

В. Я. Эскин и А. М. Климов

ДЕФИБРИЛЛЯТОР «ДПА-3»

(портативный дефибриллятор с электрокардиооскопом и автономным питанием)

Из лаборатории биофизики (рук.—канд. мед. наук К. А. Ажибаев, науч. консультант—чл.-корр. АН Киргиз. ССР проф. Г. Л. Френкель) Ин-та краевой медицины (дир.—канд. мед. наук М. А. Алиев) АН Киргиз. ССР и Фрунзенского завода физических приборов (гл. инж. — Ю. К. Погребинский, дир. — М. З. Федоров)

Конденсаторные дефибрилляторы, разработанные в лаборатории проф. В. А. Неговского М. Л. Гурвичем, доказали свое несомненное преимущество перед зарубежными моделями дефибрилляторов переменного тока и успешно применяются для устранения фибрилляции при операциях на сердце в хирургических клиниках. Однако область применения дефибрилляторов не ограничивается хирургической операционной. Они крайне необходимы для оказания первой помощи пострадавшим от электрического тока и при других неотложных состояниях.

В то же время существующие модели дефибрилляторов имеют существенный недостаток: в них отсутствует электрокардиооскоп для диагностики фибрилляции до применения аппарата и для контроля устранения фибрилляции после его применения.

Разработанная нами конструкция портативного дефибриллятора с электрокардиооскопом и автономным питанием может быть применена непосредственно на месте поражения, что позволит до минимума сократить время до оказания первой помощи и уложиться в те 6 — 8 минут, в течение которых дефибрилляция еще может быть эффективной для спасения жизни пострадавшего, будучи применена в комплексе с другими оживляющими мероприятиями.

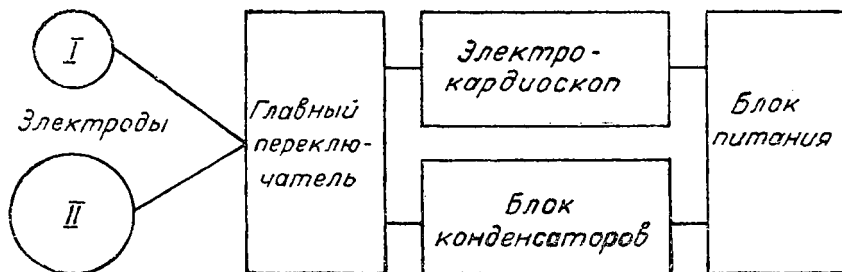


Рис. 1. Блок-схема дефибриллятора ДПА-3.

Описание прибора

В прибор ДПА-3 входят электрокардиоскоп и собственно дефибриллятор, которые объединены в нем конструктивно и электрически общими электродами, коммутацией и единым блоком питания. На рис. 1 приведена блок-схема прибора.

Блок конденсаторов

Этот блок состоит из 20 конденсаторов ($C_1 — C_{20}$ на принципиальной схеме, рис. 2) по 400 мкф каждый, в качестве которых используется одна из секций электролитического конденсатора типа ЭФ 800 мкф 300 в.

В последнее время нашей промышленностью разработан электролитический конденсатор типа ЭФ-С 400 мкф 300 в УБО.464.003ТУ (дополнение 2 к ТУ). Предварительные подсчеты, проведенные нами, показали, что при использовании этих конденсаторов взамен ЭФ 800 мкф 300 в вес дефибриллятора снижается на 5 кг (с 29 до 24 кг), а габариты уменьшаются с 430×280×340 мм до 420×240×270 мм.

Электрокардиоскоп

При конструировании электрокардиоскопа нами использована типовая схема и ряд деталей серийного батарейного электрокардиографа ЭКП-5М.

Усилитель биоэлектрических потенциалов сердца имеет три каскада с реостатно-емкостной связью. Два первых работают на пентодах 1Б1П, выходной — на лучевом тетроде 2П1П.

Вход усилителя подключается к объекту через переключатель ВВК. На выходе усилителя включен электромагнитный зеркальный гальванометр.

На рис. 2 указаны типы радиоламп, величины емкостей, сопротивлений и других деталей. Поэтому отдельная спецификация к схеме не приводится.

Схема оптической системы аппарата показана на рис. 3.

Осветитель состоит из лампы 1 и цилиндрической линзы 2, пройдя через которую, луч света отбрасывается через линзу 3 на зеркальце 4 гальванометра. Отраженные от зеркальца лучи через цилиндрическую линзу 5 попадают на зеркало 6 и, отразившись от него, фиксируются в виде точки на матовом экране 7. Зеркало 6 закреплено на оси механизма развертки (на схеме не показан) и поворачивается им на некоторый угол, осуществляя горизонтальную развертку электрокардиограммы на экране. Экран 7 имеет цилиндрическую форму с радиусом 70 мм и изготовлен из органического стекла, окрашенного в красный цвет. Внутренняя поверхность экрана матовая. Красный цвет изображения способствует более длительному сохранению впечатления в глазу наблюдателя, имитируя «послесвечение» изображения.

