

САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
АЭРОКОСМИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ имени  
академика С.П. КОРОЛЕВА

**ИССЛЕДОВАНИЕ  
УЛЬТРАЗВУКОВОГО  
ЭХОЭНЦЕФАЛОСКОПА ЭЭС – 11**

**Самара 2000**



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
АЭРОКОСМИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ имени  
академика С.П. КОРОЛЕВА

**ИССЛЕДОВАНИЕ  
УЛЬТРАЗВУКОВОГО  
ЭХОЭНЦЕФАЛОСКОПА ЭЭС – 11**

**Методические указания к  
лабораторной работе**

**Самара 2000**

Составитель: В.Г Никитин

УДК 534.7

Исследование ультразвукового энцефалоскопа ЭЭС –  
11: Метод. указания / Самар. гос. аэрокосм. ун-т. Сост.  
В.Г. Никитин. Самара 2000 В С.

Рассмотрены методики применения ультразвукового  
энцефалоскопа, приведены технические характеристики  
и описание прибора.

Методические указания рекомендуются для студентов,  
обучающихся по специальности 190500 –  
«Биотехнические и медицинские аппараты и системы»,  
подготовлены на кафедре медицинских диагностических  
систем.

Печатаются по решению редакционно-издательского  
совета Самарского государственного аэрокосмического  
университета имени академика С.П. Королева

Рецензент:

|  |    |
|--|----|
| 1 СВЕДЕНИЯ ИЗ ТЕОРИИ .....             | 4  |
| 2 ОПИСАНИЕ ЛАБОРАТОРНОЙ УСТАНОВКИ..... | 7  |
| 2.1 Технические характеристики .....   | 7  |
| 2.2 Комплект поставки .....            | 9  |
| 2.3 Устройство и принцип работы .....  | 11 |
| 3 ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ.....       | 17 |
| 3.1 Указание мер безопасности .....    | 17 |
| 3.2 Подготовка прибора к работе .....  | 17 |
| 3.2.1 Установка прибора .....          | 17 |
| 3.2.2 Порядок включения.....           | 17 |
| 3.2.3 Подготовка пациента.....         | 19 |
| 3.3 Порядок работы .....               | 19 |
| 4 УКАЗАНИЯ К СОСТАВЛЕНИЮ ОТЧЕТА.....   | 22 |
| 5 КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ.....             | 22 |

Цель работы – изучение принципа действия ультразвукового эхоэнцефалоскопа, исследование основных технических характеристик и методик применения.

## **1 СВЕДЕНИЯ ИЗ ТЕОРИИ**

Прибор ЭЭС 11 предназначен для обнаружения ультразвуковых импульсов, прошедших через акустическую среду или отраженных от акустических неоднородностей, и определения расстояния в биообъекте по результатам измерения времени распространения импульсов.

Прибор применяется для медицинской диагностики путем анализа эхографической картины, полученной на экране ЭЛТ. Например, для диагностики заболеваний мозга, сопровождающихся появлением в полости черепа объемных образований. Прибор предназначен для применения в лечебно-профилактических учреждениях, специализированных отделениях нейротравматологического и нейрохирургического профилей.

Прибор предназначен для эксплуатации в следующих условиях:

- температура окружающего воздуха от +10 до +35°C;
- относительная влажность окружающего воздуха до 80% при температуре +25°C.

Электрическая энергия в виде коротких импульсов, вырабатываемая генератором, подводится к ультразвуковому зонду (пьезоэлектрическому преобразователю), обладающему свойством преобразовывать энергию электрических колебаний в энергию механических колебаний и наоборот.

Источник ультразвуковых колебаний (ультразвуковой зонд) прикладывается к исследуемому объекту через промежуточный слой (например, вазелиновое масло), обеспечивающий переход ультразвуковой энергии в исследуемый объект. Проходя через объект исследования, ультразвуковые колебания частично отражаются от структур с различными плотностями (например, жир-мышца, мышца-кость и т.д.), а частично проходят через них. Пройдя энергия ультразвуковых колебаний может быть принята ультразвуковым зондом, расположенным с противоположной стороны исследуемого объекта. Такой метод исследования называется трансмиссионным.

