.) расположены:

- ручка ТОК ПАЦИЕНТА (1), с помощью которой регулируют величину (дозу) тока, подаваемого пациенту;



**Рис.2. Общий вид аппарата “Электросон-4Т”**

- клавиша ЧАСТОТА Гц (3), предназначена для грубого переключения на два положения: “30” и “150”;
- ручка ЧАСТОТА Гц (2), служит для плавной установки необходимой частоты следования импульсов тока внутри поддиапазона.

5.3. На верхней поверхности корпуса расположены:

- наклонно – прибор (5), служащий для контроля амплитуды импульсного тока и величины ДПС, подаваемых пациенту;
- регулятор  $\updownarrow$  (4), предназначенный для установки стрелки прибора на нуль.

5.4. В верхней части корпуса находится специальный отсек с крышкой (6), где расположены (см. рис. 3):

- клавиша переключателя ВЫКЛ-ВКЛ (10), служащая для включения и выключения аппарата. Индикатором включения аппарата служит глазок сигнальной лампы, расположенный на верхней поверхности корпуса;
- кнопка КОНТРОЛЬ (9) и ручка УРОВЕНЬ (8), служащие для дозирования и измерения ДПС (дополнительной постоянной составляющей) и контроля её величины по прибору.

5.5. На левой стенке корпуса расположено гнездо ПАЦИЕНТ для подключения маски с проводом пациента.

5.6. На задней стенке корпуса находится вилка, к которой подключают сетевой шнур для включения аппарата в сеть.

5.7. На дне корпуса расположен отсек, под крышкой которого размещен держатель предохранителя.

5.8. Аппарат снабжен футляром, в который укладываются принадлежности и запасные части.

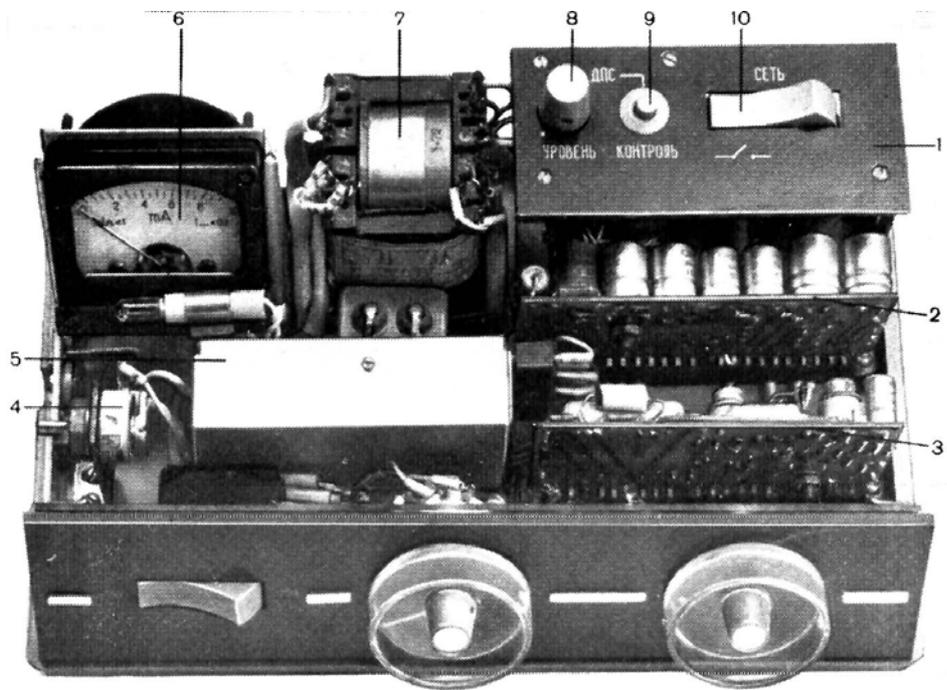


Рис. 3. Вид прибора “Электросон-4Т” без корпуса

## 6. УКАЗАНИЯ МЕР БЕЗОПАСНОСТИ

6.1. Запрещается снимать корпус аппарата при включенной в сеть вилке сетевого шнура.

6.2. Ремонт аппарата разрешается производить только квалифицированным специалистам.

6.3. Ручки ТОК ПАЦИЕНТА и УРОВЕНЬ оставлять только в крайнем левом положении в момент наложения электродов на голову пациента и в момент снятия электродов.

6.4. При нарушении работоспособности аппарата, сопровождающемся аварийными признаками (резкое увеличение тока пациента, дым, запах и т. п.) нужно немедленно выключить аппарат, отключить его от сети питания и, при необходимости, принять меры по ликвидации причин аварии.

## 7. ПОРЯДОК РАБОТЫ С АППАРАТОМ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ТЕРАПИИ

7.1. С помощью ручки ЧАСТОТА Гц, и клавиши ЧАСТОТА Гц установите, заданную врачом частоту тока.