Механизм развертки состоит из пружины, системы шестерен и центробежного регулятора оборотов. В этом механизме использованы детали от «вертушки» телефонного аппарата АТС. Вводится механизм рычагом, выведенным на переднюю панель. Устройство механизма развертки приведено на рис. 4.

Переключатель П₁

В конструкцию главного переключателя П₁, по сравнению с нашей предыдущей разработкой были внесены изменения, позволившие при помощи этого переключателя, помимо переключений в блоке конденсаторов с целью получения высоковольтного импульса, коммутировать также

¹ В. Я. Эскин и А. М. Климов. Дефибриллятор ДПА-2. В сб.: «Вопросы электропатологии и электротравматизма», вып. 1, Фрунзе, 1961.

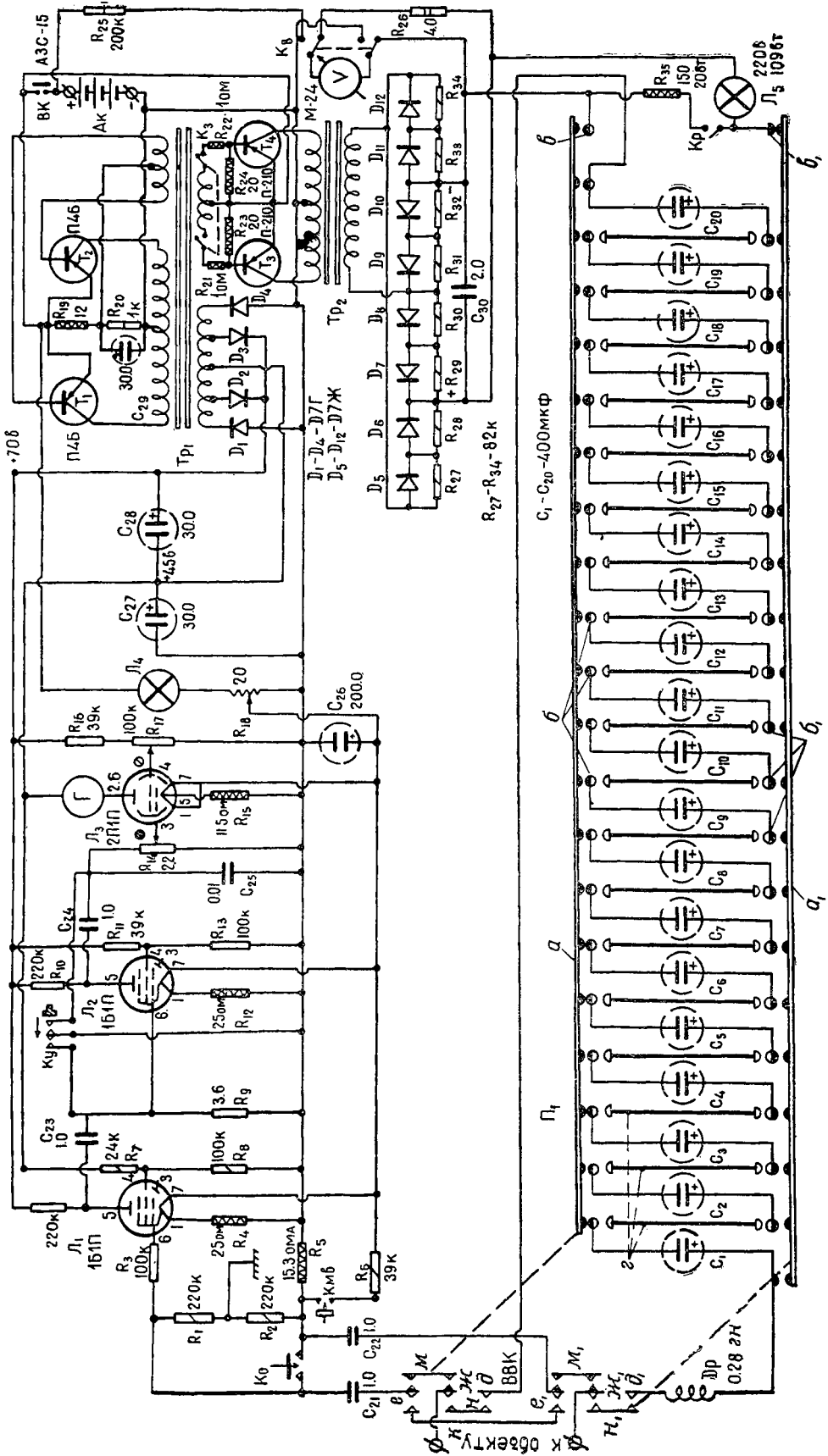


Рис. 2. Принципиальная схема дефибрилятора ДПА-3.