Задачи, решаемые с помощью трансмиссионного метода исследования:

а) определение протяженности объекта в направлении распространения ультразвукового луча, если в нем известна скорость распространения ультразвуковых колебаний:

$$l = t \cdot c$$

где,  $l$  – размер объекта;

$c$  – скорость распространения ультразвуковых колебаний в объекте;

$t$  – время от момента посылки ультразвукового колебания до его приема;

б) определение скорости распространения, если известна протяженность объекта

$$c = \frac{l}{t}$$

Энергия, отраженная от внутренних структурных образований объекта, может быть принята

ультразвуковым зондом. Такой метод исследования называется локационным или эхо-методом. С помощью эхо-метода определяют структуру исследуемого объекта.

При работе трансмиссионным или эхо-методом принятые ультразвуковые колебания преобразуются в электрические сигналы, которые после усиления и дальнейшего преобразования воспроизводятся на экране электроннолучевой трубки в форме вертикальных импульсов.

Специальное измерительное устройство позволяет измерить время, прошедшее с момента посылки ультразвукового сигнала в объект, до прихода любого из сигналов, регистрируемых на экране прибора.

В приборе используются следующие физические свойства ультразвука:

а) ультразвуковые колебания распространяются в различных средах со скоростью, зависящей от физических свойств веществ;

б) ультразвуковые колебания частично отражаются от границ раздела сред с различными акустическими сопротивлениями (акустическое сопротивление среды определяется произведением плотности ее на скорость распространения в ней ультразвука), коэффициент отражения тем больше, чем больше разность в плотностях сред;

в) распространение ультразвука происходит по законам геометрической оптики – падающий и отраженный лучи лежат в одной плоскости, угол падения равен углу отражения;

г) при распространении в различных средах ультразвуковые колебания поглощаются по разному – поглощение тем больше, чем выше частота.



Источником возбуждения ультразвуковых волн в приборе служит пьезокерамическая пластина, питаемая генератором электрических импульсов.

## 2 ОПИСАНИЕ ЛАБОРАТОРНОЙ УСТАНОВКИ

В качестве лабораторной установки используется серийный отечественный прибор ЭЭС – 11.

### 2.1 Технические характеристики

1. Рабочие частоты ультразвуковых зондов  $0,88 \pm 0,044$ ;  $1,76 \pm 0,088$ ;  $2,64 \pm 0,132$  МГц.
2. Прибор обеспечивает нормальную работу (амплитуда сигнала 20 мм при соотношении сигнал / помеха 15 дБ ) в рабочей области затухания ультразвука, указанной в табл. 1, т.е. глубина зондирования для каждого зонда должна быть не менее длины соответствующей ступени меры затухания типа ОМЗ-4 или равной ей по затуханию рабочей меры МЗ-4.

Таблица 1 – Рабочие области затухания

| Рабочая область затухания,<br>дБ |                                  | Частота, МГц |
|----------------------------------|----------------------------------|--------------|
| для зондов<br>диаметром<br>25 мм | для зондов<br>диаметром<br>10 мм |              |
| 53                               | -                                | 0,88         |
| 52                               | 45                               | 1,76         |

|    |    |      |
|----|----|------|
| 45 | 36 | 2,64 |
|----|----|------|

3. Аксиальная разрешающая способность определяемая по мере МРС-4, изготовленной из оргстекла, должна быть не хуже:  
9,0 мм – для частоты 0,88 МГц;  
5,5 мм – для частоты 1,76 МГц;  
3,5 мм – для частоты 2,64 МГц.
4. Система индикации одномерная. Диаметр экрана трубки 130 мм.
5. Длительность развертки регулируется плавно, минимальная длительность 80 – 130 мкс, максимальная – 370 – 410 мкс.
6. Расстояние до исследуемой структуры измеряется с помощью подвижной метки в пределах шкалы, градуированной от 20 до 220 мм и имеющей числовые отметки каждого десятого деления. Цена деления шкалы 1 мм. Погрешность генератора задержки импульса измерительной метки после перегрева прибора в течении 15 мин. не превышает  $\pm 2\%$  для расстояний от 60 до 90 мм и  $\pm 10\%$  для расстояний от 20 до 60 мм и свыше 90 до 220 мм.
7. Регулировка усиления плавная ручная и автоматическая – ВАРУ.
8. Время установления рабочего режима прибора не превышает 15 мин.
9. Прибор допускает непрерывную работу в течении 5 часов.
10. Максимальная величина сигналов на экране ЭЛТ не менее 40 мм.
11. Прибор работает от сети переменного тока частоты  $50 \pm 0,5$  Гц с номинальным напряжением

- 220 В при допустимых отклонениях напряжения сети от +5 до минус 10%.
12. Мощность, потребляемая прибором из сети, не превышает 250 В·А.
  13. По защите от поражения электрическим током прибор выполнен по классу 01.
  14. Габаритные размеры: 1100х660х450 мм (со столом).
  15. Масса прибора (без стола, запчастей и принадлежностей) не более 30 кг, в полном комплекте поставки (в картонной таре) – не более 80 кг.