7.2. Клавишный переключатель, ВЫКЛ-ВКЛ, находящийся под крышкой, поставьте в положение ВКЛ.

7.3. Установите стрелку прибора на нуль, вращая регулятор установки нуля.

7.4. Проконтролируйте работу аппарата, для этого соедините между собой простым соприкосновением металлических поверхностей одну из пар глазных и затылочных электродов.

7.5. Поочередно медленно вращая ручки ТОК ПАЦИЕНТА и УРОВЕНЬ, убедитесь, что стрелка измерительного прибора отклоняется вправо, это означает, что аппарат исправен.

7.6. После проверки работоспособности аппарата ручки ТОК ПАЦИЕНТА и УРОВЕНЬ поставьте в крайнее левое положение и разомкните электроды.

7.7. Подготовку электродов (электроды выполнены в виде металлических запрессовок в маске) производите заполнением их ватными тампонами, смоченными физиологическим раствором.

7.8. Уложите пациента в постель в наиболее удобное для сна положение.

7.9. Наложите на голову пациента маску.

7.10. Нажмите кнопку КОНТРОЛЬ и ручкой УРОВЕНЬ установите рекомендуемую врачом величину ДПС, после чего кнопку КОНТРОЛЬ отпустите.

7.11. Ручкой ТОК ПАЦИЕНТА медленно увеличивайте подаваемую на пациента величину импульсного тока до субпороговой или пороговой величины (по ощущению).

7.12. Больному объясните, что при появлении первых субпороговых ощущений под электродами (легкое покалывание), а также при усилении их, т. е. при пороговых ощущениях, он должен об этом предупредить сестру, проводящую процедуру.

**ПРИМЕЧАНИЕ.** Следует помнить, что при проведении процедуры электросна у больного не должно быть никаких неприятных ощущений. В противном случае величина тока должна быть уменьшена.

7.13. Процедуры электросна желательно проводить ежедневно. Длительность каждой процедуры составляет 60-120 мин. Средняя продолжительность курса лечения 15-25 процедур.

## 8. ПРОВЕРКА РАБОТОСПОСОБНОСТИ

8.1. При проверке работоспособности аппарата соедините между собой простым соприкосновением металлических поверхностей одну из пар электродов, накладываемых на глаза и на затылок.

8.2. Поочередно медленно вращая ручки ТОК ПАЦИЕНТА и УРОВЕНЬ, убедитесь в том, что стрелка измерительного прибора отклоняется вправо – это означает, что аппарат исправен (при контроле ДПС необходимо на время контроля дополнительно нажать кнопку КОНТРОЛЬ).

8.3. После проверки аппарата ручки ТОК ПАЦИЕНТА и УРОВЕНЬ поставьте в крайнее левое положение и разомкните электроды.

## 9. ПРОВЕРКА ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ АППАРАТА

9.1. Проверка длительности и максимальной амплитуды импульсов производится с помощью электроннолучевого осциллографа, подключенного параллельно  $R_n$ .

Максимальная амплитуда импульсного тока определяется по формуле:

$$I=U/R_n,$$

где  $I$  – ток, А;

$U$  – напряжение, измеренное с помощью осциллографа, В;

$R_n$  – нагрузка 5000 Ом±1%.

9.2. Проверка величины ДПС производится с помощью микроамперметра в цепи пациента. Включите аппарат по схеме (рис. 3), нажав кнопку КОНТРОЛЬ, сверьте показания контрольного и измерительного прибора аппарата.

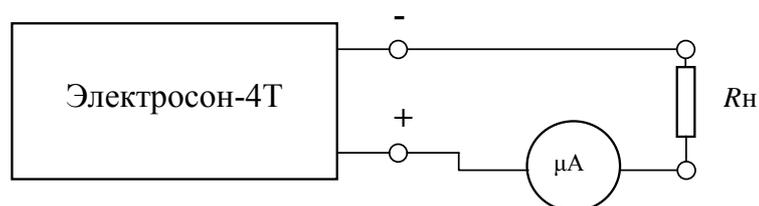


Рис. 3. Схема включения аппарата для проверки величины ДПС

9.3. Проверка измерительного устройства заключается в определении погрешности измерения постоянного и импульсного токов пациента. Для этого на выход аппарата параллельно  $R_n$  подключают электроннолучевой осциллограф.

Погрешность измерения амплитуды импульсов и величины ДПС определяют по формуле:

$$\delta = \frac{I - I_0}{I_k} \cdot 100\%,$$

где  $\delta$  - погрешность измерения, %;  
 $I$  - ток, рассчитанный по формуле п. 9.1. (для импульсного тока) или измеренный с помощью микроамперметра (для ДПС), мА;  
 $I_0$  - показания измерительного прибора аппарата, мА;  
 $I_k$  - конечное значение шкалы измерительного прибора аппарата, мА.