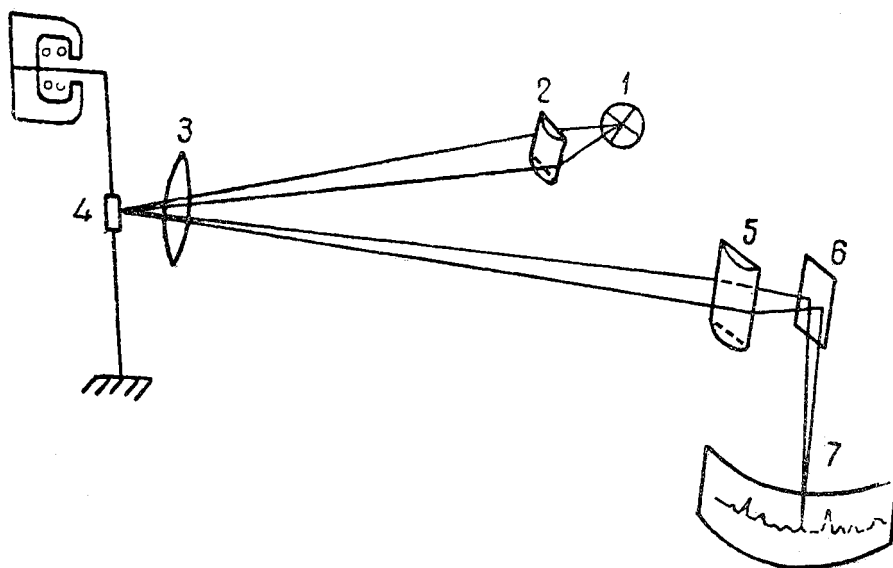


Рис. 3. Оптическая схема электрокардиографа.

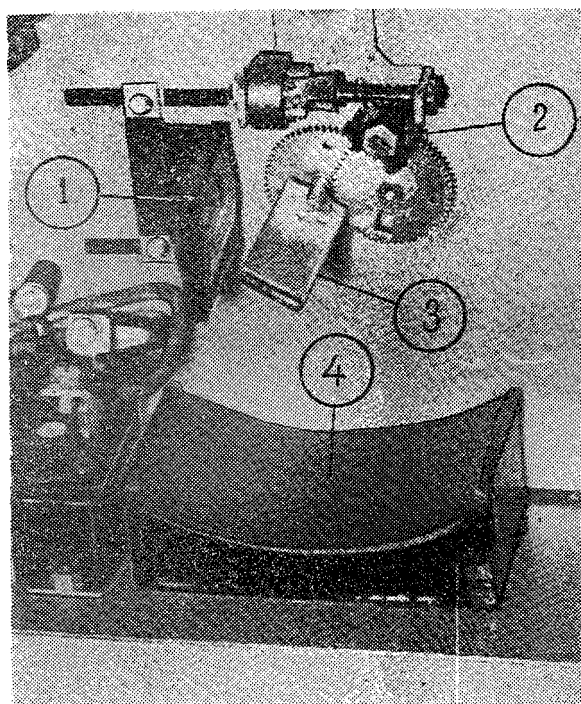


Рис. 4. Механизм развертки электрокардиографа
 1 — цилиндрическая линза, 2 — механизм развертки, 3 — зеркало, 4 — экран.