## **2.2 Комплект поставки**

В комплект поставки прибора входят:

- |   |         |
|---|---------|
| а) эхоэнцефалоскоп ЭЭС – 11 ( без стола и фотоприставки) Э56-010-00-1 | 1 шт.   |
| б) стол Э56-100-00  | 1 шт.   |
| в) фотоприставка со вставкой Э56-120-00-1                             | 1 комп. |
| г) фотоаппарат с объективом   | 1 шт.   |
| д) кабель высокочастотный Э49-149-00                                  | 2 шт.   |
| е) банка БВ – 250 ТУ 64-2-218-73                                      | 1 шт.   |
| ж) спринцовка резиновая ТУ 38-106-41-71                               | 1 шт.   |
| з) штанген-циркуль специальный Э56-140-00                             | 1 шт.   |
| и) кольцо переходное Э56-247-04                                       | 1 шт.   |

|   |       |
|---|-------|
| к) чехол Э56-150-00                         | 1 шт. |
| л) отвертка 7810-0318 Ц15 хр. ГОСТ 17199-71 | 1 шт. |
| м) эталон Э56-245-03                        | 1 шт. |
| н) провод сети ЭНУ 4-40                     | 1 шт. |
| о) кабель сетевой удлинительный Э56-155-00  | 1 шт. |
| п) провод заземления Э42-75-00              | 1 шт. |

Сменные части:

|   |       |
|---|-------|
| р) зонд Ø 26-0,88 МГц Э56-160-00 (нефокусированный) | 1 шт. |
| с) зонд Ø 26-1,76 МГц Э56-180-00 (нефокусированный) | 1 шт. |
| т) зонд Ø 26-2,64 МГц Э56-200-00 (нефокусированный) | 1 шт. |
| у) зонд Ø 10-1,76 МГц Э56-220-00 (нефокусированный) | 1 шт. |
| ф) зонд Ø 10-2,64 МГц Э56-230-00 (нефокусированный) | 1 шт. |
| х) зонд Ø 26-0,88 МГц-ф Э56-170-00 (фокусированный) | 1 шт. |
| ц) зонд Ø 26-1,76 МГц-ф Э56-190-00 (фокусированный) | 1 шт. |
| ч) кассета к фотоаппарату ТУ3-3.306-68              | 3 шт. |

### **2.3 Устройство и принцип работы**

Общий вид прибора представлен на рисунке 1.

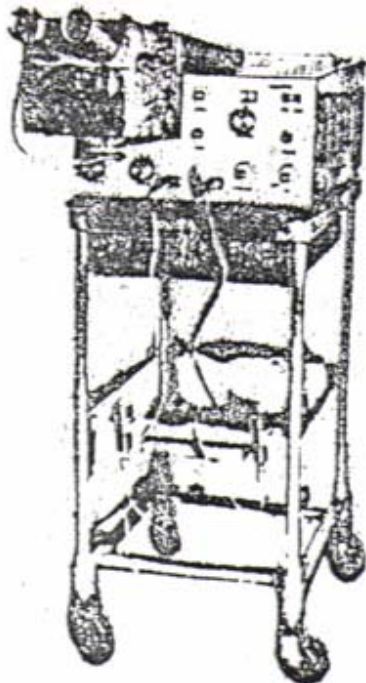


Рисунок 1 – Общий вид прибора ЭЭС – 11

На рисунке 2 представлена структурная схема прибора.

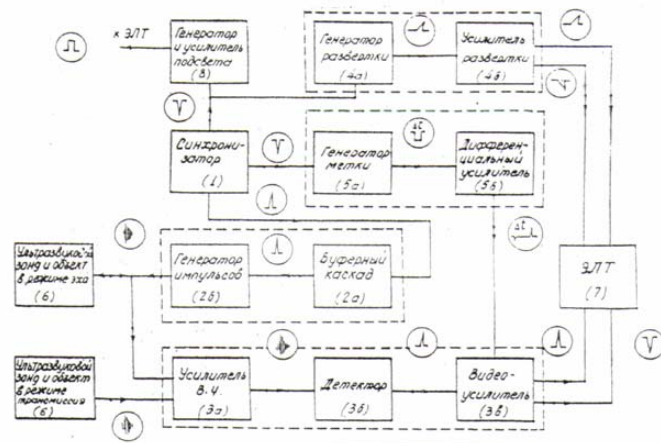


Рисунок 2 – Структурная схема прибора ЭЭС – 11.

Структурная схема прибора состоит из следующих функциональных устройств:

- синхронизатора ( 1.)
- генератора импульсов (2а, 2б):
- блока усиления сигналов – приемника (3а, 3б, 3в):
- временной развертки (4а, 4б):
- измерительного устройства (5а, 5б):
- ультразвукового зонда-преобразователя (6):
- регистрирующего устройства – электроннолучевой трубки ЭЛТ (7):
- генератора с усилителем подсветки (8).

Синхронизатор 1 служит для синхронизации по времени генератора импульсов, временной развертки и измерительного устройства.

Генератор импульсов предназначен для выработки электрического импульса, возбуждающего

ультразвуковой зонд, и состоит из буферного каскада 2а и выходной ступени 2б.

Приемник включает в себя усилитель высокой частоты, 3а, детектор 3б и видеоусилитель 3в.

Сигнал с ультразвукового зонда поступает на вход усилителя высокой частоты. Усиленный сигнал преобразуется детектором и усиливается по видеочастоте. На входе выходного каскада видеоусилителя производится смещение сигнала и измерительного импульса. Сигнал с выхода видеоусилителя подается на вертикальные пластины электроннолучевой трубки 7.

Устройство временной развертки включает в себя генератор развертки 4а и совмещенный с ним генератор подсвета луча 8, усилитель 4б, с выхода которого сигнал подается на горизонтальные пластины электроннолучевой трубки. Запускающий импульс с синхронизатора возбуждает генератор развертки, вырабатывающий пилообразное напряжение, затем это напряжение усиливается и подается на электроннолучевую трубку.

Измерительное устройство включает в себя генератор переменной длительности – фантастрон (генератор метки) 5а и дифференциальный усилитель 5б. Длительность импульса фантастрона регулируется прецизионным потенциометром, снабженным шкалой отсчета расстояний.

Генератор импульсов нагружен на ультразвуковой зонд – преобразователь 6. Ультразвуковой зонд служит для преобразования электрической энергии, вырабатываемой генератором импульсов, в энергию ультразвуковых колебаний, а также для приема отраженных ( в режиме «эхо» ) от объекта или прошедших ( в режиме работы «трансмиссия» ) через





смонтирована в правой стороне горизонтального шасси, а блок питания – в его задней части. В приборе применена принудительная вентиляция.

На лицевой панели (рис. 3) находится экран электроннолучевой трубки 13 с масштабной сеткой и ручки управления, выполняющие следующие функции:

- ручкой 1 МОЩНОСТЬ производится плавное регулирование мощности, подаваемой на ультразвуковой зонд;
- ручкой 2 УСИЛЕНИЕ производится плавное регулирование усиления приемника;
- ручкой 4 (Э, Т) осуществляется переключение режима работы эхо, трансмиссия;
- ручкой 5 ОГРАНИЧЕНИЕ уменьшают ответный сигнал до полного пропадания шумов;
- ручкой 6 ВАРУ производится включение и установка уровня регулировки временного автоматического усиления;
- ручкой 7 МАСШТАБ регулируется масштаб изображения, при положении ручки МАСШТАБ в крайнем левом положении соблюдается масштаб 1:1, а при крайнем правом положении соблюдается масштаб, примерно 1:4;
- клавишей 8 ВЫКЛ, СЕТЬ производится включение и выключение прибора;
- ручкой 9 ИЗМЕРЕНИЕ осуществляется отсчет расстояния до исследуемого объекта наблюдения по шкале ММ;
- ручкой 10 ФОКУС производится фокусировка эхограммы;
- ручкой 11 ЯРКОСТЬ регулируется яркость эхограммы;

- резисторами 12 « $\Leftarrow$ » и 14 « $\Uparrow$ » , выведенными под шлиц, устанавливается положение луча по горизонтали и вертикали, соответственно.

Кроме ручек, выведенных на лицевую панель, имеются резисторы, выведенные под шлиц на горизонтальную часть шасси (R14, R20 и R28). Положение резисторов фиксируется при настройке прибора. Эти резисторы выполняют следующие функции:

- резистором R14 выставляется требуемый размер изображения по горизонтали;
- резистором R20 выставляется номинал анодного питания +250 В;
- резистором R23 достигается минимальное значение пульсаций в цепи анодного питания.