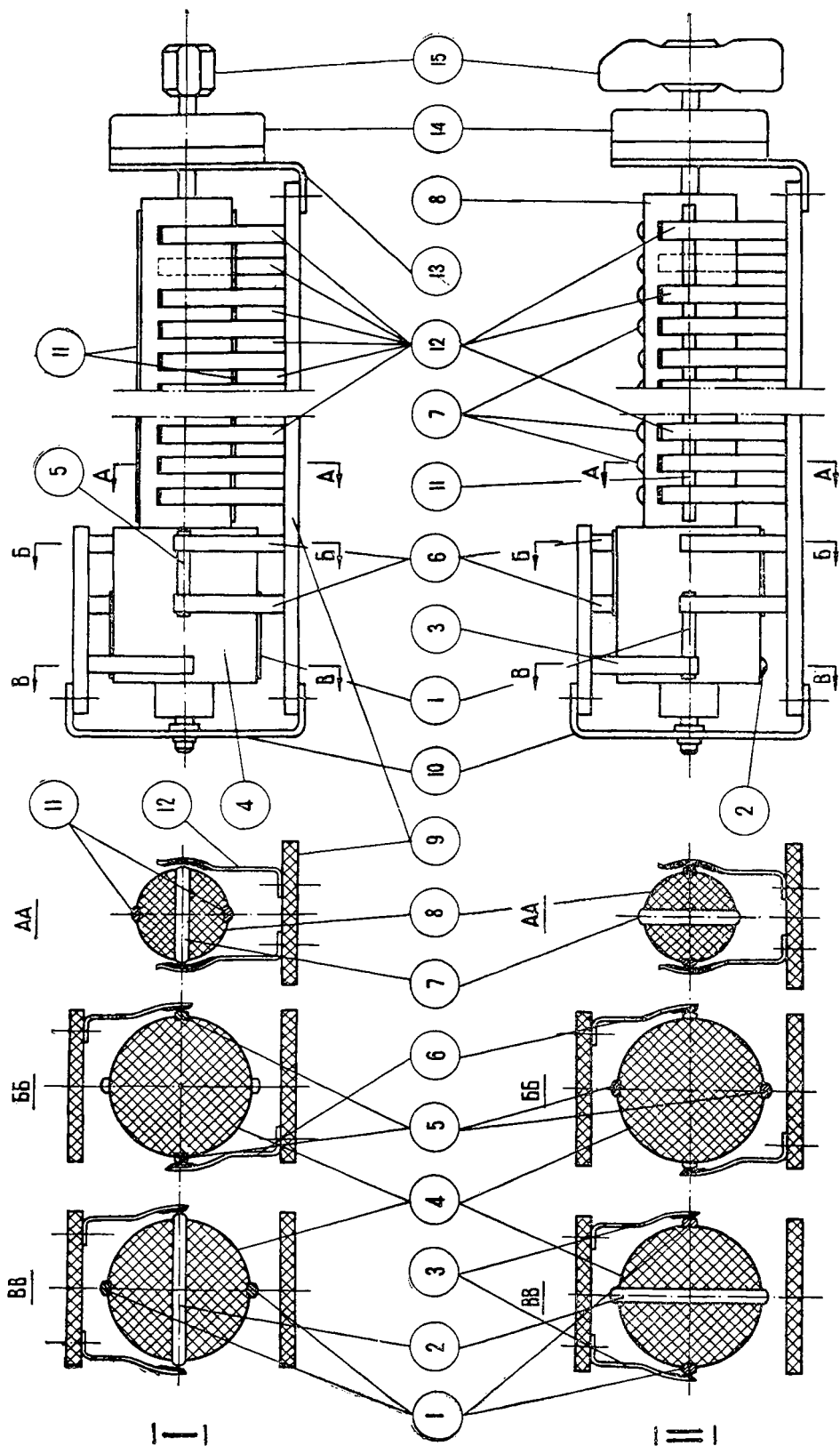


Рис. 5. Чертеж переключателя П₁ дефибриллятора. I—в положении «разряд»; II—в положении «заряд». Детали переключателя: 1—шпинки, коммутирующие вход электрокардиоскопа; 2—перемычка, замыкающая вход электрокардиоскопа при подаче дефибрилирующего импульса; 3—контактные пластины, соединенные с входом электрокардиоскопа; 4—эбонитовый цилиндр высоковольтного коммутатора ВВК; 5—шпинки, коммутирующие высоковольтный импульс; 6—контактные пластины ВВК; 7—сквозные контактные штифты, осуществляющие последовательное соединение конденсаторов; 8—эбонитовый цилиндр; 9—текстолитовое основание; 10 и 13 — опорные крошечины; 11—шпинки, через которые осуществляется заряд конденсаторов; 12—контактные пластины; 14—фиксатор; 15—рукоятка.

и вход электрокардиоскопа, подключая его к электродам, наложенным на грудную клетку пациента. Электрокардиоскоп подключается к электродам до подачи дефибриллирующего импульса и в интервалах между импульсами, подаваемыми повторно. Устройство переключателя Π_1 показано на рис. 5.

Работает переключатель Π_1 следующим образом (см. принципиальную схему, рис. 2):

Конденсаторы $C_1—C_{20}$ постоянно присоединены к контактным пластинам b (отрицательный полюс) и b_1 (положительный полюс). В положении «заряд» эти контактные пластины присоединяются к токонесящим шинкам a и a_1 , и через пару контактных пластин v и v_1 конденсаторы подключаются к цепи источника питания.

Высоковольтный коммутатор ВВК объединен на одной оси с переключателем Π_1 и конструктивно составляет с ним единое целое. В положении «заряд» вход электрокардиоскопа через контакты $e—e_1$, шинки $m—m_1$ и контакты $ж—ж_1$ соединен с электродами через разъем «к объекту». Цепь высокого напряжения при этом разомкнута. При переводе переключателя в положение «разряд» шинки $a—a_1$ отсоединяются как от пластин $b—b_1$, так и от пластин $v—v_1$, а замыкающие перемычки $г$ соединяют конденсаторы $C_1—C_{20}$ последовательно. Одновременно в коммутаторе ВВК происходят следующие переключения: вход электрокардиоскопа отключается от электродов и закорачивается перемычкой $к$; шинки n и n_1 закорачивают соответственно контакты $d—ж$ и $d_1—ж_1$, подавая при этом высоковольтный импульс на электроды объекта. При возвращении переключателя в положение «заряд» восстанавливается исходная коммутация, т. е. конденсаторы $C_1—C_{20}$ вновь подготовлены для зарядки их от источника питания, а электрокардиоскоп подключается к пациенту для наблюдения электрокардиограммы.

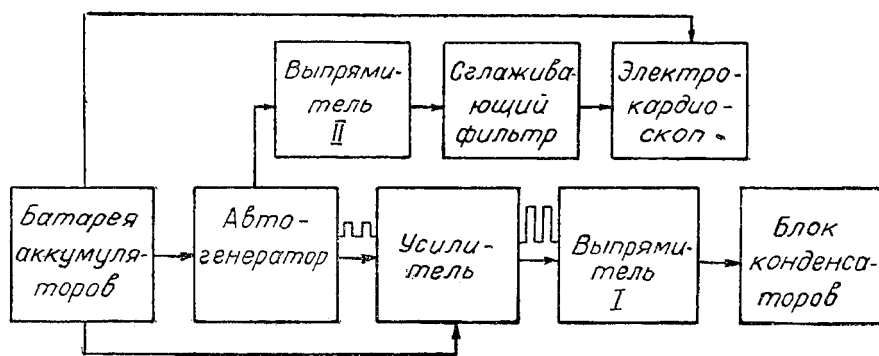


Рис. 6. Блок-схема питания дефибриллятора ДПА-3.

Блок питания

Блок питания состоит из батарей серебряно-цинковых аккумуляторов 8СЦС-25, мощного транзисторного преобразователя напряжения и двух выпрямителей на германиевых диодах, позволяющих получить высокое напряжение для зарядки конденсаторов $C_1—C_{20}$ (400 в, 0,5 а), а также обеспечивающих питание анодных цепей электрокардиоскопа (45 и 70 в). Блок-схема питания приведена на рис. 6.

Транзисторный преобразователь напряжения

Транзисторный преобразователь собран по схеме с усилением мощности. Задающий генератор (автогенератор) собран по двухтактной схеме на транзисторах T_1 — T_2 типа П4Б с общим эмиттером и трансформаторной связью. Транзисторы работают в ключевом режиме, обеспечивая на выходе генератора напряжение симметричной и практически прямоугольной формы. Частота преобразования равна 1000 гц.

Трансформатор Tr_1 намотан на Ш-образном ферритовом сердечнике марки Ф-600; сечение среднего керна — 4 см². Данные обмоток трансформатора автогенератора Tr_1 приведены в табл. 1.

Таблица 1

Наименование обмотки	Марка и диаметр провода	Число витков	Примечание
Коллекторная	ПЭЛ-1,35	27×2	Обе половины мотаются одновременно, в два провода
Базовая	ПЭЛ- 0,8	8×2	—»—
Выпрямители электрокардиооскопа	ПЭЛ-0,16	48+62+62+48	
Входная обмотка усилителя	ПЭЛ-1,35	8+8	

Мощный усилитель преобразователя собран по двухтактной схеме на транзисторах T_3 — T_4 типа П-210 с общим эмиттером и работает как и автогенератор в ключевом режиме.

В цепи баз обоих транзисторов включена сдвоенная кнопка K_3 , нажатием которой включается мощный усилитель и осуществляется зарядка блока конденсаторов дефибриллятора.

Сопrotивления R_{21} , R_{22} , R_{23} и R_{24} в цепи баз препятствуют возникновению паразитных колебаний в мощном усилителе.

В коллекторную цепь транзисторов T_3 — T_4 включен выходной трансформатор Tr_2 , вторичная обмотка которого нагружена на выпрямитель, собранный по мостовой схеме на германиевых диодах D_5 — D_{22} типа Д7Ж. Трансформатор Tr_2 намотан на ферритовом сердечнике марки Ф-600, сечение среднего керна — 8 см². Данные обмоток Tr_2 приведены в табл. 2.