На панели имеются два разъема 3 ( Э и Т) для подключения ультразвуковых зондов и вилка 15 для подключения фотоприставки.

На задней стенке прибора расположены:

- клемма заземления  $\oplus$  ;
- вилка для подключения провода сети;
- держатели предохранителей Пр1 и Пр2;
- контактные гнезда для контроля основных рабочих точек схемы прибора.

Прибор устанавливается на передвижном столе, в котором имеется ящик для хранения рабочего комплекта принадлежностей. На нижней полке стола имеются специальные углубления для хранения необходимых при работе приспособлений.

На правой стороне корпуса находится ручка для фиксации прибора в необходимом положении. Для удобства работы с прибором угол его наклона может меняться. При перевозке прибора в пределах лечебного учреждения он должен фиксироваться на столе.

К прибору прилагается съемная фотоприставка.

## **3 ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ**

Перед началом выполнения работы необходимо пройти инструктаж по технике безопасности и получить задание у преподавателя.

### **3.1 Указание мер безопасности**

1. При эксплуатации прибора необходимо руководствоваться настоящим описанием.
2. Запрещается включать прибор без защитного заземления.
3. Запрещается использовать для заземления трубы водопроводной и отопительной систем.
4. Прибор должен быть подключен только к контуру заземления.
5. Запрещается включать прибор в сеть при снятом корпусе.
6. Замену ультразвуковых зондов производить при включенной минимальной мощности прибора.

### **3.2 Подготовка прибора к работе**

#### **3.2.1 Установка прибора**

Произведите сборку стола. Установите прибор на передвижной стол и укрепите его с помощью 2-х винтов, расположенных на задней части стола.

#### **3.2.2 Порядок включения**

Подключите высокочастотные кабели к разъемам Э и Т, расположенным на лицевой панели.

Выберите из комплекта необходимые для работы ультразвуковые зонды и подключите к высокочастотным кабелям.

Установите исходное положение ручек на лицевой панели в соответствии с табл. 2

Таблица 2 – Положение ручек управления

| Наименование ручек | Исходное состояние      |
|--------------------|-------------------------|
| МОЩНОСТЬ           | ВЫКЛ                    |
| УСИЛЕНИЕ           | Крайнее левое положение |
| ФОКУС              | Среднее положение       |
| ИЗМЕРЕНИЕ          | Показание шкалы 20 мм   |
| ОГРАНИЧЕНИЕ        | Крайнее левое положение |
| МАСШТАБ            | Среднее положение       |
| ВАРУ               | ВЫКЛ                    |
| Клавиша ВЫКЛ, СЕТЬ | ВЫКЛ                    |
| ЯРКОСТЬ            | Крайнее левое положение |

Включите вилку сетевого провода в розетку. Клавишу ВЫКЛ, СЕТЬ установите в положение СЕТЬ.

При этом должна осветиться шкала ММ. Прибор должен прогреться в течении 2-3 мин.

Поверните ручку ЯРКОСТЬ по часовой стрелке до появления на экране достаточно яркой горизонтальной линии развертки. Если через 2-3 мин. после установления ручки ЯРКОСТЬ в положение, близкое крайнему правому, изображение линии развертки не появляется, то это указывает на неисправность прибора.

Поворотом ручки ФОКУС добейтесь получения четкого изображения развертки.

Проверьте работоспособность прибора.

Ручкой ИЗМЕРЕНИЕ установите шкалу ММ на «16» (средний бипариентальный размер горовы).

Ручкой МАСШТАБ установите изображение измерительного импульса в крайнюю правую часть экрана.

Установите фотоприставку на обрамление трубки и вставьте кабель питания фотоприставки в вилку, расположенную под электроннолучевой трубкой на лицевой панели прибора.

Закрепите с помощью винта фотоаппарат. Диафрагма объектива должна быть полностью открыта.

Проверьте наводку фотоаппарата на резкость, наблюдая линию развертки на экране через видеоискатель фотоаппарата. Если изображение расфокусовано, произведите фокусировку путем вращения кольца объектива.

Приготовьте принадлежности, необходимые для проведения обследования: спринцовку с вазелиновым маслом, полотенце, мягкий карандаш и вставку для записи паспортных данных пациента.