Таблица 2

Наименование обмотки	Марка и диаметр провода	Число витков	Примечание
Коллекторная	ПБД-1,56	11×2	Обе половины мотаются в два провода
Выходная	ПЭВ-0,45	370	

Во избежание перегрузки преобразователя в начальный период заряда конденсаторов последовательно включено нелинейное сопротивление L_5 , в качестве которого использована осветительная лампа 220 в 109 вт.

Выпрямитель для зарядки аккумуляторов

Выпрямитель для зарядки аккумуляторов от сети переменного тока собран по двухполупериодной схеме на германиевых диодах типа Д-303. Понижающий трансформатор, Tr_3 намотан на железе УШ—22×33. Пер-

вичная (сетевая) обмотка — 1100 витков ПЭЛ-0,29 (220 в). Вторичная обмотка — 90×2 витков ПЭЛ=0,8. Выпрямитель обеспечивает зарядный ток 2а при напряжении 17 в. Он смонтирован на внутренней стороне задней крышки дефибриллятора, которая на время заряда аккумуляторов отвинчивается и кладется рядом с прибором.

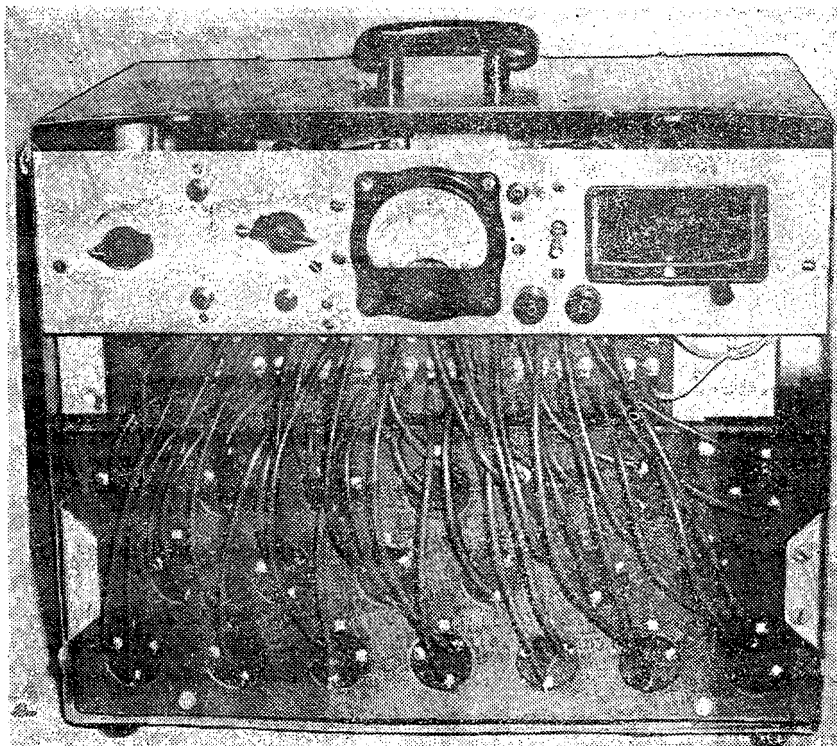


Рис. 7. Монтаж прибора. Снята передняя крышка.

Конструктивное оформление и монтаж

Прибор размещен в металлическом корпусе размером 430×340×280 мм. Вес прибора с аккумуляторами 29 кг. Внутреннее устройство прибора показано на рис. 7, 8 и 9.

Переключатель Π_1 и блок конденсаторов крепятся винтами к кронштейнам, приваренным к боковым стенкам корпуса (рис. 7).

Батарея аккумуляторов, транзисторный преобразователь и дроссель Др смонтированы на изоляционной панели, которая привинчена к блоку конденсаторов (рис. 8).

Блок электрокардиоскопа смонтирован на металлической угловой панели (рис. 9), которая вдвигается в пазы верхней части корпуса.

Все органы управления прибором, за исключением рукоятки главного переключателя, выведены на переднюю панель. Рукоятка главного переключателя находится в углублении на правой боковой стенке корпуса прибора. Внешний вид прибора показан на рис. 10.

Технические данные и конструкция блока конденсаторов, индуктивности Др и электродов, не отличаются от аналогичных деталей дефибриллятора ДПА-2.

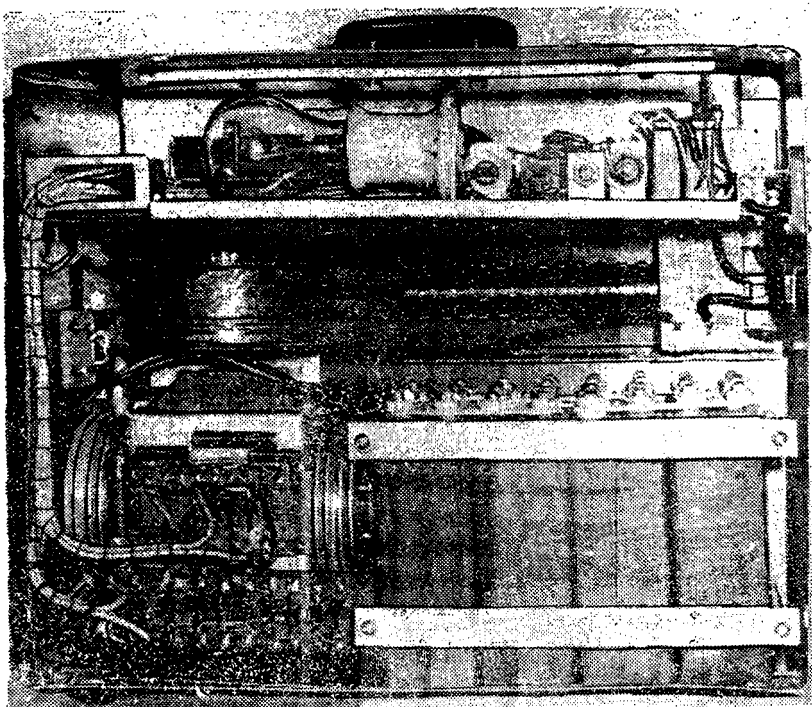


Рис. 8. Монтаж прибора. Снята задняя крышка.

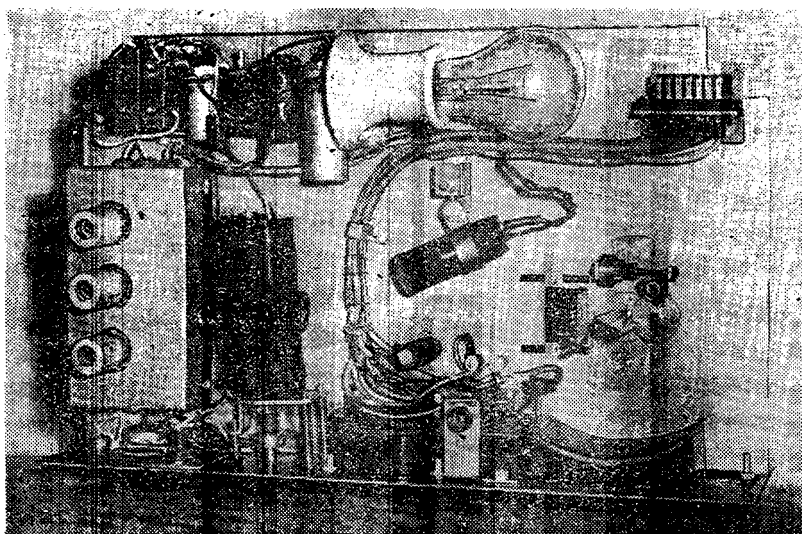


Рис. 9. Монтаж прибора. Электрокардиоскоп. Вид сверху.

Проверка и подготовка аппарата к работе

Перед эксплуатацией аппарата необходимо:

1. Установить главный переключатель (поз. 7)¹ в положение «заряд».
2. Измерить напряжение на клеммах аккумулятора (оно должно

¹ Позиции органов управления дефибриллятором даны в соответствии с рис. 10.