Дезинфекцию зондов производите протиркой 70% раствором этилового спирта.

### **3.2.3 Подготовка пациента**

Проведите беседу с пациентом о характере предполагаемого исследования.

Уложите пациента на кушетку. Смажьте вазелиновым маслом поверхность головы в местах соприкосновения с ультразвуковым зондом.

### **3.3 Порядок работы**

Переведите переключатель режима работы (Э, Т) в положение, соответствующее проводимому режиму.

Приложите ультразвуковой зонд к исследуемому участку головы и установите ручку МОЩНОСТЬ в положение "1".

Незначительно изменяя положение зонда, поворачивайте ручки УСИЛЕНИЕ и МОЩНОСТЬ до получения на экране необходимого изображения.

В случае появления вдоль линии развертки больших шумовых сигналов в виде часто повторяющихся коротких импульсов малой величины их можно убрать (обрезать) поворотом ручки ОГРАНИЧЕНИЕ по часовой стрелке. Однако, при этом следует иметь в виду, что часть полезных сигналов также будет обрезана.

Для изменения расстояния до отраженного сигнала ручкой ИЗМЕРЕНИЕ совместите срез измерительного импульса с передним фронтом исследуемого сигнала, расстояние отсчитывается по шкале, градуированной в миллиметрах.

Примечание: Шкала измерителя градуирована из расчета скорости распространения ультразвука 1500 м/с, что соответствует скорости распространения ультразвука в ткани мозга (в режиме работы эхо).

Поскольку ультразвуковые колебания, проходя через ткани, поглощаются, от структурных образований сигналы (при постоянном усилении) тем слабее, чем глубже расположено структурное образование. Для наблюдения на экране слабых сигналов необходимо значительное увеличение мощности и усиления. Но большие значения мощности и усиления являются избыточными для сильных сигналов, обычно располагающихся в левой части экрана. Это приводит к искажению их формы или слиянию в один широкий комплекс. Улучшение изображения в этом случае может быть получено применением ВАРУ.

При работе в режиме ВАРУ усиление приемника автоматически возрастает со временем. Таким образом, сигнал, пришедший позднее, т.е. от более глубоко лежащих структур, усиливается больше, что компенсирует потери ультразвука за счет поглощения. Начальный уровень усиления устанавливается ручкой УСИЛЕНИЕ, конечный – ручкой ВАРУ.

Перед фоторегистрацией необходимо записать паспортные данные обследуемого пациента на прилагаемой к прибору вставке и поместить ее прорезь, расположенную в верхней части фотоприставки. Запись производите мягким карандашом типа "стеклограф".

Фотосъемка производится нажатием на спусковую кнопку фотоаппарата. В момент съемки необходимо через смотровое окно фотоконуса наблюдать за изображением на экране, так как незначительные смещения зонда могут существенно изменить эхограмму.

Следует также следить за тем, чтобы в смотровое окно не попал яркий посторонний свет, это может привести к засвечиванию пленки.

В зависимости от чувствительности пленки выбирается экспозиция в диапазоне от 1/30 до 1 с. Целесообразно предварительно отснять пробную пленку для проверки правильности выбора экспозиции и подсвета паспортных данных пациента.

По окончании исследования ручки МОЩНОСТЬ, УСИЛЕНИЕ, ОГРАНИЧЕНИЕ, ВАРУ и ИЗМЕРЕНИЕ поставьте в крайнее левое положение.

Клавишу ВЫКЛ, СЕТЬ поставьте в положение ВЫКЛ.

## **4 УКАЗАНИЯ К СОСТАВЛЕНИЮ ОТЧЕТА**

Отчет по лабораторной работе должен содержать:

1. Титульный лист:
  - Ф.И.О. студента, выполнившего работу;
  - номер учебной группы;
  - номер лабораторной работы;
  - название лабораторной работы.
2. Цель лабораторной работы.
3. Структурную схему прибора.
4. Основные технические характеристики прибора.
5. Методики применения прибора.
6. Результаты расчетов и экспериментальные данные.
7. Выводы по работе.

## **5 КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ.**

1. Для чего предназначен ультразвуковой прибор ЭЭС–11?
2. Опишите трансмиссионный метод исследования.
3. Какие физические свойства ультразвука используется в приборе?
4. Назовите основные технические характеристики прибора?
5. Перечислите комплект поставки прибора.
6. Нарисуйте структурную схему прибора.
7. Опишите лицевую панель прибора.
8. Назовите основные методики применения прибора.