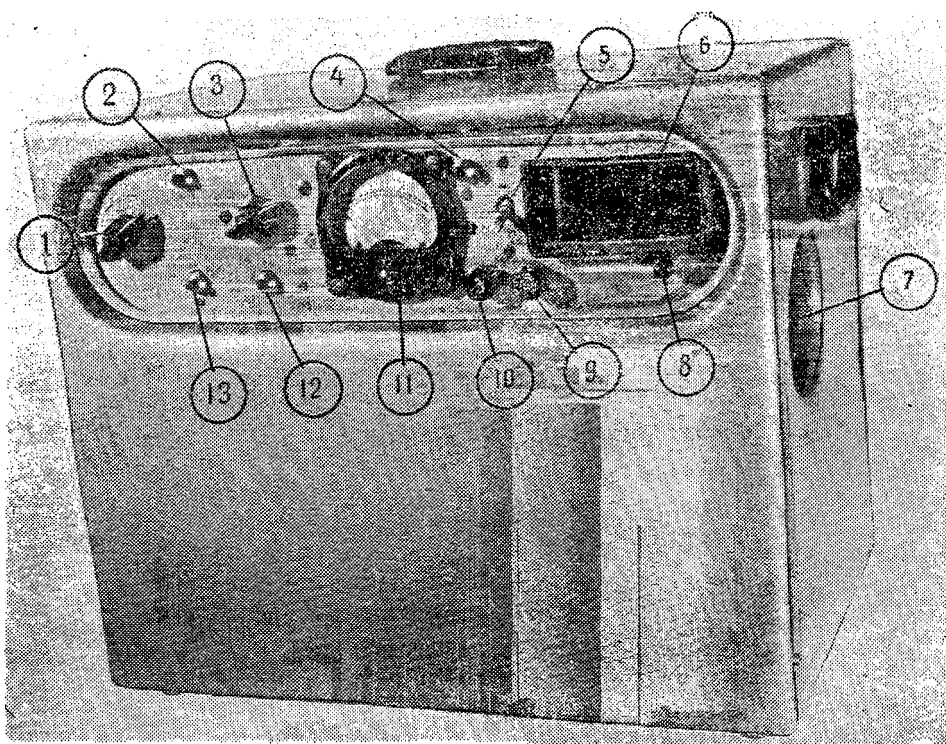


Рис. 10. Внешний вид дефибриллятора ДПА-3. Органы управления: 1 — регулятор усиления электрокардиооскопа; 2 — кнопка контрольного милливольта; 3 — корректор гальванометра; 4 — кнопка вольтметра; 5 — общий выключатель питания; 6 — экран электрокардиооскопа; 7 — рукоятка главного переключателя; 8 — рукоятка механизма развертки; 9 — кнопка разряда; 10 — кнопка заряда; 11 — вольтметр; 12 — кнопка, замыкающая вход усилителя электрокардиооскопа; 13 — кнопка успокоителя электрокардиооскопа.

быть не ниже 12 в), нажав кнопку вольтметра V (поз. 4). При необходимости — подзарядить аккумулятор от выпрямителя, имеющегося в комплекте аппарата. Зарядку ведут при вывинченных пробках, не вынимая аккумулятора из корпуса. Прекращается зарядка при достижении напряжения на аккумуляторах 16,4 в (2,05 в на одну банку).

3. Проверить работу электрокардиооскопа. Для этого необходимо: а) нажать и повернуть в вертикальное положение кнопку K_0 (поз. 12); б) включить общий выключатель (поз. 5), появление звука высокого тона (1000 гц) свидетельствует о нормальной работе преобразователя напряжения; в) нажать кнопку успокоителя K_u (поз. 13) и, вращая ручку корректора (поз. 3), вывести луч на середину экрана (поз. 6); г) вращая ручку регулятора усиления (поз. 1) и нажимая одновременно кнопку контрольного милливольта (поз. 2), установить усиление, соответствующее отклонению луча по вертикали на 10 мм; д) перевести рычаг развертки (поз. 8) в крайнее левое положение и, отпустив его, проследить движение луча по экрану,

4. Проверить работу дефибриллятора. Для этого необходимо: а) нажать кнопку заряда З (поз. 10) и, наблюдая за движением стрелки вольтметра, зарядить конденсаторы до напряжения 300 в; время заряда не должно превышать 10 сек; б) разрядить блок конденсаторов, нажав кнопку разряда Р (поз. 9). в) выключить общий выключатель (поз. 5).

Работа с аппаратом

1. Соединить электроды с аппаратом, вставив штепсельный разъем шнура электродов в гнездо на левой боковой стенке аппарата.
 2. Наложить электроды на грудную клетку пациента, расположив малый электрод на передней поверхности грудной клетки на области сердца, а большой — на область левой лопатки.
 3. Включить общий выключатель.
 4. Открыть кнопку K_0 (поз. 12) и посмотреть на экране электрокардиоскопа электрокардиограмму пациента. При необходимости уточнить детали ЭКГ, развернуть ее на экране, пользуясь рычагом (поз. 8).
 5. Если электрокардиографически будет диагностирована фибрилляция желудочков сердца, немедленно приступить к дефибрилляции. Для этого следует:
 - а) нажать кнопку 3 и под контролем вольтметра зарядить конденсаторы до нужного напряжения;
 - б) подать дефибриллирующий импульс на объект поворотом главного переключателя из положения «заряд» в положение «разряд»;
 - в) главный переключатель необходимо тотчас возвратить в положение «заряд»;
 - г) электрокардиоскопом проверить успешность произведенной дефибрилляции, а в случае необходимости — провести ее повторно.
 6. По окончании работы с прибором выключить общий выключатель.
 7. При всех манипуляциях с прибором строго соблюдать правила электробезопасности.
-